

Пространственное распределение и морфологические особенности магматических криптотел в Болгарии по геофизическим данным

Тома Добрев¹, Петр Ставрев¹, Димчо Йосифов²,
Ради Радичев¹, Калин Виков¹

¹Высший горно-геологический институт, 1156 София

²Научно-исследовательский институт полезных ископаемых, 1505 София

(Принята для опубликования 21 декабря 1988 г.)

T. Dobrev, P. Stavrev, D. Yossifov, R. Radichev, K. Vikov — Spatial distribution and morphological features of magmatic cryptobodies in Bulgaria according to geophysical data. Reported are results of studies related to the presence, positions, morphologies and spatial distribution of buried magmatic bodies in Bulgaria according to geophysical data gathered in scale 1:200 000. The methodology of interpretation is based on computer modeling of bodies and their anomalies. The analysis and descriptions are covering cryptobodies within upper 10–15 km of the earth crust southwards of Moesian platform. The highest density of magmatic bodies is related to the Srednogorie structural zone and mainly to its eastern subzone. All bodies are located within an interval of depths increasing from 7 km in the west towards 15–16 km in east direction. The number and relative percentage of basic bodies increase eastwards too. Predominating are layer-like bodies of fracture type. The results obtained are to be used for better understanding of the magmatism in the upper part of the earth crust and for an evaluation of low scale estimates of the ore-bearing potential of structural units in Bulgaria.

Резюме. Представлены результаты исследования о положении, морфологии и пространственного распределения магматических криптотел на территории НР Болгарии по геофизическим данным в масштабе 1:200 000. Использована методика интерпретации, основанная на моделировании магматических криптотел и их аномальных эффектов при помощи ЭВМ. Выполнен анализ и обобщение результатов с выводом характеристик распределения и морфологии магматических криптотел в диапазоне 10–15 км глубин земной коры, к югу от Мизийской плиты. Самой высокой плотностью распределения магматических криптотел характеризуется Среднегорская структурная зона и, в частности, ее восточная подзона. Интервал глубин, занимаемый выделенными криптотелами, увеличивается от 7 км с запада до 15–16 км на востоке. В этом же направлении увеличивается число и относительная доля основных по составу магматических криптотел. Преобладают пластообразные по форме тела. Результаты исследования дают возможность более полно представить пространственное распределение магматических образований и могут быть полезны в процессе прогнозирования месторождений полезных ископаемых.

Общие замечания

Магматические криптотела рассматриваются как обособленные по геолого-геофизическим признакам массивные образования в верхней части земной коры, которые не обнажаются на дневную поверхность. Их изучение вместе с обнажающимися на поверхности магматитами способствует выяснению роли магматизма в глубинном строении коры и имеет отношение к проблемам тектогенеза, метаморфизма и прогнозирования рудоносного потенциала структурных подразделений.

Существование магматических криптотел на глубинах от нескольких сотен метров в Южной Болгарии до 3–4 км в Северной Болгарии установлено скважинами в от-

дельных пунктах структурных зон, но эти данные пока еще весьма разрознены. Выполненное исследование основывается преимущественно на геофизических данных, среди которых наибольшей информативностью и полнотой по территории страны выделяются данные о гравитационных и магнитных аномалиях в средних и мелких масштабах.

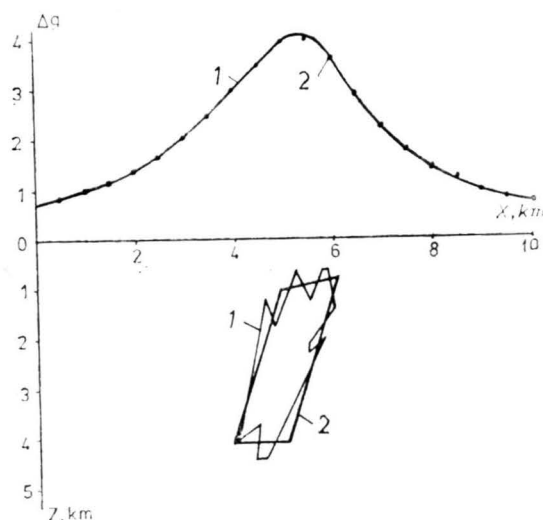
Известны публикации и фондовые доклады, в которых отдельные геофизические аномалии и аномальные зоны связываются с присутствием на глубине криптел магматического происхождения (Петков, Димитров, 1963, Добрев и др., 1963, 1972, 1975; Велчев и др., 1970, 1973, 1976; Дачев, 1972, 1988; Дачев и др., 1975; Йосифов, 1975, 1979 и др.). Интерпретация аномального поля имеет в большинстве случаев качественный характер с выводом первичных количественных результатов для некоторых параметров аномалообразующих криптел. Цель представленного исследования получить в региональном плане более полную и обобщенную для страны картину основных характеристик крупных магматических криптел при помощи единой методики.

