

# ПАЛЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАННЕВЕНДСКОГО ВУЛКАНИЗМА ВОЛЫНИ

**В. Я. Радзивил**

*(Рекомендовано д-ром геол.-минерал. наук Л. С. Галецким)*

Наведені результати палеовулканологічних реконструкцій ранньовендської базальтової формації Волині, виконаних на основі аналізу даних про її склад і будову, та їх інтерпретації з позицій актуалізму. Зроблені висновки про первинні риси тектоно-магматичних структур, вулканічних центрів та побудов різних типів і рангу, їх структурне положення і взаємовідношення. Охарактеризовані основні етапи ранньовендської тектоно-магматичної активізації, властиві їм джерела вулканогенного й осадового матеріалу, басейни його накопичення. Визначені деякі особливості палеовулканічного ландшафту Волині.

*Ключові слова:* формація, палеотектоніка, палеогеографія, вулканізм, тектоно-магматичні структури, стратовулкан, шлаковий конус.

The author considers the results of paleovolcanic reconstructions of the Early Vendian basalt formations of Volyn (geographic region of Ukraine) which were made using the analysis data on their composition and interpretation of these data from the viewpoint of actualism. The author makes conclusions about the primary nature of tectonic-magmatic structures, volcanic centers and structures of various types and ranks, their structural positions and relations. The main stages of the Early Vendian tectonic and magmatic activation are characterized as well the inherited sources of volcanogenic and sedimentary material, basins of its accumulation. Many features of the Volyn's paleovolcanic landscape are determined.

*Key words:* formation, paleotectonics, paleogeography, volcanism, tectonic-magmatic structure, stratovolcano, slag cone.

## **Введение**

Воссоздание реальной обстановки образования древних вулканических формаций является необходимой базой для выяснения пространственных и временных связей вулканизма с тектоникой, познания геологической истории регионов и их металлогенической характеристики.

Результаты предыдущих палеовулканологических исследований ранневендской меденосной базальтовой формации Волини содержатся в работах многих исследова-

телей (Б. Я. Воловник, Б. И. Власов, Л. Г. Бернадская, Я. А. Косовский, М. М. Парфенюк, Ф. А. Гречко, В. Л. Приходько, В. Ф. Судовцев, В. Г. Мельничук и др.) и проанализированы раньше [13]. Они обычно сводятся к выяснению определенных особенностей палеовулканического процесса, реконструкциям отдельных вулканических сооружений и не имеют системного характера. Но их большая роль в обобщении и осмыслении фактических данных несомненна. Эти обобщения, материалы геологических съемок, поисковых работ, разного рода тематические исследования явились основой для палеовулканологических реконструкций, результаты которых приводятся ниже.

## Объекты и методы исследования

Задача проведенных исследований – по возможности полная характеристика захороненных вулканических и тектоно-магматических сооружений разного ранга, их классификация, выяснение соотношений между собой и тектоническими структурами основания как фактологической основы для воссоздания первоначального облика этих образований с акцентом на принципы актуализма с использованием основных общепринятых методов палеовулканологического анализа: фациального, структурно-геоморфологического, стратиграфического, геофизических [10, 11 и др.].

## Особенности строения формации

**Вещественный состав.** Вулканогенная формация нижнего венда Волыно-Подоллии состоит из двух вещественных комплексов. Они были выделены еще на начальных этапах ее изучения [3 и др.] под названием нижней бабинской и верхней ратновской свит, что объективно отражает их доминирование соответственно в нижней и верхней частях формации. Однако в дальнейшем были установлены более сложные соотношения подобных комплексов, наличие их в тех или иных объемах на разных стратиграфических уровнях, локальные взаимопереходы в плане.

Образования, выделяемые в бабинскую свиту, представлены чередованием пепловых туфов основного состава с примесью лапиллей и отдельных вулканических бомб и с признаками автохтонной тефры, аллохтонных тефроидов (перемытого пеплового материала), терригенно-тефроидных осадочных пород (туфопесчаников, туфогравелитов). В составе отдельных слоев преобладают то ювенильный материал (автохтонный или перемытый), то продукты разрушения коренных пород. Среди последних, обычно присутствующих в виде гальки и гравия в туфоконгломератах, доминируют базальты разного структурного и текстурного облика, реже (преимущественно в западной части территории) встречаются породы довулканического фундамента – гранитоиды, кремнистые породы и др. Образования бабинской свиты имеют широкое площад-

ное распространение, относительно выдержаны по вещественному составу и мощности (100–129 м) на значительных площадях. Лишь в отдельных местах по периметру Хотиславской и Ратновской горст-антиклиналей в ее разрезе значительную роль играют грубопирокластические породы.

Существенно лавовые образования, составляющие около половины формации, выделяются в ратновскую свиту, слагающую ее верхнюю часть и имеющую широкое площадное распространение. На других стратиграфических уровнях (заболотьевская свита в основании формации, средняя часть бабинской свиты) подобные комплексы пород имеют локальное распространение и несравненно меньшие объемы (мощность их обычно не превышает первых десятков метров, редко увеличиваясь до 60–80 м).

Мощность ратновской свиты достигает 180 м. Она представлена сложным чередованием лав базальтов с кластическими породами разных генетических типов: лаво- и туфолавобрекчиями, агломератовыми, лапиллиевыми и пепловыми туфами основного состава с включениями редких вулканических бомб, различными вулканогенно-осадочными образованиями, которые находятся в сложных изменчивых соотношениях как между собой, так и с телами базальтов. Характерна сильная фациальная изменчивость, что проявляется в значительных и частых колебаниях коэффициента кластичности ( $K_k$ ) – от единиц до 50–60%. Мощность лавовых тел часто изменяется вблизи (до первых сотен метров) расположенных скважинах от долей метров до 40–60 м. Их строение, судя по описаниям отдельных скважин, сложное: обычно различаются несколько структурных и текстурных разновидностей базальтов, нередко отмечаются крутые до субвертикальных контакты между ними, многочисленные маломощные (до первых сантиметров) прожилки базальтов другого облика, часто образующих сложное переплетение и обуславливающих брекчиевидную текстуру на отдельных интервалах, наличие в лаве включений (ксенолитов?) туфов и обломков более ранних базальтов. Эти данные свидетельствуют о многократных инъекциях лавового и, возможно, пирокластического мате-

риала, о вероятных генетических различиях отдельных тел базальтов, о процессах вторичного плавления пород.

