

ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

М. Д. ОВАНЕСЯН

**ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ШЛАКИ
АРМЯНСКОЙ ССР**

(геологическое строение, генезис, вопросы разведки
и перспективы развития)

(Специальность: 127

«Петрография, литология, минералогия»)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

ЕРЕВАН—1968

ЕРЕВАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

М. Д. ОВАНЕСЯН

**ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ШЛАКИ
АРМЯНСКОЙ ССР**

(геологическое строение, генезис, вопросы разведки
и перспективы развития)

(Специальность: 127

«Петрография, литология, минералогия»)

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

ЕРЕВАН—1968

Ереванский государственный университет направляет Вам автореферат диссертации тов. М. Д. Ованесяна на тему: «Вулканические шлаки Армянской ССР», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Работа выполнена при общественной аспирантуре РСНТО Арм. ССР и НИИ камня и силикатов Министерства промстройматериалов СССР.

Научный руководитель: доктор геолого-минералогических наук, профессор **В. П. Петров**.

Официальные оппоненты: академик АН Арм. ССР, доктор геолого-минералогических наук **К. Н. Паффенгольц**, кандидат технических наук **В. О. Саакян**.

Работа направлена на отзыв в Геологический институт АН Арм. ССР.

Автореферат разослан « » 1968 г.

Защита диссертации состоится « *iii* » *дсезади XII* 1968 г. на заседании объединенного совета по присуждению ученых степеней геологического и географического факультетов ЕГУ.

С диссертацией можно ознакомиться в кабинете научных работников университета.

Ваш отзыв (в двух экземплярах, с заверенной подписью) просим прислать по адресу: г. Ереван — 49, ул. Мравяна, 1, Ереванский государственный университет.

Ученый секретарь совета ЕГУ **Г. М. Мнацаканян**.

ВВЕДЕНИЕ

Вулканические шлаки широко распространены в пределах Армянского нагорья. Являясь продуктом четвертичного вулканизма, они главным образом слагаются в конусовидные аппараты, состоящие из мощных (до сотен метров) обломочных материалов, порою чередующихся с лавовыми излияниями.

Первые краткие сведения о шлаковых конусах области в качестве центров излияний базальтовых лав имеются у Г. Абиха (1899). В наши дни некоторое внимание к шлаковым конусам уделялось в связи с изучением геологии либо вулканизма различных районов Армении.

256
Объектом промышленного использования вулканические шлаки стали с 1950 г., ввиду применения их в легких и облегченных бетонах. В течение 1956—1961 гг. в республике разведано ряд месторождений шлака из которых лишь в двух месторождениях (Аванском и Кармрашенском) организовано получение дробленной и фракционированной продукции. В остальных ведется не плановая и кустарная разработка.

Высокая эффективность применения шлакового сырья, обладающего широким диапазоном физико-механических свойств, а также отсутствие научных обобщений о шлаках вообще, побудили автора, начиная с 1961 года, производить полевые и лабораторные работы по комплексному изучению природы этих пород. При этом использованы все имеющиеся литературные и отчетные материалы, в том числе касающиеся Камчатских и Грузинских шлаков. Используются также материалы автора периода поисково-съемочных работ 1951 — 60 гг.

В работе использованы результаты около 250 проб, связанных промышленной оценкой новых месторождений шлака. На базе этих же проб проведены минерало-петрографические и другие исследования.

В течение многих лет автором на полосе четвертичного вулканизма Армении изучено более 200 шлаковых конусов, геологическая характеристика значительной части

которых приводится впервые, а характеристика ранее описанных центров дается в свете новых данных.

В работе освещены следующие основные вопросы:

1. Строение и морфологические особенности шлаковых конусов.

2. Классификация шлаковых скоплений, характер их залегания, а также установление минерало-петрографических, химических и прочих особенностей вулканических шлаков по районам развития.

3. Зерновые составы, физико-механические свойства и установление типов шлаков согласно указанным параметрам.

4. Зависимость свойств шлаков от их генетических особенностей и состава.

5. Условия образования и типы шлаковых конусов, их приуроченность к местной или региональной тектонике.

6. Пути повышения эффективности разведки шлакового сырья, математический анализ разведочной сети по данным опыта разведки.

7. Перспективы применения шлакового сырья в различных отраслях народного хозяйства.

Результаты исследований и рекомендации автора по использованию армянских шлаков легли в основу ряда строительных проектов республиканского значения (трасса переброски р. Арпа в оз. Севан, Дилижанский, Артикский и др. спец. объекты).