Методика интерпретации гравитационных и магнитных аномалий

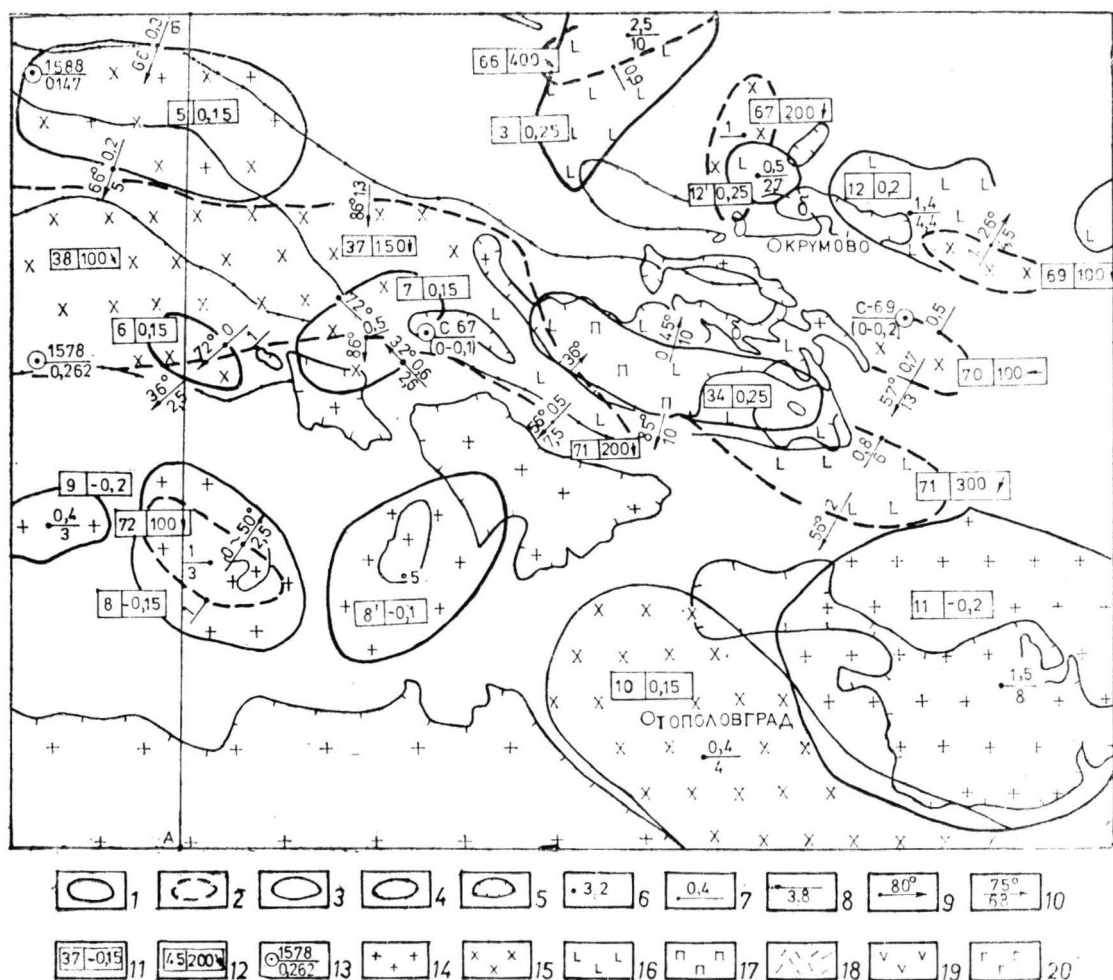
В процессе качественной и количественной интерпретации гравитационных и магнитных аномалий использовались материалы съемок мелкого и среднего, а в некоторых районах и крупного масштаба. Аномальные эффекты магматических криптел выделялись по специфическим для отдельных районов и зон признакам. Эти признаки выявлены на основе наблюдаемых связей между обнаженными магматическими телами и геофизическими аномалиями над ними, а также согласно ожидаемым аномалиям при возможном диапазоне изменений физических параметров магматических и вмещающих пород в конкретной геолого-геофизической обстановке морфоструктурных единиц и их подразделений.

Исследованные объекты чаще всего выражены отчетливо в геофизических полях. В зависимости от физического контраста, формы, глубины и своих размеров они создают аномалии с различной интенсивностью, конфигурацией и знаком. Уверенное выделение аномалий, связанных с магматическими криптелами, затрудняется прежде всего аналогичными геофизическими проявлениями возмущителей поля другой природы (резкие перепады плотностных границ, физические неоднородности, вызванные массивами некоторых метаморфических и осадочных пород, и пр.). В результате качественной интерпретации выделены 206 геофизических аномалий, которые с повышенной степенью уверенности могут быть связаны с присутствием магматических криптел.

Для количественной интерпретации отдельных аномалий разработана методика, основанная на моделировании магматических криптел и их аномальных эффектов с помощью ЭВМ (Ставрев и др., 1988). В процессе моделирования осуществляется подбор подходящей модели и ее параметров так, чтобы разница между наблюдаемым и вычисленным модельным полем



Фиг. 1. Гравитационная аномалия Δg интрузивного тела сложной формы (1) и аппроксимирующая его пластовидная модель (2). Среднеквадратическое отклонение поля модели от поля тела $\pm 0,05$ mGal



Фиг. 2. Фрагмент карты магматических криптотел района Сакар-Странджанской зоны. Контуры проекции криптотел: 1 — по гравиметрическим данным; 2 — по магнитным данным; 3 — выделены с более низкой степенью уверенности; 4 — известные по данным из скважин; 5 — контуры обнаженных магматических криптотел; 6 — глубина до центра масс; 7 — глубина до кровли тела; 8 — глубина до подошвы тела; 9 — угол падения боковой стены тела; 10 — падение боковой стены и глубины подошвы; 11 — номер тела и разница в плотности в kg/m^3 ; 12 — номер тела и вектор эффективной намагниченности в nT ; 13 — скважина, ее номер и глубина магматического тела; Интрузивные образования; 14 — кислые; 15 — средние; 16 — основные; 17 — ультраосновные; Эффузивные образования; 18 — кислые; 19 — средние; 20 — основные

была минимальной и в границах точности данных. В соответствии с масштабом исследования использованы преимущественно модели изометричных, пластообразных, блоковых и пирамидальных по форме тел. Оптимизация моделей проделана автоматизировано на ЭВМ. При заданной плотности или намагниченности тела определяются геометрические параметры модели. Для некоторых моделей с пластовой и блоковой формой подыскивалось и оптимальное значение физического параметра (С та в р е в, Р а д и ч е в, 1988).

