

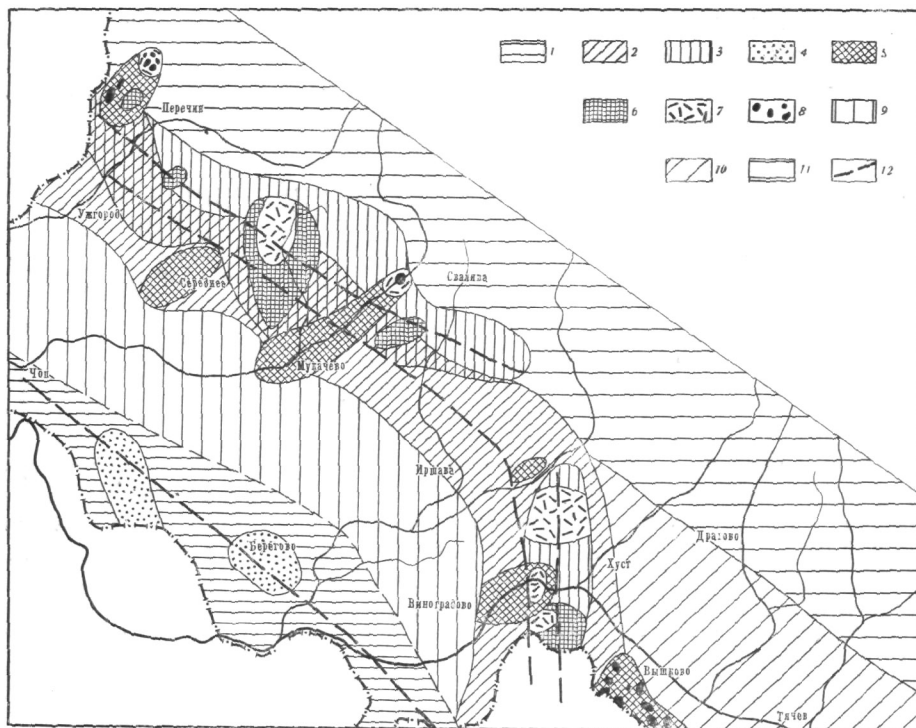
## **НАЗЕМНЫЙ ВУЛКАНИЗМ КАК КРИТЕРИИ ЭНДОГЕННОГО ОРУДЕНЕНИЯ**

В последние годы дана положительная оценка перспективности эндогенного оруденения вулканических областей. Это повлекло проведение широких поисковых и крупномасштабных геологосъемочных работ. Однако отсутствие разработанных методик поисков оруденения в вулканических областях часто приводит к излишней трате средств и времени. В предлагаемой статье рассматриваются закономерности размещения эндогенного оруденения, приуроченного к неогеновым вулканоплутоническим формациям на материале Закарпатья и других вулканических областей, формировавшихся в орогенную стадию развития геосинклинали, главным образом в прогибах и межгорных впадинах.

Вулканоплутонические формации, с которыми связано эндогенное оруденение, разделяются на типы в зависимости от составов преобладающих продуктов, глубины залегания близповерхностных интрузий, мощности вулканогенных образований и степени вскрытия интрузий эрозией (Малеев, 1965)<sup>1</sup>. Нами будут рассмотрены критерии эндогенного оруденения вулканоплутонических формаций, обусловленных проявлением основной и кислой магмы, с близповерхностными интрузиями, иногда частично эродированными и относительно глубоко залегающими, не вскрытыми эрозией (рисунок).

Вулканоплутонические формации Закарпатья — производные основной магмы — характеризуются резким преобладанием вулканических фаций над плутоническими, представленными главным образом грубообломочными вулканокластическими породами с подчиненным количеством лав. Обычно это — разрушенные стратовулканы и небольшие моногенные вулканы. Среднее количество лав составляет 10—15%. Плутонические фации составляют несколько процентов объема общего количества материала. Они представляют собой дифференциаты базальтовой магмы и проявляются в виде гипабиссальных интрузий, иногда едва вскрытых эрозией или устанавливаемых по площадному распространению экструзий. Экструзии в апикальных частях представлены стекловатыми разновидностями, а с глубиной переходят в полнокристаллические горные породы. По составу преобладают гранодиоритовые разновидности, более кислые находятся в подчиненном количестве и еще в меньшем количестве присутствуют основные породы. Размеры площадей развития гипабиссальных интрузий или экструзий колеблются от 4—8х12—20 км. Они располагаются среди пород эффузивных фаций примерно на расстоянии 20 км друг от друга. Обычно районы развития плутонических фаций вытянуты перпендикулярно лентообразным контурам вулканоплутонических формаций, а плутонические и экструзивные тела контро-

<sup>1</sup> Вулканоплутонические и рудные формации Закарпатья. Изв. АН СССР, серия геол., 1965, № 10.