Работа состоит из введения, общей и специальной частей, включающих 7 глав, заключения и списка использованной литературы (186 названий). Основной текст изложен на 223 страницах, включающих 30 таблиц и 81 фотоиллюстрации разрезов, карт, обнажений и различных видов описываемых объектов.

К диссертации включены также результаты минералогического и петрографического анализов с микрофото-снимками шлифов, физико-механические и технологические свойства, показатели изменчивости свойств шлаков по месторождениям.

Автор приносит искреннюю благодарность своему руководителю, доктору геолого-минералогических наук, профессору **В. П. Петрову**, председателю общественной аспирантуры РСНТО Арм. ССР академику **М. В. Касьяну**, директору НИИ камня и силикатов **М. Л. Оганесяну** и всем остальным товарищам, оказавшим большую практическую помощь в составлении диссертации.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Изучение вулканических шлаков представляет большой интерес как в теоретическом, так и, особенно, в практическом отношении, колоссальные запасы высококачественных шлаков в Армянской ССР (около 3 млрд. м³), а также благоприятные горно-технические условия и простота эксплуатации позволяют значительно расширить области применения шлаков в народном хозяйстве.

В республике насчитывается около 300 больших и малых центров извержений среди которых шлаковые конусы составляют подавляющее большинство. Последние расположены группами и в одиночку вдоль центральной полосы нагорья, простираясь от Мокрых гор Ахалкалакского плато до Зангезурского хребта, пересекая массив г. Арагац, Гегамский и Варденикский хребты. Хорошая сохранность большинства шлаковых конусов и кратеров, а также взаимосвязь с различными покрывающими либо подстилающими породами позволяют вплотную подойти к определению их возраста и тектонической приуроченности к тем или иным структурам.

Освоение разведанных и перспективных месторождений шлака ведется довольно медленно. По имеющимся данным на базе изученных объектов с общим запасом около 100 млн. м³ годовая добыча составляет лишь 100 тыс. м³, т. е. эксплуатацией охвачен 1% шлакового сырья. Это объясняется тем, что шлаки пока применяются главным образом как строительный материал сугубо местного значения.

ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ И СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСА

Армения, как страна новейшего вулканизма, издавна привлекала внимание исследователей и натуралистов. В настоящее время на фоне широкого освещения вопросов геологии и вулканизма области положение изученности шлаков пока что не находится на должном уровне. Порою коренные различия между вулканическими и промышленными шлаками почти сглаживаются. В противовес этому промышленные шлаки изучены со всей подробностью.

К числу важнейших вопросов в изучении природы шлаков, кроме физико-механических свойств, следует считать установление глубин залегания очагов, направление каналов, процессы шлаковывброса, особенности стекла, а

также вопросы, касающиеся эффективности применения шлаков в различных отраслях народного хозяйства.

Термин «Шлак» (нем. Schlacke) в переводе означает кричный (печной) сок и в первые употреблен в Германии в связи с развитием металлургии (XV—XVI вв). Позднее термин «шлак» механически был перенесен на пористые вулканические породы базальтового состава в результате их внешнего сходства с доменными шлаками.

Шлаковые скопления, под названием вторичных или паразитических конусов развиты во многих вулканических областях мира (Исландия, Италия, Индонезия, Гавайские острова и др.).

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕНТРОВ ИЗВЕРЖЕНИЙ

Характеристика армянских шлаков в работе дается на фоне геологического строения и вулканизма области.

Вулканические шлаки слагаются в конусы, холмы, бугристые ряды, выступы и другие скопления. Форма тела и внутреннее строение шлаковых скоплений позволяют восстанавливать условия их образования.

На территории Армянской ССР вдоль центральной полосы выделяются четыре последовательно связанных района вулканических очагов:

- 1) Массив г. Арагац и бассейны р. р. Ахурян, Аракс и Касах;
- 2) Гегамское нагорье и бассейн р. Раздан;
- 3) Варденинский хребет и бассейн р. Арпа;
- 4) Зангезурский хребет и бассейн р. Воротан.

В каждом из этих районов имеется определенное количество центров извержений, собранных группами, либо разбросанных на значительной площади.

В работе характеристика каждого района и группы центров извержений дается на фоне геологии и тектоники данных площадей. Среди шлаковых центров Армении многие расположены полукольцевыми либо линейными выходами, частично приуроченными к разрывным нарушениям и прочим структурам регионального характера. Наблюдается также преимущественная концентрация шлаковых конусов вокруг массивов и хребтов, вероятно обусловленная ответвленной сетью небольших магматических очагов.