Решения обратной геофизической задачи методом подбора получены в виде квази-решения. Это оптимизированные в рамках принятой модели приближения к реальным смущающим телам (фиг. 1). По оценкам модельных испытаний относительная ошибка при определении пространственных параметров тела не превышает $\pm 20\%$ (С та в р е в и др., 1988).

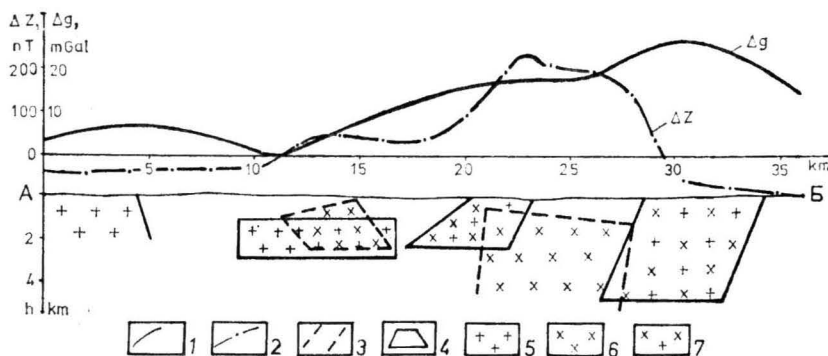
Результаты интерпретации гравитационных и магнитных аномалий, связанных с проявлением магматических криптотел, представлены графически и численно на картных листах в масштабе 1:200 000 (Добров и др., 1987, неопубликованные результаты), выявлены контуры горизонтальной проекции тел или только их кровля, с указанием глубин до характерных точек. Приведены также наклоны боковых и верхних стен. По этим параметрам могут быть построены вертикальные сечения криптотел. Пример преобразования результатов по профилю АБ (того же картного листа) представлен на фиг. 3.

Геолого-геофизический анализ результатов изучения магматических криптотел по структурным подразделениям

Анализ и обобщение результатов исследования по структурным зонам и их подразделениям, а также в пределах территории всей страны дают возможность выявить специфические закономерности и основные черты пространственного распределения более крупных магматических криптотел до глубины 10–15 км. Выделенные объекты, рассматриваемые как по зонам, так и по подзонам с запада на восток и с севера на юг, имеют следующие основные характеристики.

В Западном Балкане и Предбалканье в условиях сильно расчлененного рельефа намечено всего 16 магматических криптотел, преимущественно по гравитационным аномалиям. Преобладающая форма тел — пластовидная; некоторые из них имеют эллипсовидные очертания (табл. 2). За исключением известного крупного Макрешского криптотела, остальные залегают на небольшой глубине и имеют небольшие размеры. Глубина до центра массива магматических пород от 2 до 2,7 км. Большая часть тел связана пространственно с обнажающимися магматическими телами. Они образуют группы с преимущественной ориентацией ЗСЗ — ВЮВ, т. е. с простиранием, совпадающим с балканидной ориентировкой. Преобладают тела, состоящие из пород со средним составом (табл. 1).

В Восточном Балкане и Предбалканье выявлено 13 магнитных и гравитационных аномалий, которые связываются с магматическими криптотелами. Корреляция между магнитным полем и обнажающимися массивами магматических пород позволяет более эффективно выделять индикации покрытых с тел подобными физическими свойствами. Контуры криптотел вытянуты в общем субэкваториальном направлении разломных и



Фиг. 3. Вертикальный разрез по линии АБ фиг. 2 и значения аномального гравитационного Δg и аномального магнитного ΔZ полей
1 — аномалия Δg ; 2 — аномалия ΔZ ; 3 — контуры тел с повышенными магнитными свойствами; 4 — контуры отличающихся по плотности тел, предполагаемый состав тел по группам пород: 5 — кислые; 6 — средние; 7 — основные

Таблица 1

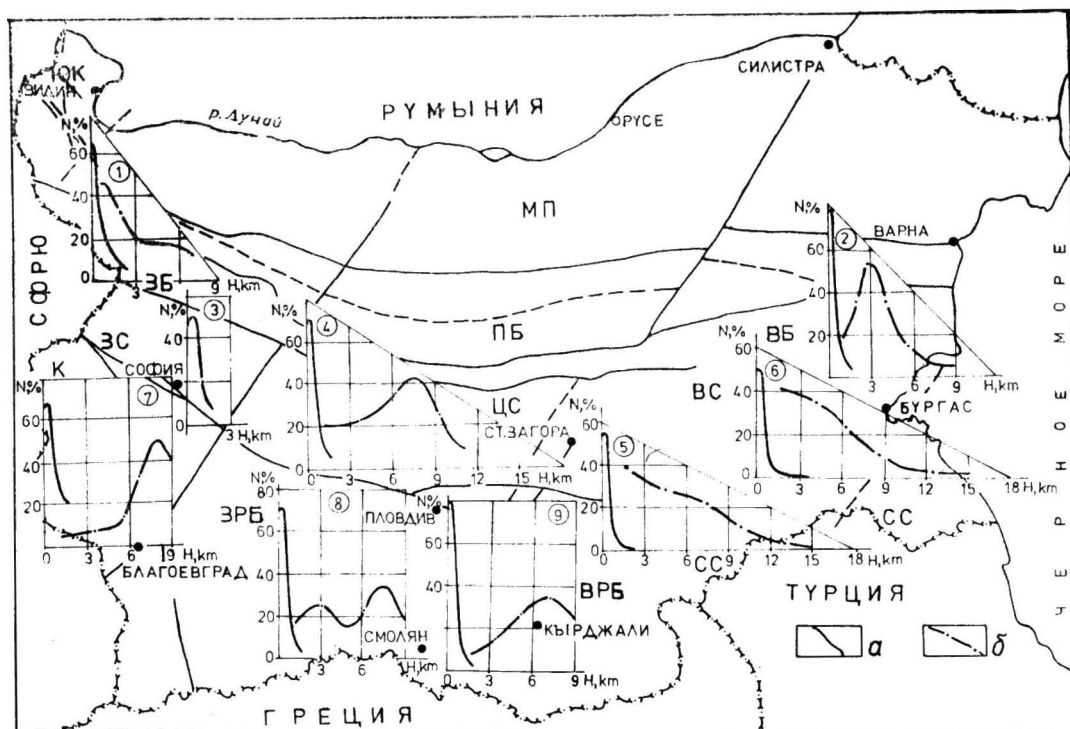
Распределение магматических криптел по числу, глубине и вещественному составу