Образования заболотьевской свиты имеют сходный с ратновской состав и строение, характеризуются сильной фациальной изменчивостью ( $K_x$  изменяется от единиц до 60%). Базальты, залегающие локально в средней части бабинской свиты, судя по имеющимся данным, более однородны, роль пирокластов среди них незначительна.

Разрезы базальтовой формации изменяются в зависимости от их принадлежности к определенному типу тектоно-магматических структур и места последних в общей структуре района. В частности установлены их существенные различия для магмоконтролирующих зон, окаймляющих Хотиславскую, Ратновскую и Хотешивскую горст-антиклинали. Четко выражена тенденция к росту в разрезе формации кислой пирокластки в западном направлении по мере приближения к Брестской впадине, к увеличению контрастности отдельных структур.

#### **Основные типы ТМС, их соотношения между собой и со структурами довулканического основания**

Исследуемый район расположен на северном замыкании Волыно-Полесского прогиба [19], где выделяется следующий соподчиненный ряд тектоно-магматических структур.

**А. Кольцевые структуры (КС) первого порядка.** Эти КС имеют в поперечнике размер 60–80 км (рис. 1) [14, 15]. Их составными частями являются пограничные глубинные магмоконтролирующие зоны (ГМКЗ) и центральные блоки. ГМКЗ, в целом, характеризуются как поднятия, имеющие сложное мозаичное блоковое строение. Основными их особенностями [16] являются наличие в дорифейском кристаллическом фундаменте значительных скоплений ортопород различного состава и возраста, многочисленных разного размера поднятий и погружений поверхности дорифейского или доволинского основания. Здесь на протяжении всей известной геологической истории периодически наиболее интенсивно проявлялись процессы тектоно-магмати-

ческой активизации. Ряд соприкасающихся северных отрезков ГМКЗ соответствуют Луковско-Ратновской горстовой зоне [18]. Центральные блоки этих КС представляют собой сложные депрессии, где довулканический фундамент и образования формации значительно погружены по сравнению с ограничивающими их ГМКЗ.

Все КС первого порядка имеют общий наклон к юго-западу, в результате чего их центральные депрессии и ограничивающие с юга ГМКЗ перекрыты мощным чехлом постволинских отложений.

**Б. КС второго порядка.** Наиболее представительными и детально изученными являются Старочарторийская и Выдертынская КС. *Старочарторийская КС*, размером около 40x50 км, занимает центральную и юго-западную (наиболее опущенные) части Маневичско-Степанской КС первого порядка (рис. 1). Структура выделяется как обособленное сплошное поле ранневендских вулканитов. В юго-западном направлении к наиболее погруженной части КС происходит медленное неравномерное наращивание мощности ратновской свиты от единиц до 165–170 м (и соответственно всей волинской серии). Максимальное погружение поверхности кристаллического фундамента до –1050 м установлено близ п.г.т. Старый Чарторийск.

Прямолинейными и дуговыми приповерхностными магмоконтролирующими зонами – ПМКЗ (разломами) [16, 17], большинство из которых группируются в две системы – кольцевую и радиальную, она расчленена на многочисленные блоки различной формы размером от единиц до первых десятков километров в поперечнике.

*Выдертынская КС* выделена Ф. А. Гречко с соавторами (2005 г.) как локальное понижение в центральной части валообразного поднятия в пределах северного отрезка ГМКЗ, ограничивающей Камень-Каширскую КС первого порядка (рис. 1), также выполненное образованиями волинской серии. Она имеет размеры около 20x16 км, несколько вытянута в субширотном направлении, ограничена выдержанной кольцевой ПМКЗ. Серией дуговых ПМКЗ оконтурена и ее центральная часть – до 8 км в поперечнике, представляющая собой мульду, в ядре которой местами сохранились вулканоген-