Изучение центров извержений массива г. Арагац и ее периферии позволяют заключить, что появление вторичных центров на теле массива протекало в течение всего

онтропогена. Однако ряд центров изливали также лавы, которые бронировали древние породы на значительных площадях. В Арагацской области территориально выделяются 7 групп, включающих 47 шлаковых конусов.

Характерной особенностью этой области является зональное расположение центров извержений, т. е. ранние центры располагаются по периферии массива, на низких отметках, а более молодые — ближе к центральному кратеру. Параллельно с этим групповые очаги огибают массив преимущественно по дуговым линиям, и внутри каждой дуги отчетливо выделяются общность генетических и возрастных черт.

Центры извержений Гегамского нагорья занимают обширную территорию вдоль хребтовой полосы и ЮЗ берега оз. Севан, охватывая также междуречья р.р. Раздан, Аргичи и верхних притоков р. Азат. Вулканы нагорья представлены в основном шлаковыми конусами, отличающимися разной сохранностью. Большая часть Гегамской области покрыта мощным плащом четвертичных лав, из под которых местами обнажаются породы фундамента. Излияние лав происходило из центральных аппаратов, насыщенных преимущественно вдоль разрывных трещин гребневой зоны хребта. Центры извержений в районе подразделяются на 11 групп, включающих 92 крупные и малые шлаковые постройки. Среди них имеются простые и сложные шлаковые конусы, некоторые из которых обнаруживают элементы стратовулканов.

Центры извержений Варденисского хребта и бассейна р. Арпа представлены также, в основном, шлаковыми конусами различной величины, разбросанными вдоль северных и южных склонов хребта. Лавы из некоторых центров стекали вдоль ранней гидросети, образуя потоки столбчатых базальтов мощностью до 10—20 м. Центры извержений Даралагязского синклинория в большинстве случаев приурочиваются в Анкаван—Зангезурскому разлому глубинного заложения (А. А. Габриелян, 1959), а также к продольным разрывным нарушениям и подчиненным им локальным поперечным трещинам антикавказского простирания.

Центры извержений Варденисского хребта и бассейна р. Арпа разделяются на 6 групп, включающих около 60 разнородных шлаковых конусов высотой 50—200 м каждый. Некоторые центры (Вайоцсар и др.), представляют собой образцы молодого сложного вулкана с идеально усеченными конусами, высотой до 300 м и кратерной ворон-

кой глубиной более 100 м. Лавовые излияния вулкана Вайоцсар занимают площадь более 70 км².

Зангезурский хребет и бассейн р. Воротан являются ЮВ оконченностью вулканической зоны Армянского нагорья. Здесь располагаются многочисленные мелкие и средние шлаковые конусы, разбросанные на огромной территории и локально сконцентрированные вокруг отдельных центров. Тектоническая приуроченность описуемых центров точно не установлена, но иногда наблюдается их общая развитость в СЗ направлении и приуроченность разрывным линиям СВ простирания. На хребтовой полосе между Армянской ССР и Азербайджанской ССР К. Н. Паффенгольцем (1948) отмечены многочисленные шлаковые центры и кратеры с отдельными лавовыми потоками.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ И УСЛОВИЯ ЗАЛЕГАНИЯ ШЛАКОВЫХ ПОРОД

По морфологическим признакам и условиям залегания выделяются простые (моноактные) и сложные (полиактные) формы шлаковых скоплений. Они могут быть кратерными и бескратерными, полукольцевыми и мелкохолмистыми грядами.

По условиям залегания выделяются также косогорные и пластовые залежи. Кроме того для шлаковых скоплений характерны грубослоистые мантии, покрывающие поверхности конусов и выдувные оболочки, связанные с местными газовыми вспышками.

Простые шлаковые конусы отличаются малыми размерами (высота их до 50—80 м), весьма пологими склонами (10—15°), отсутствием чередований лав со шлаками и однородностью материала. Простые шлаковые конусы, как и холмовидные скопления в основном отличаются отсутствием кратеров. Шлаковые конусы Армении большей частью представлены данным типом скоплений.

Сложные или полиактные конусы, встречающиеся реже, отличаются крупными размерами, наличием кратерной воронки и чередованием лав со шлаками, а также крутизной склонов (25—40°), позволяющих отнести их к настоящим вулканическим аппаратам (Вайоцсар, Армаган и др.).