№	Структурные подразделения	Число	Глубины, км					Вещественный состав			
			кровля		подошва			кис- лые	сред- ние	основ- ные	ультра- основные
			до	ср.	от	до	сред- няя				
1	Западный Балкан и Предбалканье	16	2,4	0,3	0,4	6,0	2,0	4	11	1	—
2	Восточный Балкан и Предбалканье	17	1,8	0,5	0,8	8,5	4,1	1	9	7	—
3	Западное Среднегорье	8	2,0	0,7	1,5	9,5	5,5	—	7	1	—
4	Центральное Среднегорье	24	1,7	0,7	1,6	10	5,8	8	12	4	—
5	Восточное Среднегорье	63	3,2	1,0	0,5	16	4,7	5	30	26	2
6	Сакар-Странджа	45	2,5	0,8	0,7	15	5,3	9	18	15	3
7	Крайщиды	6	2,1	0,5	1,1	8	6,1	1	5	—	—
8	Западнородопский блок	12	1,5	0,3	1,0	9	5,4	5	4	2	1
9	Восточнородопский блок	15	1,3	0,3	1,5	9	6,3	3	3	5	4

Таблица 2

Форма и размеры магматических криптел

№	Структурные подразделения	Пластообразная форма						Эллипсоидная и неправильная форма						Изометрическая форма	
		число	длина l, км		ширина d, км		l/d	число	длина l, км		ширина d, км		l/d	число	средний размер, км
			до	ср.	до	ср.			до	ср.	до	ср.			
1	Западный Балкан и Предбалканье	8	19	9	6	3	3,0	7	26	13	13	6	2,1	1	8
2	Восточный Балкан и Предбалканье	6	18	13	4	3	4,3	10	12	8	7	4	2,0	1	4
3	Западное Среднегорье	5	26	22	7	5	4,2	2	9	7	3	3	2,2	1	11
4	Центральное Среднегорье	13	28	20	5	4	5	9	14	10	5	4	2,5	2	5
5	Восточное Среднегорье	34	20	11	7	2,6	4,2	24	28	8	11	4	2,0	5	3
6	Сакар-Странджа	23	26	12	6	4,0	3,0	17	23	9	8	3,4	2,5	5	9
7	Крайщиды	1	30	20	7	6,0	3,3	5	23	14	13	7	2,0	—	—
8	Западнородопский блок	3	10	8	3,5	2,7	2,9	8	16	12,5	7	5	2,5	1	8
9	Восточнородопский блок	9	22	13	6	2,7	4,8	5	17	10	7	4	2,5	1	6



Фиг. 4. Вариационные кривые глубины кровли (а) и подошвы (б) магматических криптиотел по структурным подразделениям

1 — Западный Балкан (ЗБ) и Предбалканье (ПБ); 2 — Восточный Балкан (ВБ); 3 — Западное Среднегорье (ЗС); 4 — Центральное Среднегорье (ЦС); 5 — Восточное Среднегорье (ВС); 6 — Сакар-Странджа (СС); 7 — Краищида (К); 8 — Западнородопский блок (ЗРБ); 9 — Восточнородопский блок (ВРБ); 10 — Мизийская плита (МП)

складчатых структур рассматриваемой тектонической зоны. Верхняя поверхность тел располагается на глубине до 1,8 km, а нижняя — в глубинном интервале 0,8 — 8,5 km, при этом преобладают тела с нижней границей между 1,5 и 5 km (фиг. 4). По составу тела распределены следующим образом: кислые — 1, среднекислые — 9, основные — 7, (табл. 1). В плане общая площадь, ограниченная контурами криптиотел, соизмерима с площадью обнаженных магматических тел. Скорее всего рассматриваемые криптообразования относятся к каледонскому и герцинскому тектоно-магматическим циклам, но возможно, что часть их моложе.

В Западном Среднегории существующая геологическая обстановка и геофизические поля определяют магнитное поле как более отчетливый индикатор присутствия покрытых магматических тел на глубине. Здесь выделено 8 более крупных криптиотел. Они обладают преимущественно удлиненной пластовой формой, субэкваториальны и близки к субэкваториальному направлению основных тектонических линий подзоны. Магматические криптиотела могут быть связаны преимущественно с магмами, внедрившимися по разломам в позднем мелу, когда Западное Среднегорье было ареной интенсивных магмопроявлений. Глубина до их кровли — 3,5 km, а до подошвы — 9,5 km (фиг. 4). Здесь преобладают тела пород среднего состава и лишь одно из установленных тел относится к породам основного состава (табл. 1).