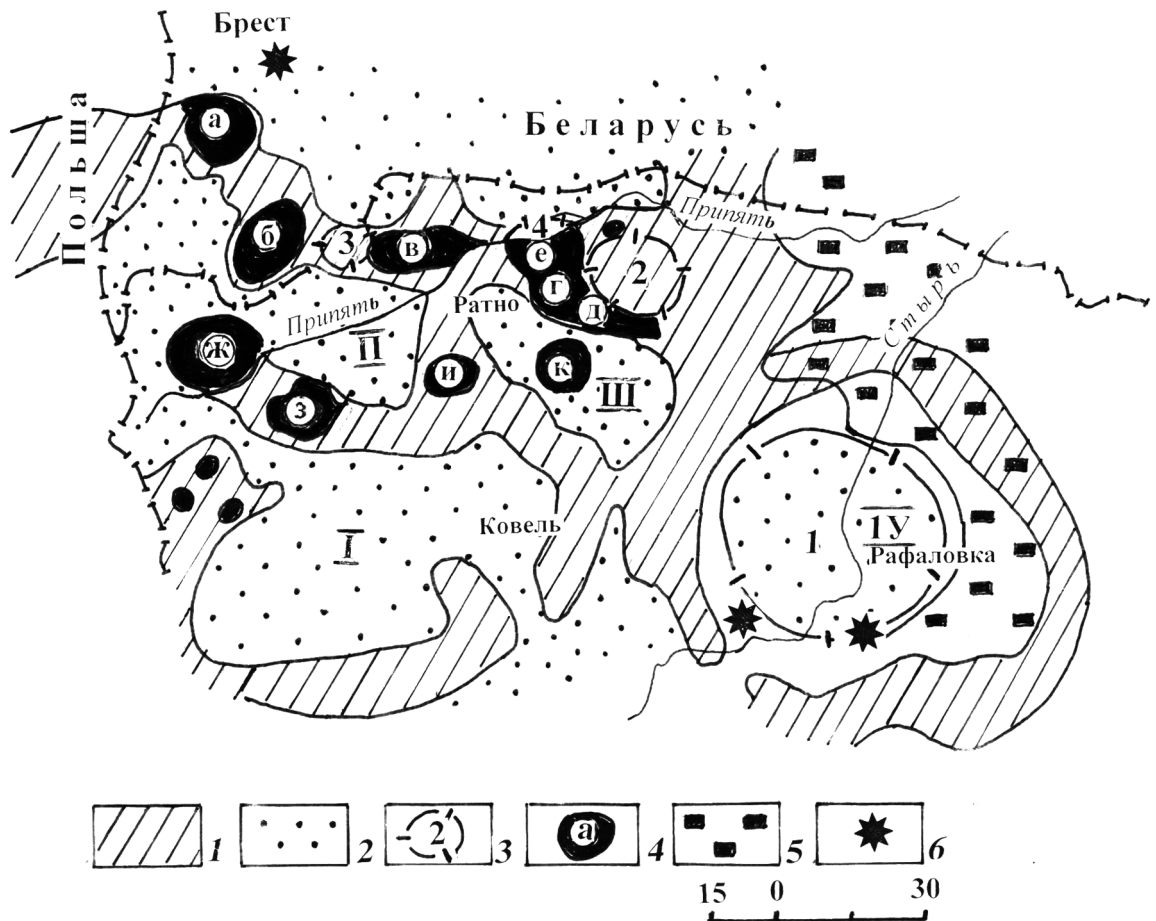


Рис. 1. Структурно-палеовулканологическая схема Волыни ранневендского времени (с использованием материалов А. Е. Бирюлева, Б. И. Власова, Б. Я. Воловник, И. С. Гарбуза, Ф. А. Гречко, С. А. Золотарева, С. И. Кирикилицы, Я. А. Косовского, Б. Н. Махно, М. М. Парфенюка, Ю. П. Поповича, В. Л. Приходько, Н. С. Стрелковой, В. Ф. Судовцева, В. А. Уженкова, Л. М. Шимкива и др.)

*Кольцевые (изометричные) структуры первого порядка:* I – Турьинская, II – Заболотьевская, III – Камень-Каширская, IV – Маневичско-Степанская; *1–2 – основные составляющие КС первого порядка:* 1 – пограничные ГМКЗ, 2 – центральные депрессии; 3 – КС второго и более высоких порядков: 1 – Старочарторийская, 2 – Выдертинская, 3 – Жиричская, 4 – Катущская; 4 – горст-антиклинали и блоковые поднятия: а – Дубровинское, б – Хотиславское, в – Ратновское, г – Хотешовское, д – Грудковское, е – Катущское, ж – Шацкое, з – Нудиженское, и – Вужинское, к – Нуйневское; 5 – выходы на домезозойскую поверхность доранневендских пород (полесской серии и кристаллического фундамента); 6 – вероятное положение реликтов полигенных стратовулканов

но-осадочные отложения нижнего-верхнего венда, венчающие разрез волынской серии. По данным сейсмического зондирования и бурения, дно Выдертинской КС плоское: наклон крыльев не превышает 5°. Поверхность дорифейского фундамента в центре КС имеет отметки от –900 до –1000 м, на крыльях около –800 м, т. е. эти показатели близки к таковым Старочарторийской КС.

Старочарторийская и Выдертинская КС имеют много общих черт, свидетельствующих о сходных механизмах их формирова-

ния и истории развития, отличаясь структурным положением и размерами.

**Приповерхностные магмоконтролирующие зоны (ПМКЗ).** Повсеместно распространенными и характерными структурами района являются магмоконтролирующие зоны более низкого ранга, чем ГМКЗ, отличающиеся от них меньшими размерами и глубиной. Основные черты их строения проявлены в верхней части кристаллического фундамента, в полесской и волынской сериях, что послужило основанием для оп-

ределения их как приповерхностных [16]. Они довольно разнообразны по размерам (длина до десятков, ширина от сотен метров до 5–6 км) и "внутреннему" строению, но вместе с тем имеют ряд общих признаков. Важнейшими их индикаторами являются сопряженные линейные магнитные минимумы и максимумы, разделенные резкими градиентными границами, сменяющиеся в местах расширения ("узлах") – на пересечениях или резких изменениях просириания, мелко мозаичными, с многочисленными изометричными минимумами и максимумами – площадными аномалиями. Вдоль ПМКЗ, которые обычно определяются как разломы, фиксируются смещения поверхности кристаллического фундамента до нескольких сотен метров. На уровне нижнего интеркрустального яруса (в полесской серии и верхах кристаллического фундамента) установлены многочисленные линейные трещинные и другой формы субвертикальные и крутозалегающие тела габбро-долеритов. В верхнем интеркрустальном ярусе (волынкой серии) они выделяются наибольшей фациальной контрастностью ратновской свиты, повышенной нарушением пород базальтовой формации, наличием зон дробления и газовой гидротермальных изменений пород, признаков инъективных образований (крутая слоистость в туфах бабинской свиты, наличие взрывных брекчий, состоящих из обломков базальтов и песчаников, перемещенных вверх на расстояние более 100 м и др.). Для наиболее крупных ПМКЗ (район п.г.т. Ратно, Камень-Каширский) характерны грабеноподобные и изометричные депрессии до 3–6 км в поперечнике, имеющие сложное "внутреннее" строение. Здесь установлены наиболее полные и своеобразные разрезы волынкой серии, в которых повсеместно присутствуют лавы базальтов мощностью от 26,3 до 46,9 м в нижней части серии (заболотьевская свита) и в средней части бабинской свиты, а также максимальные мощности (до 36–60 м) вулканогенно-осадочных образований в составе ратновской свиты – зорянских слоев. Для более мелких ПМКЗ, широко представленных в северо-восточной части Старочарторыйской КС, характерны узкие щелевидные грабены (до 0,9 км в поперечнике). Все ПМКЗ

выделяются сильной расчлененностью и контрастностью рельефа подошвы и кровли формации и ее "стратиграфических" составляющих. По ним вырисовываются многочисленные узкие щелевые грабены, горсты, изометричные "провалы" и куполовидные структуры диаметром от сотен метров до первых километров. Только в границах ПМКЗ надежно обособляются зорянские слои.

**Блоки.** Размеры, конфигурация, внутреннее строение блоков разнообразны и во многом зависят от их положения в пределах структур более высокого ранга. Это относительно стабильные структуры, в разной мере подвергшиеся тектоно-магматической активизации (переработке).