Полукольцевые либо подковообразные шлаковые конусы встречаются несколько реже и в генетическом отношении представляют больший интерес. Некоторые из них характеризуются наклонным выбросом и воздушной сенарацией материала.

Среди шлаковых скоплений определенное место занимают мелкохолмистые (или бугристые) гряды, которые кучевидным либо линейным расположением огибают основные вулканические центры и являются результатом быстрого перемещения очага вдоль разрывной трещины. По характеру материала и малым объемом скоплений они лишены практического интереса.

Косогорные и пластовые залежи представляют собой грубоотсортированные и мощные накопления на пологих участках, являющиеся зачастую крупной базой для эксплуатации.

Грубослоистые покровы, представленные сильно ошлакованной лавой (шлаколавой), мощностью от нескольких метров до 10 — 30 м служат жестким чехлом для шлаковых конусов. По нашим наблюдениям они являются результатом завершающего цикла конусов, при котором вытекает сильно пенистая лава, приводящая к закупорке канала. Этот тип шлакового материала в работе выделяется вперые.

Выдувные оболочки (или пузыри и раздувы), связанные с местными газовыми вспышками, по форме, размерам и характеру застывания отличаются большим разнообразием.

ПРОДУКТЫ ИЗВЕРЖЕНИЯ И СНОСА ШЛАКОВЫХ КОНУСОВ

Продукты шлаковых конусов по своим генетическим признакам делятся на три основные группы: 1. взрывные, 2. эффузивные и 3. продукты сноса и переотложения.

К группе взрывных продуктов относятся шлаки всех типов, лапилли, пески и пеплы, а также вулканические бомбы и глыбы, образующие крайне неравномерные скопления в шлаковых конусах.

К эффузивным продуктам относятся лавовые излияния, по составу в основном, отвечающие обломочным разностям этих же конусов.

Продукты сноса и переотложения по своему разнообразию и важности занимают также значительное место. Они по способу транспортировки и накопления разделяются на две основные подгруппы в практическом отношении равнозначно важные: 1. делювиально-пролювиальные и 2. эоловые. Предвидется также выделение озерно-речного типа переотложенных шлаков.

В работе дается подробная характеристика всех указанных разновидностей шлаков.

МИНЕРАЛО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ШЛАКОВ

Раздел содержит основные характеристики петрографии, минералогии, химизма и других особенностей шлаков. Значительное место отводится также выяснению природы основного вулканического стекла.

На основе многочисленных проб, шлифов и искусственных шлихов установлены главные черты природы шлаков и вариации их кислотности. Основу шлаковой породы (95—99%) составляет разностепенно вспученное вулканическое стекло основного состава, в котором весьма неравномерно рассеяны микролиты и кристаллиты ряда минералов (плаггиоклазы, пироксены, рудный минерал и др.). При этом последние зачастую оплавлены и раздроблены.

Плаггиоклазы большей частью представлены андезин-лабрадором, а пироксены — авгитом и гиперстеном. Встречаются также роговая обманка апатит, диопсид, оливин (иногда весьма свежий), а также магнетит, лимонит, пирит. Стекло обычно в той или иной степени пропитано гидроокислами железа. Структура шлаков в основном порфирировая, микропорфирировая, витрофирировая. Текстура пористо-пузыристая. При этом размеры и формы пор весьма различны, пористость доходит до 40-80%.

Иммерсионным методом в шлаках обнаружены 36 минерал-агрегатов, заключенных в легкой или тяжелой фракции. При этом содержание легкой фракции составляет 95-99% от общего объема породы. В тяжелой фракции встречаются: корунд, сфен, самородная медь, барит, эпидот, серицит, арсенопирит, марказит, хромит актинолит, хлорит, биотит, серпентин. Шлаки на полосе, протянутой от Арагаца до Зангезура отличаются рядом особенностей, приводящим к наличию либо отсутствию того или иного показателя, минерала и т.д. Например, уменьшается степень лимонитизации и количество полевых шпатов, появляется кварц, кальцит оливин (притом свежий), увеличиваются все более амфиболы, апатит, циркон, сфен, магнетит, гематит и пирит.

Некоторые вариации наблюдаются и в химизме шлаков. На основе химических анализов и перерасчета их числовых характеристик по А. Н. Заварицкому выявляются базальтовый и андезит-базальтовый составы шлаков. В Арагацской области замечается преобладание шлаков базальтового состава, на Гегамском и Вардениском хребтах преоб-

ладают шлаки андезито-базальтового состава, а на Зангезуре — смешанные. Состав редких и рассеянных элементов вулканических шлаков сходен с общим фоном микроэлементов соответствующих лав (базальтов и андезитобазальтов), однако имея свои особенности. На основе спектрального анализа многочисленных проб были выявлены характерные черты шлаковых скоплений по областям их распространения.