В более крупном по площади Центральном Среднегории намечено 24 магматических криптиотел, преимущественно по гравитационным аномалиям. Распознавание

эффектов магматических криптиотел здесь затруднительно из-за гетерогенности фундамента, присутствия метаморфических пород и усложненной петрофизической дифференциации. По результатам интерпретации аномального гравитационного поля видно, что преобладают магматические криптиотела пластовидной формы, характерной для интрузий, внедрившихся по разломам (табл. 2). Глубина кровли тел достигает 1,7 км. Глубина подошвы находится в диапазоне от 1,6 до 10 км (фиг. 4). В узлах разломов располагаются магматиты со сложной формой (табл. 2). По петрографическому составу преобладают средние до кислых породы и только для четырех из тел предполагается основной состав (табл. 1). Эти данные свидетельствуют, что магматические криптиотела в Центральном Среднегорье по вещественному составу аналогичны магматическим телам верхнемелового возраста, обнажающимся на поверхности.

Восточное Среднегорье характеризуется проявлением многочисленных и разнообразных по форме, величине и составу эффузивных и интрузивных криптиотел, образовавшихся в позднем мелу. Гравитационные и магнитные аномалии здесь отличаются лучшей сгруппированностью и пространственной корреляцией. Интенсивные аномалии соответствуют районам и линиям активного внедрения магмы преимущественно основного состава. Физическая разница в свойствах более основных пород относительно вмещающих их осадочных и метаморфических пород создает условия для более уверенного отделения первых. Из всех 63 объектов, истолкованных как магматические криптиотела, 26 отнесены к телам основного состава и 2 — к ультраосновного, 30 среднего состава и 5 кислого состава (табл. 2). Глубина кровли магматических криптиотел не превышает 3—3,5 км, но глубины более 7,5 км редки. Наиболее крупное магматическое криптиотело обнаружено в районе с. Новопаничарево. Результаты количественной интерпретации показывают, что магматические криптиотела в Восточном Среднегории располагаются в широком диапазоне глубин.

Сакаро-Странджанская зона также характеризуется интенсивным развитием магматических криптиотел. Они связываются преимущественно с позднеальпийской складчатостью. Выделено 45 криптиотел по аномалиям гравитационного и магнитного поля. Вариации глубин размещения тел здесь более широкие. Кровля располагается на глубине до 2,5 км, при этом в большинстве случаев она доходит до глубин 0,8 км. Подошва лежит преимущественно в интервале глубин от 2,5 до 10 км. Преобладающая форма тел пластовидная с относительно крутыми углами падения. Только 5 из тел имеют форму, близкую к изометрической (табл. 2). Петрографический состав магматических криптиотел — основной и средний (табл. 1).

В Краищидной структурной зоне выделено всего 6 магматических криптиотел. Их площадное распределение, однако, превышает площадь обнажений магматических пород на дневной поверхности. Тела имеют преимущественно неправильную эллипсоидную форму, и лишь одно из них обладает формой, близкой к пластовидной (табл. 2). Кровля магматических криптиотел располагается на глубине до 2 км. Подошва лежит в сравнительно узком интервале глубин 6—8 км. По петрографическому составу 5 из тел относятся к группе среднекислых пород и 1 — к кислым (табл. 1). С учетом возраста обнажающихся на поверхности магматических пород исследуемые объекты могут быть отнесены к продуктам орогенической деятельности каледоноско-альпийского цикла.

В Западнородопском мегаблоке в условиях повсеместного распространения магматических и метаморфических пород, а также продуктов позднеальпийского структурного комплекса выделение магматических криптиотел затруднено. Здесь намечено всего 12 объектов, из которых 9 более уверенно. Глубина кровли до 1,5 км, а подошвы от 1 до 9 км (табл. 1). Половина тел имеют удлиненную форму с ориентировкой длинной оси вдоль линейных структур. В другой половине преобладают тела сложной формы (табл. 2). В составе тел преобладают кислые и средние разновидности (табл. 1).

В Восточнородопском мегаблоке условия исследования магматических криптиотел почти аналогичны таковым в Западнородопском блоке. Здесь преобладают выходы вулканических пород с разнообразным петрографическим составом и физическими свой-

ствами, что усложняет характер аномальных гравитационных и магнитных полей. Палеогеновый магматизм развит локально, и при глубоком залегании тел эффекты аномального поля трудно различимы. В этой части Родопского массива выделено 15 магматических криптотел, главным образом по гравитационным аномалиям, из которых 10 с более высокой степенью уверенности. Глубина кровли не превышает 1,3 km, а подошва расположена на глубинах от 1,5 до 9 km (табл. 1). Преобладают тела удлиненной формы (табл. 1). Магматические криптотела вытянуты вдоль двух основных групп разломов: СЮ и ССВ — ЮЮЗ простирания. По петрографическому составу 9 сложены основными и ультраосновными, 3 — кислыми и 3 — средними породами (табл. 1).

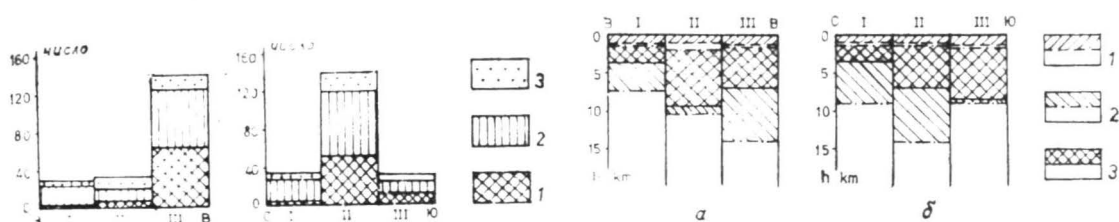
Обобщенные характеристики пространственного распределения и морфологические особенности выделенных магматических криптотел

Результаты интерпретации позволяют получить обобщенные характеристики параметров магматических криптотел на территории НР Болгарии и наметить некоторые важные тенденции в их пространственном распределении, морфологических особенностях и вещественном составе (табл. 1, 2; фиг. 4, 7).