**КС третьего и высших порядков.** Эти КС диаметром от сотен метров до 4–5 км, иногда до 10–12 км, характерны для ПМКЗ, отдельных активизированных блоков или пограничных частей последних. Хорошо обособляются в магнитном поле и на аэрофотоснимках: существование многих из них подтверждается и геологическими данными. Целенаправленно они не изучались, поэтому обычно имеются сведения лишь о строении их разрозненных фрагментов. Только единичные их представители (Тельче, Жиричская, Катушская) могут быть охарактеризованы более-менее всесторонне как цельные объекты.

Наиболее яркой и выразительной среди них является КС *Тельче* размером около 6 км в поперечнике. Расположена на северном ограничении южного отрезка пограничной ГМКЗ Маневичско-Степанской КС первого порядка [14]. Выделяется чередованием кольцевых минимумов и максимумов аномального магнитного поля, разделенных резкими градиентными границами. По данным В. Ф. Судовцева (1980) и И. С. Гарбуза (1988), ее центральная часть сложена немагнитными породами полесской серии нормальной плотности и повышенной сопротивляемости, интенсивно дислоцированными (углы наклона слоев до 55–90°). Эти образования прослежены до глубины 800 м и на полную мощность не раскрыты. Первому от центра концентрическому магнитному максимуму соответствует гравитационный максимум и зона градиентов сопротивлений. В пределах этого кольца

вскрыты крутопадающие тела (дайки?) габбро-диабазов. Следующий концентрический магнитный минимум совпадает с минимумом гравитационным и областью пониженных сопротивлений; здесь установлены терригенные и пирокластические образования волинской серии. Второму концентрическому магнитному максимуму соответствует максимум силы тяжести и область повышенных сопротивлений; в этом случае преобладают эффузивы волинской серии. Замыкает структуру широкий концентрический магнитный минимум, которому соответствуют грабены, выполненные поствулканическими отложениями могилев-подольской и каниловской серий.

*Жиричская КС*, размером 5х6 км, имеет форму асимметричной синклинали, полого наклоненной к западу и усложненной мелкими поднятиями и депрессиями. Ее восточная граница срезает остроугольный мыс Ратновской горст-антиклинали, на западе она обрывается и резко погружается по разлому северо-восточного простириания. С севера, востока и юга ограничена дуговым линейным поднятием, четко проявленным на планах всех структурных уровней. Остаточное магнитное поле сложное, сходное с другими участками расширения ПМКЗ. Характерны частые локальные скопления грубой пирокластики, пизолитовых туфов, следов гидротермально-сульфатарной деятельности.

*Катушская КС*, размером 9–10х11–12 км, наложена на северо-западную часть Хотешовской горст-антиклинали. Она оконтурена системой замыкающихся ПМКЗ и расчленена зоной северо-восточного простириания на две примерно равные части. В пределах КС разрез вулканитов волинской серии наращивается к северо-западу и северу. Это позволяет считать ее перекошенным к северо-западу куполовидным блоком.

Можно уверенно говорить о большом разнообразии КС этого ранга, для которых имеются лишь фрагментарные сведения об их строении. Многие из них на уровне нижнего интеркрустального яруса (донижневедского основания) представляют собой синклинали, подчеркнутую на определенной глубине синформным лополитоподобным телом габбро-долеритов. По ограничению таких КС контакты последних

становятся крутыми, до субвертикальных. К центральным частям некоторых из них (близ с. Чудли, п. г. т. Старый Чарторыйск и др.) приурочены крупные интенсивные магнитные максимумы, что позволяет предполагать наличие под лополитами скоплений основных пород (магматических камер). В ряде случаев (близ населенных пунктов Полонное и Долгое Поле) субвулканические тела габбро-диабазов усложняют и деформируют центральную часть КС, проникая на более высокие горизонты и образуя локальную антиформную структуру, сопровождающуюся грубокластическими образованиями ратновской свиты.

Менее эродированные КС также довольно разнообразны [17]. Часть из них, судя по конфигурации кровли и подошвы ратновской свиты, являются синклиналиями; другие, часто рядом расположенные имеют форму куполов. Характерна изменчивость разрезов волинской серии в пределах КС. Нередко в их пограничных частях, в верхах горбашевской свиты и в низах бабинской отмечаются локальные тела базальтов мощностью 0,2–3,2 м с ксенолитами пород полесской серии со следами воздействия на вмещающие породы, а в ратновской – концентрация лав, лаво- и туфобрекчий базальтов.

### **Первоначальные особенности основных структурно-вещественных комплексов (неоднородностей) формации**

Приведенные выше сведения о вещественных и структурных неоднородностях волинской серии содержат информацию об их первичном составе и строении, но далеко не полную, нередко искаженную последующими геологическими преобразованиями. Эти потери в значительной мере компенсируются актуалистическими сравнениями с вулканическими образованиями районов современного вулканизма Камчатки, где достаточно полно охарактеризованы строение и процессы формирования вулканических построек разного строения и ранга, их соотношения, проявления в современном рельефе, особенности преобразования на разных этапах эволюции и тафономии, взаимосвязь их формы с составом вулканических

ких продуктов и характером вулканической деятельности, структурное положение современных вулканов, соотношения центрального и ареального типов вулканизма, а также другие основополагающие характеристики [1, 2, 4, 6, 8 и др.].

Правомочность сопоставления ранневедского вулканизма Волыни и плиоцен-голоценового Ключевской группы вулканов Камчатки определяется наличием аналогичных по составу вулканических продуктов, приуроченностью вулканизма к сходным этапам геологической истории и становления континентальной земной коры, по общему структурному положению вулканических районов и их строению [2, 6–8 и др.]. Ранневедский вулканизм Волыни проявился на ранних этапах истории Восточно-Европейской платформы во время активизации ее юго-западной окраины близ границы с Галицийской байкальской геосинклиналью и связывается с определенными этапами эволюции последней [7]. Территории проявления голоценового вулканизма Камчатки и, в частности, Ключевской группы вулканов также характеризуются земной корой континентального типа, испытавшей сложное геосинклинальное развитие, и расположены близ границы с находящейся восточнее современной геосинклиналью. Район Ключевской группы вулканов расположен в северо-восточной части Центрально-Камчатской депрессии, где различаются [2, 6, 8] структуры следующего порядка (рис. 2): сводовое поднятие в центральной части и смежные впадины (Козыревская и Хапиченская). Сводовое поднятие рассматривается [6] как плиоцен-четвертичное наложенное образование. Предполагается также [8], что оно является составной частью цепочки поднятий мелового фундамента, интерпретируемой как отрезок осевой зоны Восточно-Камчатского антиклинория палеозой-мезозойского возраста, принявшего современный вид в плиоцен-четвертичное время и протягивающегося от вулкана Никлока до Шивелуча. Антиклинорное поднятие [2, 8] разделено на ряд глыб и блоков до 50 км в поперечнике, испытывающих дифференцированные, часто разнонаправленные движения. Глыбы, блоки или их группы пространственно соответствуют (рис. 2) отдельным или нескольким вулканам (Ключевский, Северо-запад-