В результате изучения природы основного вулканического стекла электронным микроскопом, а также проведения термического и рентгеноструктурного анализов впервые выявились ряд черт, позволяющих в какойто мере определить взаимосвязи, существующие между генетическими особенностями и свойствами шлаков. Эти взаимосвязи выражены в наличии либо отсутствии того или иного компонента, в вариациях термограмм, в появлении ультрапористости или других изменений стекла, в обнаружении зачаточных кристалликов и в ряде структурных новоявлений. Однако затронутые вопросы еще требуют своего дальнейшего освещения.

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ШЛАКОВ

Основные параметры свойств шлаков по их фракциям и типам приведены в таблицах 1 и 2. Из таблиц видно, что природная шлаковая смесь почти всегда включает в себе три основные фракции в разных пропорциях: песок, щебень и кусковой шлак. Согласно табл. 2 армянские шлаки разбиваются на: легкий, облегченный и тяжелый типы. Несмотря на имеющиеся различия, в одних и тех же скоплениях наблюдаются переходы от легких к промежуточным или же к тяжелым типам. При этом шлаки промежуточного типа встречаются чаще, нежели легкие либо тяжелые.

Зерновой состав шлаков, как и их физико-механические свойства отличаются широким разнообразием. Здесь довольно четко проявляется зависимость физико-механических свойств от особенностей условий образования. На основе этой зависимости удается выделить ряд поисковых критериев, способствующих нахождению шлаков с требуемыми свойствами.

На полосе четвертичного вулканизма Армении наблюдается зональное расположение шлаковых центров с преобладанием различных свойств сырья. Это позволяет выделить районы, где можно обнаружить искомый тип шлаков.

Таблица 1.

Физико-механические свойства шлаков Армении по фракциям природной смеси

Параметры	Ед. изм.	Фракции			
		Природная смесь	Шлако-вый щебень	Шлако-вый песок	Куско-вый шлак
Объемный вес	кг/м ³	642—1395	472—1355	742—1310	792—1395
Удельный вес	г/см ³	2,6—2,9	2,6—2,9	2,6—2,88	2,6—2,86
Водопоглощение	%	18,8—35,5	6,6—38,1	—	12,6—52
Суммарная пористость	%	41—85	44,1—76	34,2—67	45,9—70
Содержание песка	%	35,6—61,5	—	—	—
«—» бомб	%	2—20	—	—	—
«—» пылевид. фр.	%	—	—	1,4—44	—

Таблица 2.

Основные параметры свойств по типам вулканических шлаков

Физико-механические свойства	Т и п ш л а к а		
	легкий (Карча-шенский)	облегченный (средний)	(Аванский) тяжелый
Объемный вес, кг/м ³	400—600	600—1000	1000—1600
Удельный вес, г/см ³	2,3—2,6	2,6—2,8	2,8—2,9
Водопоглощение по ве-су, %	20—60	15—40	10—20
Предел прочности при сжатии, кг/см	50—100	100—300	300—500 до 1000

Зависимость физико-механических свойств шлаков от состояния и степени вспучивания вулканического стекла выражается формулой

$$\gamma_{ш} = \rho_{м} (1 - \nu)$$

где, $\gamma_{ш}$ — объемный вес шлака в залежи;

$\rho_{м}$ — плотность породы;

ν — суммарная пустотность

Коэффициент вспучивания ($K_{в}$) определяется по формуле:

$$K_{в} = 1 + \frac{\alpha}{\rho}$$

где α — объем газовой фазы во вспученном шлаке

ρ — объем стекла во вспученном шлаке.

Расчеты показывают, что очень легкие и очень тяжелые шлаки образовались в редких случаях, образование же среднего типа шлаков более вероятно, что подтверждается результатом исследований шлаковых конусов.

ГЕНЕЗИС ВУЛКАНИЧЕСКИХ ШЛАКОВ

Зависимость свойств шлаков от условий их образования свидетельствует о наличии таких генетических черт, благодаря которым эти породы становятся весьма интересными в практическом отношении.

В генезисе шлаков значительное место занимают вопросы механизма их образования, тектоники, характера извержения очагов, направления каналов и т. д.