Пространственное распределение магматических криптотел в плане можно описать их плотностью или числом в структурных подразделениях (табл. 1, фиг. 5). Максимальная плотность установлена в Восточном Среднегории и Сакар-Страндже, а минимальная — в Краищидах. При прослеживании магматических криптотел с запада на восток их число растет, при этом около 70% тел расположено в пределах южной части Восточноболгарского мегаблока (фиг. 5). Две трети общего числа магматических криптотел приурочено к Среднегорской структурной зоне. Повышенной плотностью криптотел отличаются зоны магматической активизации позднемелового возраста и раннеальпийского тектонического цикла.

Распределение магматических криптотел по глубинам описано интервалами глубин, средними значениями глубин и их центров, кровли и подошвы. Усредненные показатели вышеуказанных параметров показаны графически в направлении с запада на восток и с севера на юг на фиг. 6а и 6б. Глубина кровли для преобладающего числа тел колеблется от первых сотен м до 1,2 km. Глубина подошвы магматических криптотел варьирует в широком интервале. С запада на восток максимальные глубины подошвы увеличиваются с 7 до 14—15 km. Три четверти из общего числа магматических криптотел характеризуются глубиной подошвы до 4 km в Западном мегаблоке, до 9 km — в Центральном мегаблоке, и до 7 km — в Восточноболгарском мегаблоке. Максимальная глубина подошвы криптотел приурочена к Среднегорской структурной зоне и особенно к ее восточной части, где корни отдельных тел расположены на глубине до 16 km. В Восточном Балкане их глубина достигает 8 km, а для Сакар-Странджи 15 km для территории всей страны (без Мизийской плиты) кровля отдельных магматических криптотел имеет среднюю глубину 0,7 km, подошва — 4, а центр масс — 2,8 km.

Важной характеристикой магматических криптотел является их форма. Результаты исследований показывают, что в большинстве случаев объекты характеризуются четко выраженной вытянутостью их проекции в плане. Половину из них можно отнести к пластообразным телам с соотношением продольного к поперечному размеру больше 3 (табл. 1, фиг. 8). Они преобладают в зонах Среднегория и Балкана. Их проявления связаны с разломными структурами, контролирующими проникновение магмы. Сопоставление ориентировки магматических криптотел с разломной сетью в стране (фиг. 7) подтверждает эту связь. Пластообразные тела имеют разные углы падения, при этом преобладают субвертикально и субгоризонтально залегающие тела. Вторая группа криптотел имеет эллипсовидную и более сложную форму. Соотношение продольного к поперечному размеру имеет небольшие значения (табл. 2, фиг. 8). Эти тела встречаются в районах со сложным строением, в узлах разломной сети и чаще всего в местах

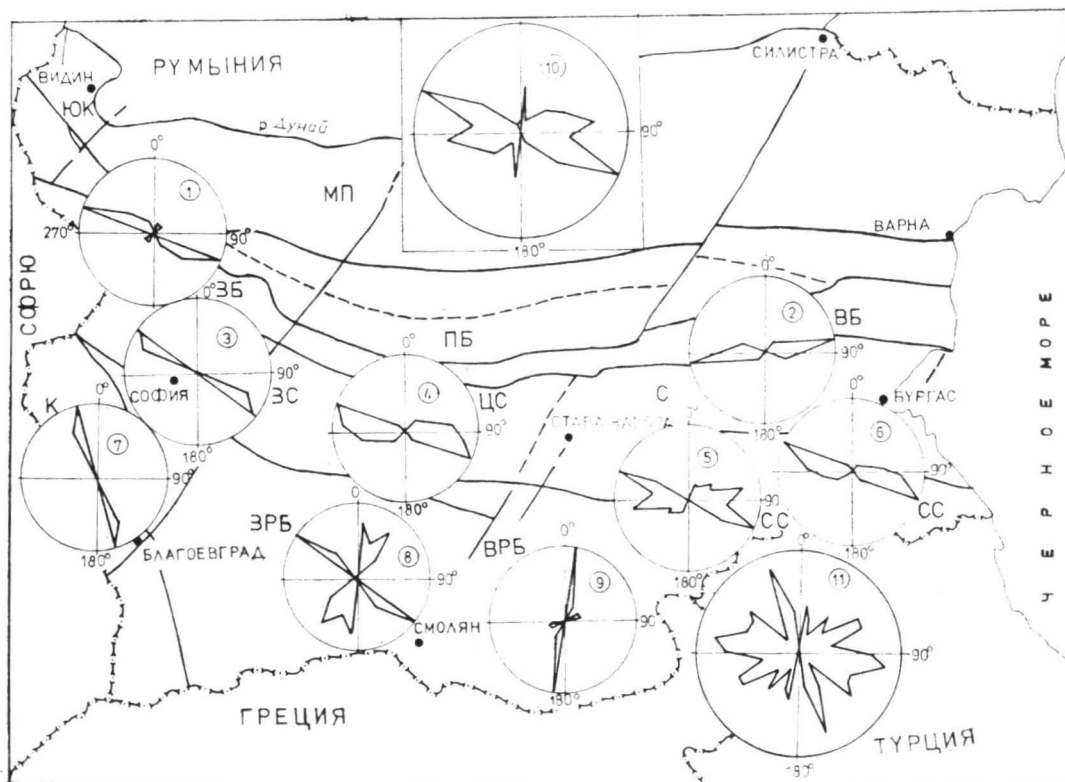


Фиг. 5. Распределение магматических криптел в плане по числу и составу

а) с запада на восток: I — Западноболгарский мегаблок; II — Среднеболгарский мегаблок; III — Восточноболгарский мегаблок; б) с севера на юг: I — Предбалканье, Западный и Восточный Балкан, II — Среднегорская и Сакар-Странджанская структурная зона, III — Краишды и Родопский блок; 1 — основные и ультраосновные массивы; 2 — средние по составу массивы; 3 — кислые массивы