ный блоки), структурно-геоморфологическим единицам (Толбачинский дол, Хапиченская впадина, Харчинская депрессия). Стратовулканы обычно расположены на восточном склоне Ключевского свода, на разломах, ограничивающих блоки, или пространственно соответствуют отдельным поднятым блокам (Плоский, Шивелуч). Таким образом, распределение мозаичных глыб и блоков домелового фундамента в пределах сводово-глыбового поднятия, особенности их динамики во многом определяют строение верхнего структурного этажа, образованного вулканиками плиоцен-голоценового возраста, и локальные особенности вулканизма.

В строении довулканического фундамента сравниваемых районов (рис. 1, 2) обнаруживается много общих черт. Сходное строение, ранг и, возможно, генезис имеют Волыно-Полесский прогиб и Срединно-Камчатская депрессия. Хорошо сопоставляются по размерам, строению, особенностям развития также структуры более высокого порядка: сводовое поднятие – с ГМКЗ; Козыревская и Хапиченская впадины – с центральными частями КС первого порядка Волыни; глыбы и блоки – составные части сводового поднятия – с горст-антиклиналями и смежными депрессиями ГМКЗ. Их разнообразие и взаимное положение, как отмечено выше, во многом определяют размещение различных вулканических построек и характер вулканической деятельности, четко проявленное в Ключевской группе вулканов и значительно слабее для Волыни.

На основании сопоставления главных структурно-вещественных комплексов базальтовой формации Волыни с подобными образованиями плиоцен-голоценового вулканизма Камчатки можно сделать или уточнить ряд предположений об их первичном составе, облике и условиях формирования:

– Скопления глыбовых и пузыристых лав базальтов, шлаков, грубообломочных туфов с лапиллями, туфолов и лавобрекчий значительной мощности (до 10 м и более), наличие останцов экструзивных куполов и субвулканических тел долеритов, проявления спекания пирокластического материала, газовой-гидротермальной переработки пород, их гематитизация, соответствующие фази-

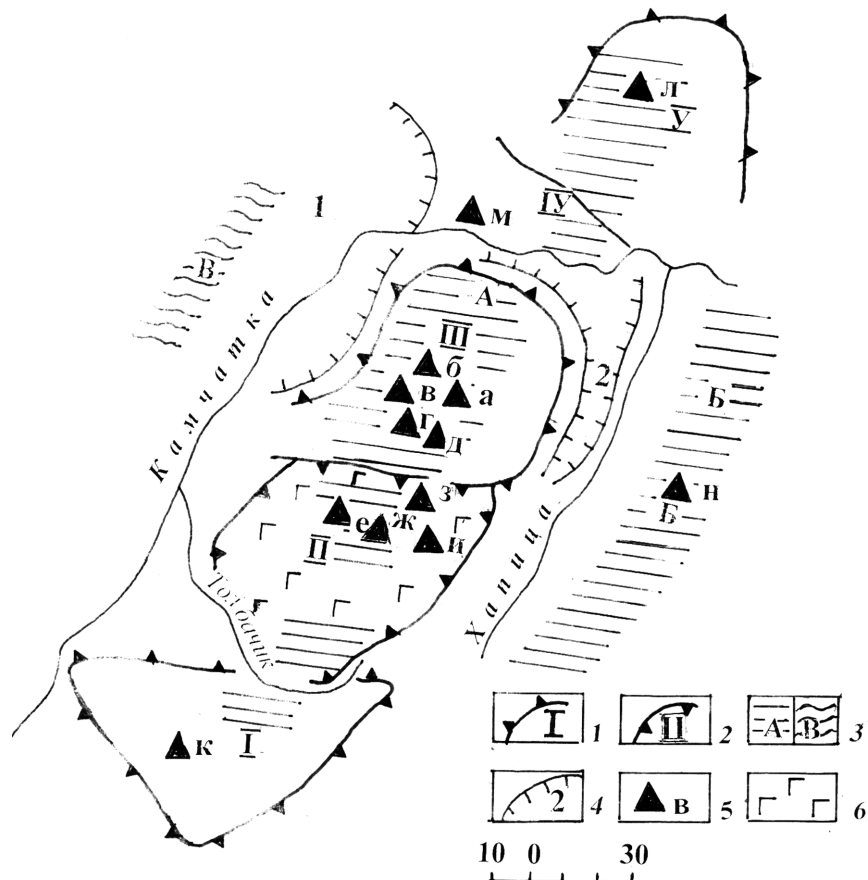


Рис. 2. Структурно-палеовулканологическая схема района Ключевской группы вулканов (Камчатка) [2, 6, 8]

1–2 – границы основных мозаичных глыб и блоков с тенденцией к относительным: 1 – поднятиям: I – Кингкокской, III – Ключевской, V – Шивелучской; 2 – опусканиям: II – Толбачинской, IV – Харчинской; 3 – основные региональные сводовые поднятия: по поверхностям меловых пород и кристаллического фундамента: А – центральной части Центрально-Камчатской депрессии (осевой зоны Восточно-Камчатского антиклинория [8]), Б – хребта Кумроч, по поверхности олигоцена – нижнего миоцена, В – Козыревского хребта; 4 – границы неоген-четвертичных депрессий, проявленных в современном рельефе в виде низменностей: 1 – Козыревская, 2 – Хапиченская; 5 – стратовулканы: а – Ключевский, б – Крестовский, в – Ушковский, г – Камень, д – Безымянный, е – Острый Толбачик, ж – Плоский Толбачик, з – Острая Зимина, и – Большая Удина, к – Николка, л – Шивелуч, м – Харчинский, н – Шиш; 6 – наиболее значительные кекурники

ям прикратерных зон, имеют точечное прерывистое распространение и наблюдаются на фоне локального повышения  $K_x$  до 50–60%. Подобные признаки характерны для современных шлаковых конусов, которые нередко деформируются и разрушаются еще в процессе становления и сохраняются в разрезе (не всегда) в виде реликтов. Отдельные шлаковые конусы могут формироваться в течение одного или нескольких этапов активизации магматической деятельности. Их образование связывается с извержениями лав повышенной вязкости,

образующих глыбовые лавовые потоки значительной мощности, незначительной протяженности и площадного распространения. Они, наряду с другими центрами эрупции, являются обязательными составными частями всех тектоно-магматических структур более высокого ранга (стратовулканы, ПМКЗ, КС разного ранга).