Анализ имеющегося материала показал, что массовое извержение шлаков в основном происходило по тектоническим либо местным разрывным каналам линейного и дугообразного расположения. По этой причине шлаковые конусы большей частью находятся вдоль определенных линий в зоне ареального вулканизма, а также огибают массивы и хребты групповыми очагами.

Следует отметить, что вдоль хребтовых линий, объединяющих массивы и возвышенности, фиксируются низкие отрицательные силы тяжести (100—120 миллигал), приводящие к постоянному наличию больших напряжений земной коры.

Шлаковые конусы зачастую группируются также вокруг локальных линий, имеющих, вероятно, связь с неглубоко залегающими очагами. Среди армянских шлаковых центров по генетическим признакам выделяются шесть основных типов конусов, последовательно сформировавшихся в течении четырех стадий развития: начальной, шлаковой, лавовой и шлако-лавовой.

Конусы I типа характеризуются малыми размерами, насыщенным типом залегания шлаков и имеют большое распространение. **В конусах II типа** определяется чередование лав и шлаков, а также частично они подстилаются лавами. **Конусы III типа** отличаются крупными размерами, окружены лавами и покрыты чехлом сильно-ошлакованных лав (шлаколав). Для **конусов IV типа** характерно покрытие вершинной части небольшим базальтовым покровом и наличием в теле конуса лавовых инъекций. **V тип конусов**, выделенный автором впервые, образуется многоканальным (трещинным) выбросом шлаков при отсутствии единого кратера и наличии даечных тел базальтов. **VI тип**

конусов образуется в основном наклонным выбросом материала, приводящим к созданию полукольцевых (подковообразных) скоплений шлаков.

В генетическом отношении определенный интерес представляют окислительные процессы шлаков в результате которых они принимают самые различные оттенки бурого, коричневого, красного, желтого, серого цветов. Кроме того, верхние части шлаковых конусов обычно окрашиваются в буро-красный цвет, а нижние — в черный. Вместе с этим в самом шлаковом теле наблюдаются переходы красок, вызывающие разностепенные структурные изменения материала.

Наши исследования позволили установить характер изменения шлаковывоса во времени и в зависимости от гипсометрического уровня распространения очага. При этом конусы раннего возраста обычно располагаются на периферии массивов. Особенно наглядно это на примере массива г. Арагац. Отмеченная зональность расположения очагов в горизонтальном и вертикальном направлении видимо продиктована перемещением очагов во времени и в пространстве согласно спаду силы извержения.

Глубина каналов по приближенным подсчетам варьирует в пределах 1—3 км, однако в большинстве случаев вероятность попадает на глубину очагов до 1 км. Подводящие каналы, развиваясь по многочисленным трещинам и ослабленным зонам, одновременно служат массовыми распылителями внутренней энергии. Они же сопутствуют перемещению быстрой закупорке каналов извержений. Движущей силой в механизме образования шлаковых конусов следует считать многократное нарушение и восстановление статического давления в подземном лавовом резервуаре.

ВОПРОСЫ РАЗВЕДКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ШЛАКОВ

Долголетнее изучение геологии шлаков, а также опыт их разведки разрешают считать реальным повышение эффективности освоения шлаков, что в конечном счете разрешит вопрос расширения области их применения. По этой линии автором проведена специальная работа, на базе которого считаем возможным разрядить разведочную сеть от 30 до 50%, разведку производить на 90% скважинами, а также перейти к упрощенному методу оп-

робования. Пределы указанных измерений получены с помощью математического анализа разведочной сети по методу, предложенному В. В. Богацким (1963).

Не прибегая к деталям анализа укажем, что для получения предельной погрешности приводимых работ используем формулу:

$$\Delta_{\text{пр}} = \pm \frac{2(P_{\text{max}} - \bar{P})}{p(N-1)}$$

где $\Delta_{\text{пр}}$ — предельно возможная погрешность;

P_{max} — максимум переменной величины;

p — исчисленное среднее значение переменной величины;

N — общее число наблюдений.

Расчеты показывают, что изменения объема или параметров разведочных единиц (выработок, проб и т. д.) на величину погрешности не влияют. Наоборот, на ней может сказаться изменение числа наблюдаемых единиц.

Для изучаемых шлаковых залежей статистико-аналитический метод анализа позволяет избежать учета различных факторов, имеющих большое значение для сложных (рудных) тел. Учитывая объемы и количество выработок, их сечения, глубины, опробование, запасы, объем в де-нежном выражении и пр. (т. е. параметры разведок), а также анализируя результаты разведок двумя вариантами (анализ I и II, при различной густоте сети разведки) получаем близкую к природным условиям разведочную сеть и объемы проводимых работ.