Фиг. 6. Глубинное распределение магматических криптел

а) с запада на восток по мегаблокам: I — Западноболгарский; II — Среднеболгарский; III — Восточноболгарский; б) с севера на юг по структурным подразделениям: I — Предбалканье, Западный и Восточный Балкан; II — Среднегорская и Сакар-Странджанская структурная зона; III — Краишды и Родопский блок; 1 — диапазон глубин до кровли; 2 — диапазон глубин до подошвы; 3 — диапазон глубин до подошвы, в котором находятся 3/4 из всех тел



Фиг. 7. Розы-диаграммы продольной ориентации магматических криптел по структурным подразделениям для территории НР Болгарии к югу от Мизийской плиты

Цифровые и буквенные обозначения такие же, как на фиг. 4; 10 — обобщенная роза-диаграмма для всей исследованной территории; 11 — роза-диаграмма разломных структур в Восточной части Балканского полуострова по Бончеву (1971)

развития вулканоплутонических структур. Незначительная часть (8% из общего числа) криптотел имеет приблизительно изометрическую форму. Отмеченные морфологические особенности криптотел позволяют сделать вывод, что они преимущественно разломного типа.

Размеры магматических криптотел, выявленные по аномальным гравитационным и магнитным полям, варьируют в пределах 2—30 км длины и 1—16 км ширины (табл. 2). Наибольшими размерами отличаются тела в Центральном и Западном Среднегории и Краищидах. Меньшими размерами, но большей многочисленностью характеризуются тела в Восточном Среднегории и Сакар-Страндже. В Родопском массиве и Балкане размеры тела не превышают 13 км. Плотность распределения магматических криптотел максимальна для Восточного Среднегория, меньшая для Сакар-Странджи и минимальна для Центрального Среднегория. Для остальных структурных подразделений этот показатель в 2—3 раза меньше. В Западных Родопах и Западном Балкане низкая плотность распределения криптотел компенсируется присутствием крупных магматических массивов с выходами на дневную поверхность. Для больших участков Восточных Родоп, Краищид и Ограждена широкое проявление регионального мета морфизма и локальный характер распределения продуктов альпийского магматизма создают иллюзию относительно меньшего объема интрузивных образований.

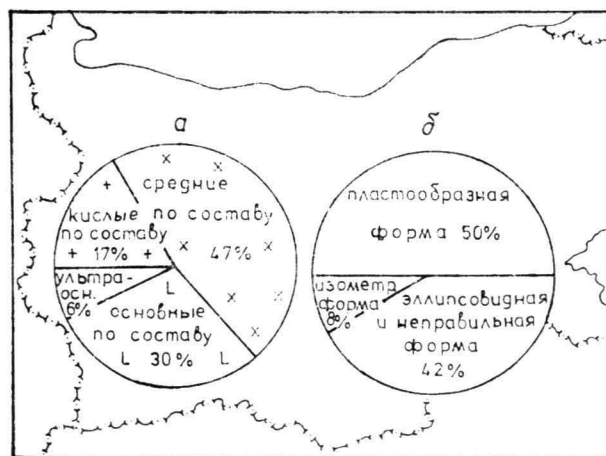
Для характеризирования магматических криптотел важное значение имеют полученные результаты об их вещественном составе. Оценка показывает, что более половины из них имеют средний состав (табл. 1). К группе кислых отнесены 17% тел, к основным — 30% и к ультраосновным — 8% (фиг. 8). Возможно, что процент магматических криптотел кислого состава занижен из-за более слабого их проявления в магнитном поле.

Относительная доля средних по составу магматических криптотел в структурных подразделениях почти одинакова. Более заметно преобладание криптотел в Западно-болгарском мегаблоке и Балканской зоне. Количеством и размерами криптотел среднего состава выделяются главным образом Восточноболгарский мегаблок, Среднегорие и Сакар-Странджа (фиг. 5).

Характерной чертой распределения основных по составу магматических криптотел является увеличение их числа с запада на восток. В Восточноболгарском мегаблоке число их в 7 раз больше, чем в двух остальных блоках, вместе взятых. При этом наи-

больший вклад для установления этой тенденции имеет Среднегорская структурная зона (фиг. 5).

Отмеченные особенности распределения магматических криптотел по вещественному составу коррелируют с некоторыми характеристиками глубинного строения исследуемого региона страны, а также, прежде всего, с толщиной земной коры. Можно утверждать, что в региональном плане абсолютный объем и относительная доля основных по составу магматических криптотел находятся в обратно пропорциональной зависимости от толщины земной коры. Для кислых пород эта связь прямо пропорциональна. Соотношение основных и кислых пород равно 1 : 2 для Краищид, Западных Родоп, За-



Фиг. 8. Соотношения между числом магматических криптотел по составу (а) и по форме (б) для всей территории НР Болгарии к югу от Мизийской плиты

падного и Центрального Среднегория, вместе взятых, при толщине земной коры от 40 до 50 км (Добрев, Щукин, 1974). Это соотношение для Восточных Родоп и Восточного Среднегория, включая Сакар-Странджу, равняется 3:1 при толщине земной коры от 30 до 40 км.

Полученные количественные характеристики распределения и состава магматических криптел подтверждают предположение, что земная кора Болгарии активно переработана магматической деятельностью. Интенсивность и характер насыщения магмой в Восточном Среднегории и Сакар-Страндже свидетельствуют о масштабах этого процесса, в результате чего верхние слои земной коры сильно „базифицированы“. Наличием различных по размерам и глубине залегания магматических криптел верхне-мелового возраста в этой зоне объясняются значительные изменения ее состава. В позднеальпийском тектоническом цикле интенсивно была переработана земная кора в Родопской области, в основном во время палеогеновой тектоно-магматической активизации.