### Области развития вулканоплутонических формаций Закарпатья

1 — неэродированная вулканоплутоническая формация с относительно глубокими интрузиями кислого состава; 2 — эродированная вулканоплутоническая формация с близповерхностными интрузиями дифференциатов основного состава; 3 — неэродированная вулканоплутоническая формация с близповерхностными магматическими очагами дифференциатов основной магмы. Области развития: 4 — экструзий липарита формации кислой магмы; 5 — среднекислых экструзий эродированной формации основной магмы; 6 — среднекислых экструзий неэродированной формации основной магмы; 7 — кислых экструзий формаций основной магмы; 8 — гипабиссальные интрузии; 9 — Чоп-Мукачевская впадина; 10 — Солотвинская впадина; 11 — область палеогенового флиша Карпат; 12 — предполагаемые глубокие разломы

лируются оперяющими, перпендикулярными трещинами к глубоким разломам, обусловившим подъем основной недифференцированной магмы, давшей главным образом продукты вулканических фаций. В пределах районов развития гипабиссальных интрузий и экструзий вулканические фации составляют около 70—80% площади. В тех местах, где вулканоплутонические формации граничат с областью развития складчатого флиша или моласс и где эродированы вулканические фации, гипабиссальные интрузии залегают среди более древних осадочных пород, создавая впечатление самостоятельных малых интрузий.

Вулканоплутоническая формация, обусловленная проявлением кислой («коровой») магмы, развита на юге Закарпатья. На поверхности залегают только вулканические фации, а плутонические, по аналогии с полэродированными формациями, описанными выше, определены по группам липаритовых экструзий, проявленных на поверхности и приуроченных к ним формациям вторичных кварцитов. Вулканические фации, слагающие разрушенный стратовулкан, представлены преимущественно обломочными продуктами липаритового состава, и только незначительная часть первых продуктов имеет андезитобазальтовый состав. Группы экструзий липаритового состава расположены в виде цепочек куполов. Предполагаемые близповерхностные магматические очаги, если судить по скважинам, вероятно, находились под вулканогенно-молассовыми

отложениями, имеющими мощность около 1000 м, в подстилающих метаморфических породах мезозойского возраста.

Таким образом, plutonic facies представляют собой продукты кислого состава, в одном случае связанные, вероятно, с родоначальной кислой магмой, а в другом — представляя собой дифференциаты основной магмы. Соотношения двух типов кислого вулканизма сведены в приводимой схеме.

**Схема соотношений типов кислого вулканизма**

| Характер продуктов магматизма  | Региональный тип кислого вулканизма   | Локальный тип кислого вулканизма   |
|--|---|--|
| Абсолютное преобладание кислых вулканитов (в пределах глубинных разломов)        | Тысячи и десятки тысяч кубических километров  | Десятки (редко несколько сотен) кубических километров  |
| Относительное преобладание продуктов кислого вулканизма по сравнению с основными | Преобладание продуктов кислого состава (продукты основного состава отсутствуют или составляют несколько процентов)              | Продукты основного состава превышают 90% (иногда вулканиты сложены целиком этими продуктами) |
| Соотношение plutonic facies вулканических фаций                                  | Plutonic facies близки по объемам вулканическим   | Plutonic facies составляют несколько процентов объема вулканических фаций                    |
| Типы извержений, порождающие породы кислого состава                              | Катастрофические извержения близки к Катмайскому типу, но несравненно грандиознее; сопровождаются кальдерами обрушения          | Извержения Катмайского (Безымянного), Пелейского, Плинианского типов со взрывными кальдерами |
| Вулканические фации  | Мощные пирокластические потоки, сложенные пемзами игнибридами   | Пирокластические потоки, сложенные грубообломочным слабопористым материалом                  |
| Приуроченность к геоструктурным зонам  | Вулканические проявления обычно удалены от геосинклинальных трогов и находятся в пределах срединных массивов и по их обрамлению | Продукты вулканизма расположены вблизи бортовых частей геосинклинальных трогов               |