В итоге на основе математического анализа и опыта разведки шлаков выявляется возможность сокращения объема расходов и сроков разведок примерно на 50% против существующих норм, что повышает эффективность разведки в 2 раза.

Высокая эффективность использования шлаков в качестве легких заполнителей бетонов не вызывает сомнения. Годовая потребность в легких заполнителях по Союзу составляет около 35 млн. м³. При наличии крупных механизированных карьеров с дроблением и фракционированием шлака можно получать высококачественную продукцию разных сортов, потребность в которой весьма велика.

Широкое использование вулканических шлаков в первую очередь базируется на их высоких физико-механических свойствах, а также создается возможность полу-

чения целого ряда новых промышленных продуктов. Так, на базе шлаков в системе НИИКС получены опытные ситаллы и камнеподобные изделия прочностью до 1000 кг/см² и более; шлаки применены в бетонах на полимерах и жидком стекле; созданы легкие, равномернопористые и звукопоглощающие изделия, пеностекло, жаростойкие бетоны. Шлаки весьма перспективны для получения адсорбентов, красок, фильтров, кислотостойких изделий, а также смесей для облагораживания почв и т. д. Вулканические шлаки успешно испытаны в гидропонике, в качестве искусственных почв, для получения различных растительных культур. Шлаки испытаны также в деле получения тарного стекла и на базе месторождения вблизи кур. Джермук запланирован завод бутылочного стекла.

Перечисленные области применения шлаков только указывают на тот широкий путь, по которому в недалеком будущем может развиваться целая отрасль промышленности.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Среди изверженных пород Армении четвертичного возраста вулканические шлаки занимают значительное место. Их комплексное исследование, проводимое впервые в масштабах Армянской ССР, обусловлено их малой изученностью вообще, а также их высокими технологическими свойствами и доступными крупными запасами.

2. Шлаковые конусы прослеживаются вдоль центральной вулканической зоны Армянского нагорья групповыми и одиночными выходами. Они приурочены в основном к новейшим тектоническим линиям области, по которым в ряде случаев имели место дифференциальные подвижки и цикличное излияние лав преимущественно основного состава. В этой связи шлаковые центры в значительной мере примыкают к высокогорным массивам и хребтам, сливаясь в единую зону общекавказского простиранья.

3. По ряду характерных черт, а также территориальному размещению, шлаковые конусы разделяются на четыре района:

а) массива г. Арагац и бассейнов р.р. Ахурян, Аракс и Касак; б) Гегамского нагорья и бассейна р. Раздан; в) Варденинского хребта и бассейна р. Арпа; г) Зангезурского хребта и бассейна р. Воротан. Внутри каждого района шлаковые конусы в большинстве случаев окупены и

создают семейства (группы), обнаруживая общность возрастных, морфологических, и прочих особенностей.

4. В шлаковых конусах наблюдается неравномерное соотношение и вариации объемов пирокластического материала. По условиям залегания последние пользуются также большим разнообразием и по ряду особенностей объединяются в отдельные группы и циклы извержений.

5. Значительное место занимает также переотложенный тип шлакового материала, скапливающийся на периферии конусов и депрессионных участках, часто образуя отсортированные, рыхлые и мелкослойные залежи большой мощности, весьма удобные для эксплуатации.

6. Устанавливается наличие особого ряда продуктов шлаковых центров создающих покровные мантии (шапки) на вершинах шлаковых конусов. Последние представлены грубослойистой и ошлакованной лавой (в нашей транскрипции — шлаколавы), по генетическим признакам относящиеся к завершающему циклу деятельности очагов. По физико-механическим, петрографическим и прочим особенностям указанные образования занимают промежуточное положение между шлаками и лавами.

7. В минерало-петрографическом отношении вулканические шлаки в основном представлены пористо-пузырчатым стеклом основного состава с некоторым содержанием (3—5%) микролитов ряда минералов (плагноклаз, пироксен, амфибол, акцессории, рудный минерал и т. д.). Пористость, как главная текстурно-структурная особенность шлаков варьирует в пределах 40—80%. Размеры и форма пор весьма разнообразны, при этом вопросы, связанные с пористостью шлаковых пород требуют дальнейшего изучения. В шлаках разными методами устанавливается до 36 минералообразований, большинство которых обнаруживается в виде единичных осколов, могущими иметь некоторую роль лишь в теоретическом отношении.