– Участки распространения существенно лавовых образований с низким  $K_x$  (первые проценты) характеризуются извержениями лав пониженной вязкости преимущественно из трещинных каналов, которые в настоящее



время маркируются сериями даек и линейными магнитными максимумами.

– Ряд КС высоких порядков могут соответствовать стратовулканам различной стадии эволюции. Так, КС Тельче хорошо сопоставляется со стратовулканами конической формы без центрального кратера или некка с хорошо выраженной кольцевой депрессией по периметру и признаками диапира в центральной части. По морфологическим особенностям и характеру разреза волынской серии с кальдерой стратовулкана сопоставимы Жиричская КС и, возможно, ряд менее подробно изученных КС по ограничению Ратновской и Хотиславской горст-антиклиналей. Ряд КС третьего порядка, маркируемых лополитоподобными телами габбро-долеритов, возможно, соответствовали приповерхностным магматическим камерам, по периметру которых местами размещались мелкие вулканические каналы.

– Для оценки палеогеографической обстановки ратновского времени важно выяснение генезиса вулканогенно-осадочных образований значительной мощности (до 20–30 и даже 60 м), выделяемых в отдельную региональную стратиграфическую единицу под названием зорянских слоев. Они надежно обособляются лишь в пределах крупных ПМКЗ. По обрамлению Ратновской горст-антиклинали слагают более-менее выдержанные по мощности "площадные" тела до 4–6 км в поперечнике. В более мелких зонах (Старочарторийская КС) выполняют щелевые грабены до 1 км в поперечнике или локальные изометричные депрессии обрушения диаметром до десятков и сотен метров. В приведенных случаях они занимают более-менее определенное положение в средней части ратновской свиты. За пределами таких зон их мощность резко сокращается до первых метров и долей метра; при этом они "растворяются" среди подобных образований, слагающих отдельные слои на разных стратиграфических уровнях. Эти данные свидетельствуют о том, что зорянские слои формировались в разных условиях и за счет различных источников. Значительная часть пирокластического и терригенного материала поступала при извержениях пирокластики и денудации многочисленных "местных" шлаковых конусов, реликты которых они перекрывают или сопряжены с ни-

ми на одном уровне, а также лавовых потоков и слоев более древних вулканогенно-осадочных пород, слагающих борта долин или озерных впадин. Наличие в зорянских слоях заметных количеств обломков магматических пород кислого и среднего состава, пород довулканического фундамента свидетельствует о существенной роли в их формировании горст-антиклинальных поднятий и стратовулканов. Этот кластический материал транспортировался на значительные расстояния временными водными потоками и воздушным путем. Таким образом, зорянские слои имеют различный генезис и соответствуют аллювиальным и пролювиальным, кратерным (кальдерным) фациям и специфическим палеовулканическим ландшафтам, элементами которых были речные долины, различные локальные изометричные бассейны седиментации.

– Одной из важных проблем палеовулканологических реконструкций является выяснение структурных и временных соотношений вулканизма центрального и ареального типов. Особенностью вулканического рельефа Камчатки является тесная ассоциация вулканических плато и стратовулканов при их изменчивых количественных соотношениях. В плане их структурных взаимосвязей первостепенный интерес представляет выяснение взаимопереходов между ними. Обычно различаются конусы полигенных стратовулканов и доли, или кекурники, определяемые [6] как рельеф площадных вулканических извержений и вместе с тем второстепенные элементы рельефа подножий крупных вулканических конусов. Площади кекурников иногда ограничиваются ближними подножиями конуса, но часто они имеют значительные размеры (десятки и даже сотни квадратных километров – площадь Толбачинского дола около 875 км<sup>2</sup>) и, сливаясь, образуют сплошные непрерывные поля, по площади сопоставимые с вулканическими плато. С последними их сближают типы проявления вулканизма, особенности микрорельефа и морфоструктур. Соотношения стратовулканов и кекурников довольно отчетливо выражены в районе Ключевской группы вулканов. Для них (Ключевские вулканы и территория Толбачинского дола) характерны одновременные проявления вулканических процессов;

при этом основные признаки ареального (площадного) вулканизма присущи как кекурникам, так и нижним частям стратовулканов (в частности Ключевской сопки), что как бы "размывает" структурно-геоморфологическую границу между стратовулканом и долом. Тесная сопряженность этих ландшафтов, отсутствие четких границ, сходный состав вулканитов (преимущественно основной), широкое развитие во всех случаях одинаковых мелких форм (шлаковые и лавовые конусы, экструзивные купола, воронки взрыва, трещинные каналы) подчеркивают их определенное единство. К подножиям стратовулканов приурочены наиболее мощные серии лавовых потоков, очевидно, фиксирующие максимумы проявления базальтового (ареального) вулканизма. Установлена также [6] связь максимальных проявлений вулканизма разных типов и районов с мощными глыбовыми движениями. Таким районом является сводовое поднятие Ключевской группы вулканов и его склоны. Здесь сосредоточена основная масса вулканических аппаратов, преобладают ювенильные продукты извержений (лавы и тефра). С удалением от них возрастает роль вулканогенно-терригенных фаций. Сопряженные со сводом Козыревская и Хапиченская впадины выполнены неоген-четвертичными осадочно-терригенными и туфогенными отложениями мощностью до 120 м.