Л и т е р а т у р а

- Бончев, Е.к. 1971. *Проблеми на Българската геотектоника*. С., Техника; 202 с.
- Богданов, Б. и др. 1983. *Магматизм и металлогения Карпато-Балканской области*. С., БАН; 300 с.
- Богданов, С.т. 1970. Върху количествената и геоложка интерпретация на гравимагнитните аномалии в Западния Предбалкан. — *Сп. Бълг. геол. д-во*, 31, 1; 83—96.
- Богданов, С.т. 1972. Оценка на гравитационния ефект на геоложкия разрез в Западния дял на Мизийската плоча и Западния Предбалкан. — *Изв. на Геолог. инст. БАН, сер. Приложна геофизика*, 19—20; 75—85.
- Велчев, Цв., Маврудчиев Б., Каменов, Б., Петков, Ив., Ножаров, П., Дамьянов, Д., Дончев, Х.р. 1976. Глубинное строение и позднеальпийский магматизм в Юго-Восточной Болгарии. — *Год. СУ, Геолого-геогр. ф-т*, 67, 1, Геология; 249—291.
- Велчев, Цв., Димитров, Р., Дачев, Х.р., Теодосиев, И., Генчев, Х.р. 1973. Върху дълбочинния строеж на Западния Балкан. — *Сп. Бълг. геол. д-во*, 31, 1; 11—18.
- Велчев, Цв., Дачев, Х.р., Петков, Ив. 1970. Геотектоническое строение Болгарии в свете геофизических полей. — *Докл. БАН*, 23, 6; 699—702.
- Дачев, Х.р. 1972. Някои резултати и проблеми при изучаване на земната кора в България с геофизични методи. — *Год. ДСО Геоложки проучвания*; 9—26.
- Дачев, Х.р., Йосифов, Д., Пчеларов, В., Кербелов, Л. 1975. О геологической природе магнитного поля восточной части Балканского полуострова и прилегающей части Черного моря. — *22 Геоф. симп.*, Будапешт; 11—18.
- Дачев, Х.р. 1988. *Строеж на земната кора*. С., Техника; 334 с.
- Димитров, Л., Петков, Ив. 1962. Опыт за изясняване релефа на андезитната подложка на Бургаския терциерен басейн по данни от гравиметрични и сейсмични проучвания. — *Сп. Бълг. геол. д-во*, 23, 2; 131—148.
- Добрев, Т., Иванова, В., Пишалов, С.т. 1967. О природе локальных и региональных магнитных аномалий НРБ. — *Труды Свердловского горного института им. В. В. Вахрушева*, Свердловск, 50; 107—121.
- Добрев, Т., Димитров, Л., Пишалов, С.т., Иванова, В., Радков, Р. 1967. Изследвания върху дълбочинния строеж на Югоизточна България по геофизични данни. — *Сп. Бълг. геол. д-во*, 27, 1; 35—54.
- Добрев, Т., Пишалов, С.т. 1963. Комплексная геологическая интерпретация гравимагнитных и сейсмических данных по территории Болгарии. — *Вестник Московского университета*, сер. 4, Геология, 4, 56—60.
- Добрев, Т., Иванова, В., Пишалов, С.т. 1972. Основни черти на геоложкия строеж на Горно-тракийската депресия по геофизични данни. — *Сб. докл. на НТК по „Проучвателна геофизика“*, Год. КГ, 19, 1; 119—133.
- Добрев, Т., Щукин, Ю. *Геофизические поля и сейсмичность восточной части Карпато-Балканского региона*. М., Наука; 170 с.
- Добрев, Т., Иванова, В., Бойков, Д., Ташев, Н. 1985. Геофизическая характеристика и строение Крайштитной зоны Болгарии. — *Докл. 30 Международного геоф. симп.*, часть 3; 50—62.
- Йовчев, И., отг. ред. 1971. *Тектонски строеж на България*. С., Техника; 558 с.
- Йосифов, Д. 1975. Централно-Средногорска глубинна дислокация и о ее металлогеническом значении. — *Докл. БАН*, 28, 11; 1529—1532.

- Йосифов, Д. 1979. О региональных линейных узлах в Альпийском подвижном поясе на территории Болгарии и их металлогеническом значении. — *Геотект., тектоноф. и геодин.*, 9; 124—136.
- Петков, Ив., Димитров, Л. 1963. Върху някоя корелация между геомагнитното поле и разломната тектоника на България. — *Год. СУ, Физ. ф-т*, 53, С.; 49—61.
- Пищалов, Ст. 1981. Относно природата на електричните и магнитните аномални полета за част от Централното Средногорие. — *Сб. докл., ЮНК „20 год. НИС ВМГИ“*; 225—263.
- Ставрев, П. 1984. Комплект подпрограми и програми за моделиране на двумерни гравитационни и магнитни аномалии. — *Год. ВМГИ*, 31, 4, С.; 31—40.
- Ставрев, П., Добрев, Т., Радичев, Р. 1988. Методика на интерпретация на дребномащабни гравитационни и магнитни аномалии от криптомагмени тела. — *Год. ВМГИ*, 24, 3; 13—29.
- Ставрев, П., Радичев, Р. 1988. Върху определянето на ефективната плътност или намагнитеност на смущаващите тела при интерпретацията на гравитационни и магнитни аномалии. — *Год. ВМГИ*, 34, 3; 77—87.
- Узунова, М., Деминцов, Н., Илиев, И. 1982. Некоторые геофизические данные о связи между глубинным геологическим строением и распределением интрузивных тел в Сакаро-Странджанском блоке. — *Тр. 27 геод., симп.*, Братислава; 68—79.