8. В петрохимическом отношении вулканические шлаки относятся в основном андезито-базальтам и реже андезитам. В геохимическом и возрастном отношении они в основном параллелизуются с указанными лавами. При этом с природой вулканических стекол основного состава, видимо, должен быть связан важные особенности шлаков и потому дальнейшее изучение природы основных стекол следует считать весьма необходимым.

9. Устанавливается большой диапазон физико-механических свойств шлаков и генетическая связь последних с условиями образования. Отмечается взаимопропорцио-

нальность между степенью вспучивания шлаков, их объемным весом, пористостью и содержанием вулканического стекла. С возрастанием вспучивания, возрастает также пористость, содержание стекла, уменьшается объемный вес и наоборот. На основе указанного шлаки разделяются на 3 основные типы: легкие (Кармрашенский тип), средние и тяжелые (Аванский тип). При этом на основе генетических предпосылок в подавляющем большинстве должны быть образованы шлаки среднего типа, что и наблюдается в природе. В этой связи легкий и тяжелый типы составляют около 10—15% всех шлаковых скоплений республики.

10. Разнообразие продуктов извержения, их залегание, морфология и прочие признаки разрешают выделить 6 генетических типов конусов, обусловленных механизмом шлакообразования во времени и в пространстве. Указанные типы конусов проходят в основном четыре этапа развития: начальной, шлаковой, лавовой и шлаколавовой. Впервые устанавливается многоканальный выброс тяжелых шлаков Аванского типа. Во всех указанных процессах важную роль играют параметры и направление каналов выбросов, их количество и связи с трещинной тектоникой, степень ошлакования, гипсометрический уровень очага, а также экзогенные условия, существующие при эксплозии.

11. Генетические особенности шлаков позволяют оценить в целом процесс шлакообразования, а также представить взаимосвязь и перемещение центров извержений вдоль разрывных нарушений. Они же позволяют выделить поисковые критерии по нахождению шлаковых материалов с заданными свойствами, требуемыми для определенных отраслей промышленности.

12. Для организации эффективной разведки и расширения промышленного освоения вулканических шлаков важную роль имеет математический анализ геологических параметров, а также интерпретация геолого-технологических признаков сырья. Путем анализа данных геологоразведочных работ выявлена возможность разрядки разведочной сети и опробования в среднем на 30—50%.

13. Утверждается весьма широкий диапазон свойств вулканических шлаков, открывающих большие возможности для их использования в самых различных отраслях народного хозяйства.

14. Систематизация шлаковых месторождений по характерным генетическим признакам способствует даль-

нейшему прогнозированию и освоению этого ценного сырья, на базе которого в недалеком будущем может развиваться целая отрасль промышленности.

Основные положения диссертационной работы докладывались на I, II, III, IV научно-технических конференциях аспирантов общественной аспирантуры РСНТО Арм. ССР, на I и II конференциях аспирантов и соискателей НИИКС и в ИГЕМ АН СССР.

Результаты исследований включены в проекты ряда крупных строек республики (трасса Арпа—Севан, спецобъекты Дилижанского и Артикского районов и т. д.), подтвержденные соответствующими справками внедрений и объемов эффективности использования сырья.

СПИСОК

опубликованных работ по теме диссертации

1. Ованесян М. Д. — Месторождения вулканических шлаков трассы Арпа—Севан. Труды НИИКС, вып. II, 1965.
2. Ованесян М. Д. — О природе вулканических шлаков. Сборн. научн. докл. аспирантов и соискателей. НИИКС, вып. I, 1965.
3. Ованесян М. Д. — О различии промышленных и вулканических шлаков. Сборн. докл. аспирантов на I и II научн. конф. ОА РСНТО Арм. ССР, 1966.
4. Ованесян М. Д. — О природе вулканических бомб. Сборн. аспирантов на I и II научн. техн. конф. ОА РСНТО Арм. ССР, 1966.
5. Ованесян М. Д. — К геологии смоляно-каменного стекла. Труды НИИКС, вып. III, 1966.
6. Ованесян М. Д. — Некоторые особенности вулканических стекол основного состава. Сборн. научн. работ аспирантов и соискателей. НИИКС, вып. II, 1966.
7. Ованесян М. Д. — Поверхность Луны (на арм. яз.) журнал «Наука и техника», № 9, 1966.
8. Ованесян М. Д. — Вулкан Кабак. Изв. АН Арм. ССР, науки о Земле, I—2, 1968.