Приведенные данные позволяют оценивать стратовулканы и прилегающие к ним пространства как тесно взаимосвязанные структуры и своеобразные центры тектономагматической активизации, с удалением от которых интенсивность вулканизма затухает. В этом плане локальное появление среди вулканогенно-осадочных образований Волины лав базальтов (заболотьевская свита, средняя часть бабинской свиты) может рассматриваться как признак существования здесь палеостратовулканов (палеоцентров тектономагматической активизации). Кроме того, наметившаяся "связка" стратовулкан – кекурник – плато позволяет считать последние слившимися или значительно расширившимися кекурниками, площадь которых наращивалась от районов расположения стратовулканов и их групп.

## Выводы

Основные черты структурного плана раннего венда Волины унаследованы с дорифейского (допалеозойского) времени, когда уже были обозначены контуры Волино-Полесского прогиба, ГМКЗ и ограниченных ими блоков [15, 16]. Началом тектономагматической активизации можно считать горбашевское время, когда в пределах ГМКЗ произошло значительное расчленение палеорельефа, приведшее к накоплению в локальных депрессиях и котловинах несортированных, несложистых глинисто-грубообломочных отложений, установленных в основании волинской серии. Подобные образования (миктиты) связываются [9] с формированием субщелочных магматических комплексов и рифтовых структур. Правомочность их "увязки" с тектономагматическими процессами подтверждается и тем, что формы структурного рельефа, подобные рельефу догорбашевской поверхности ГМКЗ (воронки взрыва, кратеры диаметром до 4–5 км, эксплозивные рвы и понижения), создаются при эксплозивно-фреатических извержениях без значительных выбросов ювенильного материала [12]. К. Д. Столяренко и В. А. Ентиным (1980) на примере Мощанской КС, расположенной поблизости от г. Изяслав на Волино-Подоллии, установлено, что подобные миктитам породы образовались на начальном этапе эволюции соответствующего ей магматического очага. В отдельных местах активизация фиксируется появлением пирокластического материала в верхней части горбашевской свиты [5]; при этом его количество со временем увеличивается. В конце горбашевского времени вероятны локальные внедрения и излияния базальтовых лав (в пределах ГМКЗ или прилегающих к ним частей блоков).

В бабинское время палеогеографическая обстановка существенно изменяется. В пределах низменных озерно-аллювиальных равнин, которые соответствовали центральным депрессиям КС первого порядка и опущенным блокам в пределах ГМКЗ, формируются довольно однородные слоистые толщи вулканогенно-осадочных отложений выдержанной мощности с резким преобладанием в их составе тефры, тефроидов и

кластического материала основного состава, что свидетельствует об однородном равнинном рельефе районов осадконакопления и коренном изменении источников питания, которыми могли быть только вулканы центрального типа, характеризующиеся вулканским и стромболианским типами извержений и излияниями лав основного состава, перекрывшие ранее существовавшие источники, поставлявшие в основном аркозовый материал. Положение стратовулканов этого времени, предполагаемых по приведенным выше данным (локальное появление в разрезе вулканогенно-терригенных образований лав базальтов и фаций прижерловой зоны, наличие конкретных КС, сопоставляемых с палеостратовулканами, разнообразие продуктов вулканической деятельности – от основного до кислого состава), ограничивается (рис. 1) ГМКЗ (преимущественно их пограничными частями) и полностью соответствует отмеченной выше закономерной приуроченности их к сводовым поднятиям довулканического основания и их склонам. Конкретные тектоно-магматические структуры, интерпретируемые как реликты стратовулканов – Тельче, Жиричская, Конобельская и др., имеют различное строение и, вероятно, находились к моменту захоронения на разных этапах эволюции. Палеовулкан Тельче сохранил признаки конусовидной постройки и основные первичные морфоструктурные особенности. Ряд же изометричных структур по ограничению Ратновской горст-антиклинали (Жиричская, возможно Конобельская) по морфологии и характеру разреза сопоставимы с кальдерными (кратерными) депрессиями, в которых осадочно-вулканогенные слоистые отложения чередуются с существенно лавовыми, образовавшимися в результате деятельности многочисленных шлаковых конусов, центров эрупции, трещинных излияний.

Основные черты палеоландшафта бабинского времени определялись обширными озерно-аллювиальными равнинами, окаймленными возвышенными участками расчлененного рельефа, соответствующими ГМКЗ, где на фоне равнинных участков относительно погруженных блоков (например, Выдертынской КС) возвышались отдельные стратовулканы или их группы,

сложенные тефрой и лавами базальтов у их подножий и усложненные многочисленными шлаковыми конусами и другими центрами эрупции. Продукты вулканической деятельности почти полностью перекрывали довулканические толщи и являлись основным источником кластического материала, который транспортировался временными потоками и воздушным путем в бассейны осадконакопления.

Ратновское время характеризуется резким расширением площадей ареального вулканизма за счет его распространения от подножий продолжающих действовать с бабинского времени стратовулканов прежде всего на прилегающие к ним части депрессий. Иногда они занимают всю площадь таких депрессий (Старочарторыйская, Выдертынская КС). В связи с широкими проявлениями ареального вулканизма унаследованные с бабинского времени равнины (области осадконакопления) испытали значительные структурные и ландшафтные усложнения. В их пределах формируется сеть ПМКЗ, разделяющих относительно стабильные блоки. В этих зонах и узлах их пересечения, а также в краевых, прилегающих к ним активизированных частях блоков были сосредоточены как линейные, так и изометричные вулканические каналы и связанные с ними сооружения (шлаковые и туфовые конусы, маары и другие формы). Эти участки выделялись на фоне плоскогорий в виде хребтов или островных возвышенностей. ПМКЗ разного ранга, различаясь строением и особенностями магматизма, по-разному проявлялись в вулканическом рельефе. Самые крупные из них выделялись как участки сильно расчлененного контрастного рельефа, где тесно сочетались многочисленные вулканические (шлаковые) конусы с грабенообразными и изометричными депрессиями. Здесь, наряду со значительными скоплениями агломератов и лав базальтов, временами формировались довольно мощные (до 10 м и более) пачки пирокластических и вулканогенно-осадочных пород (в частности зорянские слои). Как показывают наблюдения над извержениями, формирующими шлаковые конусы Толбачинского дола [1, 4], такое количество пеплового и терригенного материала вполне могут обеспечить подобные