### ПРОЯВЛЕНИЕ ПОСТМАГМАТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Постмагматические процессы имеют широкое развитие как среди вулканических, так и plutonic facies. Однако типы полей гидротермально измененных пород различны. Автором выделяется три типа полей гидротермально измененных пород: 1) околожерловой области, 2) области разгрузки глубинных гидротерм, разделяющейся на два подтипа — над интрузией и по ее периферии, и 3) области зон разлома без проявления вулканизма на поверхности. С plutonic facies вулканоплутонической формации сопряжен только подтип полей гидротермально измененных пород разгрузки глубинных гидротерм над интрузией. Эти поля измененных пород отличаются от остальных тем, что здесь обычно метасоматический разрез представлен полностью, имея следующий вид (сверху вниз): монокварциты, опалиты, алуныты, аргиллизированные породы, пропилиты. Поля таких типов гидротермально измененных пород, как, например, околожерловые и другие, распространены преимущественно в пределах развития вулканических фаций.

Таким образом, поля гидротермально измененных пород, представляющих собой полную метасоматическую колонку, имеющую в верхней части формацию вторичных кварцитов, а в нижней — пропилитов, расположены в областях групп экстрезий кислого или среднекислого состава и перспективны для эндогенного оруденения. В некоторых районах верхняя часть метасоматической колонки может быть эродирована, в силу чего будут обнажены аргиллизированные или пропилитизированные

породы. В этом случае кислые экстрезии также могут быть в той или иной мере эродированы и вскрыты нижние их части, представляющие собой по существу породы гипабиссального характера.

Постмагматические изменения пород могут не соответствовать данному циклу вулканизма и быть наложенными на более древние вулкано-генные образования. Так, например, околочерловый тип полей гидротермально измененных пород должен приурочиваться только к центрам извержения, в то время как тип разгрузки глубинных гидротерм над интрузиями при полной метасоматической колонке обычно развит в области массового развития кислых экстрезий, но сами экстрезии, как правило, остаются неизменными. При определении эндогенного оруденения по эффузивному вулканизму необходимо отметить, что плутонические фации не эродированы и на поверхности развиты только экстрезии кислого или среднекислого состава, и в этом случае поля гидротермально измененных пород не разрушены и в своих верхних частях, как правило, не содержат полезных ископаемых. Промышленное эндогенное оруденение обычно располагается в более нижних горизонтах. Так, например, в Закарпатье промышленное свинцово-цинковое оруденение расположено в зоне пропилитизации, в то время как в верхних горизонтах оно отсутствует. Вместе с тем к верхней части метасоматической колонки (опалиты, монокварциты) приурочиваются теллуру-висмутовое и ртутное оруденения, не имеющие промышленного значения.

Таким образом, при изучении вулкано-генных образований следует выделять области массового развития кислых экстрезий и приуроченные к ним поля гидротермально измененных пород, рассматривая их как проявление на поверхности близповерхностных магматических очагов. Эти области, безусловно, являются наиболее перспективными для поисков эндогенного оруденения. Следует иметь в виду, что в процессе формирования вулкано-плутонической формации вначале накапливаются вулканические продукты, а затем происходит становление интрузий, завершающих этапы или фазы вулканизма. С ними и связаны поля гидротермально измененных пород типа разгрузки глубинных гидротерм над интрузиями. В тех случаях, когда становление интрузий происходит в несколько импульсов, вероятно, последние из них будут наиболее перспективны в отношении эндогенного оруденения.

### **ЛОКАЛИЗАЦИЯ ЭНДОГЕННОГО ОРУДЕНЕНИЯ**

Опыт изучения рудопроявлений Закарпатья и других вулканических областей показал, что поля гидротермально измененных пород типа разгрузки глубинных гидротерм над интрузиями наиболее перспективны для поисков эндогенного оруденения, т. е. оруденение приурочивается к районам плутонических фаций вулкано-плутонических формаций в пределах полей гидротермально измененных пород. Вместе с тем перспективность и характер эндогенного оруденения определяются типом вулкано-плутонических формаций, т. е. локализация эндогенного оруденения обусловлена типом магмы, глубиной залегания близповерхностных интрузий, мощностью вулкано-генных образований и степенью вскрытия интрузий эрозией.

Тип магмы. В Закарпатье вулкано-плутонические формации связаны с основной и кислой магмами (Малеев, 1965). С кислой магмой связано золото-свинцово-цинковое оруденение Берегово-Бая-Марской рудной формации сарматского возраста, в которую входят известные промышленные месторождения Бая-Маре (Румыния), Тилькибания (Венгрия), Береговское и Беганьское (СССР). С дифференциатами основной магмы связано теллуру-висмутовое оруденение с ртутью плиоценового возраста, приуроченное к формации вторичных кварцитов, и

свинцово-цинковое — к нижней, где развита пропилитизация. Редкометалльные и полиметаллические рудопроявления Закарпатья, связанные с основной магмой, пока не имеют промышленного значения. Вместе с тем эти формации перспективны для поисков алунита, бентонитовых глин, минеральных красок, перлита и других нерудных полезных ископаемых. Таким образом, в зависимости от типов магмы определяется перспективность вулканоплутонических формаций на полезные ископаемые. Формации, обусловленные проявлением основной магмы, для Закарпатья не перспективны, а формации, связанные с кислой магмой, перспективны. Не придавая этому выводу универсального значения, следует все же отметить, что современные и плиоцен-четвертичные вулканогенные образования Тихоокеанского вулканического кольца, обусловленные проявлением основной магмы, перспективны для поисков серы, алунита и других полезных ископаемых и не перспективны для полиметаллического и редкометалльного оруденения.

Глубина залегания близповерхностных интрузий может быть различной. Вулкано-плутонические формации основной магмы, залегающая в породах вулканических фаций, выходят на поверхность в виде сложных и крупных куполов с эффузивным обликом пород, переходя постепенно в гипабиссальные интрузии. В пределах Чоп-Берегово-Бая-Марской вулканоплутонической формации, связанной с кислой магмой, интрузии не вскрыты в значительно эродированных эффузивных фациях и не подсечены скважинами. По геологическим данным они, вероятно, залегают в подстилающих вулканиты мезозойских породах.

Таким образом, в первом случае интрузии перекрываются эффузивно-туфогенными образованиями, а во втором — слоистой толщей моласс, представленной переслаиванием аргиллитов и туфов, что создает благоприятную геологическую обстановку благодаря наличию экранирующих горизонтов. Залегание интрузивных пород в карбонатно-осадочных толщах также создает благоприятную обстановку для рудоотложения. Следовательно, залегание интрузий на значительной глубине более перспективно для рудоотложения, чем в близповерхностных интрузиях, расположенных в непосредственной близости к поверхности, в вулканогенных фациях. При наибольшем отрыве вулканических фаций от плутонических труднее устанавливать между ними связь и определять местоположение интрузий по экструзиям, проявляющимся на поверхности, однако такого типа вулканоплутонические формации наиболее перспективны для эндогенного оруденения.

Мощность вулканогенных образований также имеет прямое отношение к рудообразованию. При одном и том же залегают плутонических фаций и разных мощностях вулканических фаций плутонические фации будут залегают либо в вулканогенных образованиях, либо в подстилающих породах. В условиях отсутствия в вулканогенных образованиях экранирующих горизонтов рудообразование будет сильно затруднено. Но при воздействии гидротермальных растворов на легкоподвергающиеся изменению вулканокластические породы могут образоваться мощные залежи каолина, алунита, бентонитовых глин, минеральных красок и других полезных ископаемых. При малой мощности вулканогенных образований, подстилающихся осадочными породами, обладающими экранами, вероятность эндогенного оруденения увеличивается.

Степень вскрытия плутонических фаций эрозией. Этот признак нельзя отнести к генетическим, однако глубоко эродированные вулканические фации повлекут уничтожение близповерхностных месторождений, связанных с формацией вторичных кварцитов (алуниты, бентониты, каолины, минеральные краски и другие полезные ископаемые), и металлы эндогенного происхождения. В глубоко эродированных

вулкано-плутонических формациях вулканические фации могут быть частично или полностью эродированы, и в этом случае одна из фаций вулканоплутонической формации может быть ошибочно принята за обособленные самостоятельные малые интрузии.

Учитывая изложенное, можно заключить, что в процессе поисков эндогенного оруденения в вулканических областях в первую очередь необходимо установить отношение вулканических фаций к плутоническим, а при определении вулкано-плутонических формаций — сосредоточить работы на областях развития плутонических фаций. В областях, где не вскрыты плутонические фации, проекция последних на поверхность может быть определена по группам экструзий кислого или среднего состава и развитию формации вторичных кварцитов типа разгрузки глубинных гидротерм над интрузиями. Вулкано-плутонические формации кайнозойского возраста, связанные с кислой магмой земной коры, более перспективны для поисков эндогенного оруденения, чем связанные с основной магмой верхней мантии. В малоэродированных вулкано-плутонических формациях, где сохранилась метасоматическая колонка полностью в верхней ее части, в зоне сернокислого выщелачивания концентрируются месторождения каолина, алунита, бентонитовых глин, минеральных красок и др. В нижних зонах к области пропилитизации приурочиваются свинцово-цинковые, медные и другие гидротермальные месторождения.