местные вулканические центры. Вероятен также его частичный привнос вследствие извержений и денудации стратовулканов. Эти зоны контролировали расположение наиболее крупных водотоков, русла которых часто мигрировали из-за заполнения их периодически извергаемой лавой. Менее крупные зоны выделялись отдельными конусовидными возвышенностями, сочетающимися с линейными понижениями и валами. ПМКЗ являлись необходимыми частями структур более высокого ранга – лавовых равнин (плато), КС разных порядков, отдельных стратовулканов, кальдер и занимали в них закономерное положение. Равнинный рельеф плато активизированных участков блоков также местами усложнялся отдельными шлаковыми конусами различной формы, размера и высоты, в разной степени измененными эрозией, а также пологими понижениями изометричных очертаний, окаймленными невысокими валобразными возвышенностями. Последние соответствовали охарактеризованному выше КС третьего и более высоких порядков, обусловленных наличием приповерхностных лополитообразных интрузий (очагов) основной магмы. Особенности микрорельефа поверхности плато определялись причудливыми формами застывания лав, образующих узкие гряды длиной до нескольких километров, глыбовые поверхности, воронки, провалы. Тесное переплетение и частая смена генетических типов и фаций вулканитов ратновской свиты, резкие колебания по площади и в разрезе значений  $K_k$  (от 0 до 50–60%) отражают частую смену лавовых извержений лавово-пирокластическими и соответственные колебания петрохимических особенностей извергаемых магм. Значительное возрастание в верхней части ратновской свиты, особенно в зорянских слоях, продуктов дезинтеграции пород довулканического фундамента (эффузивов кислого состава, аркозов), вероятно, свидетельствует об определенном снижении в это время активности стратовулканов и увеличении глубины их эрозии.

Области сноса и накопления вулканогенного и терригенного материала, обособившиеся еще в горбашевское время (или даже раньше), продолжали существовать в унаследованном режиме на протяжении

всего раннего венда, а также при затухании вулканической деятельности и ее прекращении. Некоторое время, соответствующее нижней части чарторийской свиты, основным поставщиком кластического вулканомиктового материала основного состава продолжали служить стратовулканы и их подножия. Со временем возрастает и становится доминирующей роль в этом процессе вскрывающегося в результате эрозии довулканического фундамента, о чем свидетельствует преимущественно аркозовый состав терригенных отложений верхних слоев чарторийской свиты и более молодых осадков. К этому времени была в основном уничтожена суперструктура большинства стратовулканов, а продукты ареального вулканизма смежных депрессий сохранились в результате их погребения под отложениями могилев-подольской серии.

### Список литературы

1. *Активные вулканы и гидротермальные системы Камчатки. Путеводитель научных экскурсий.* – Петропавловск-Камчатский, 1986. – 225 с.
2. *Балеста С. Т., Иванов Б. В., Утнасин В. Н., Аносов Т. И.* Строение земной коры района Ключевской группы вулканов, особенности тектоники и вулканизма // Глубинное строение, сейсмичность и современная деятельность Ключевской группы вулканов. – Владивосток, 1976. – С. 7–16.
3. *Бирюлев А. Е.* О стратиграфии волюнской серии (верхний докембрий) // Сов. геология. – 1968. – № 3. – С. 45–51.
4. *Большое* трещинное Толбачинское извержение / Отв. ред. Федотов С. Л. – М.: Наука, 1984. – 637 с.
5. *Воловник Б. Я.* Терригенно-вулканогенная формация. Нижний венд // Геотектоника Волюно-Подоллии. – Киев: Наук. думка, 1990. – С. 76–84.
6. *Геология СССР. Т. 31 (Камчатка, Курильские и Командорские острова).* – М.: Недра, 1964. – 733 с.
7. *Знаменская Т. А., Коренчук Л. В., Приходько В. Л.* Палеотектонические условия формирования волюнской серии Волюно-Подоллии // Геол. журн. – 1990. – № 3. – С. 133–140.
8. *Зубин М. И., Таракановский А. А.* Тектоника и особенности поля силы тяжести района Ключевской группы вулканов // Глубинное

строение, сейсмичность и современная деятельность Ключевской группы вулканов. – Владивосток, 1976. – С. 17–28.

9. *Копылова Н. Н.* К вопросу о нижневендских тиллитах – микритах как индикаторах рифтогенеза // Тектоника и геодинамика континентальной литосферы: Материалы XXXVI Тектон. совещ. (Москва, февраль 2003 г.). – М.: ГЕОС, 2003. – С. 286–289.
10. *Лучицкий И. В.* Основы палеовулканологии. Т. 2. – М.: Наука, 1971. – 283 с.
11. *Малеев Е. Ф.* Критерии диагностики фаций и генетических типов вулканитов. – М.: Наука, 1975. – 256 с.
12. *Мелекесцев И. В.* Вулканизм и рельефообразование. – М.: Наука, 1986. – 212 с.
13. *Радзивил В. Я.* Состояние изученности ранневендской базальтовой формации Вольни; основные направления ее палеовулканологических исследований // Тектоніка і стратиграфія. – 2011. – Вип. 38. – С. 13–23.
14. *Радзивіл В. Я.* Маневицько-Степанська кільцева тектоно-магматична структура: особливості будови й еволюції // Геол. журн. – 2007. – № 2. – С. 75–85.
15. *Радзивіл В. Я., Радзивілл А. Я.* Ієрархічний ряд тектонічних і тектоно-магматичних структур Волино-Поділля // Наук. пр. Ін-ту фундамент. досліджень. – К.: Логос, 2004. – С. 45–53.
16. *Радзивил В. Я., Радзивилл А. Я.* О структурном положении очагов вендского вулканизма Вольно-Подольи // Геол. журн. – 2004. – № 4. – С. 36–44.
17. *Радзивіл В. Я., Радзивілл А. Я., Рябенко В. А., Потапчук І. С.* Тектоно-магматичні структури базальтової формації Волині (у басейні р. Стохід) // Там же. – 2002. – № 4. – С. 42–49.
18. *Семенов М. П., Савченко М. А., Клушин В. І.* Прип'ятський вал. – К.: Наук. думка, 1976. – 179 с.
19. *Тектоника Украины* / Отв. ред. Круглов С. С., Цыпко А.К. – М.: Недра, 1988. – 154 с.

Ин-т геол. наук НАН Украины,  
Киев  
E-mail: radziwil@geolog.kiev.ua

Статья поступила  
15.03.13