

ХАРАКТЕР И ВЕЛИЧИНА НАМАГНИЧЕННОСТИ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗИМНЕБЕРЕЖНОГО РАЙОНА АРХАНГЕЛЬСКОЙ АЛМАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

В.И.Ключников, А.Н.Слюсарев

ЗАО "Архангельские алмазы", г.Архангельск

При поисках коренных месторождений алмазов на севере Русской платформы (Архангельская алмазоносная провинция) основным и ведущим геофизическим методом, входящим в типовой прогнозно-поисковый комплекс (ППК), остается магниторазведка. Одним из осложняющих факторов, влияющим на результативность поисковых работ, является наличие практически сплошного покрова перекрывающих пород переменной мощности. Вся территория Архангельской алмазоносной провинции (ААП) фактически является закрытой для поисков кимберлитовых трубок.

В геологическом строении Зимнего берега Белого моря принимают участие два структурных этажа: кристаллический фундамент, представленный архейскими породами гранито-гнейсового состава и осадочный чехол, состоящий из терригенных отложений рифея и венда, терригенно-карбонатных – палеозоя, песчано-глинистых осадков четвертичного возраста.

Верхнерифейские отложения, заполняющие прогибы и пониженные части поднятий фундамента, представлены красноцветными гравелитами, песчаниками, алевролитами и аргиллитами.

Вендские отложения, являющиеся вмещающей геологической средой для кимберлитовых трубок, плащеобразно с размывом залегают на эродированной поверхности кристаллического фундамента и на образованиях рифея и представлены неравномерным переслаиванием пестроцветных песчаников, алевролитов и аргиллитов.

Перекрывающими образованиями в пределах Зимнебережного района выступают: палеозойские отложения, представленные терригенными и терригенно-карбонатными образованиями урзугской, воереченской и олмугско-окуневской свит среднего карбона и нижней перми, мощностью от первых метров до нескольких десятков метров, увеличивающейся в восточном направлении, развитыми в центральной и восточной части территории; четвертичные рыхлые (песчано-глинисто-гравийно-галечные) отложения, залегающие на эродированной поверхности пород венда и

палеозоя и покрывающие сплошным чехлом всю территорию провинции.

Образования четвертичной системы в объеме среднечетвертичного, верхнечетвертичного и современного звеньев представлены комплексом ледниковых, морских, озерных, флювиогляциальных и современных аллювиальных осадков (рис.1). Их литолого-генетические особенности предопределены рельефом и составом подстилающих пород, неоднократными оледенениями и морскими трансгрессиями, охватившими территорию в различной степени. Рельеф дочетвертичной поверхности характеризуется значительной расчлененностью. Выделяются палеодолины с крутыми и среднепологими бортами и многочисленными рукавами и плоские водоразделы. Абсолютные отметки дочетвертичного рельефа изменяются от -150 до +150 метров. Соответственно, в широких пределах изменяются и мощности четвертичных отложений: от первых метров на водоразделах до более двухсот метров в палеодолинах.

Анализ петрофизических свойств отложений, слагающих геологический разрез Зимнебережного алмазоносного района, и кимберлитовых пород, выполняющих трубки взрыва, указывают на то, что из всего комплекса физических параметров, которыми характеризуются горные породы и руды района, наиболее информативными и контрастными при расчленении разреза, являются магнитные свойства: намагниченность и магнитная восприимчивость.

Вмещающие породы вендского комплекса характеризуются как слабомагнитные со средним значением магнитной восприимчивости 25×10^{-5} ед. СИ и диапазоном изменений от первых единиц до нескольких десятков (монотонное возрастание с глубиной). Остаточная намагниченность вендских пород изменяется в небольших пределах: от $1,1 \times 10^{-3}$ А/м до $4,3 \times 10^{-3}$ А/м. Данный фактор является благоприятным для локализации кимберлитовых тел в магнитном поле, поскольку последние характеризуются более высокой намагниченностью. Четвертичные отложения, являющиеся перекрывающими для объектов поисков образованиями, обладая широким диапазоном колебаний магнитных свойств,

являют собой наиболее сложную и интенсивную геофизическую помеху, слабо поддающуюся учету и фильтрации при обработке результатов магнитных съемок, поэтому необходим поиск таких методов обработки и интерпретации, которые позволили бы наиболее полно

компенсировать влияние данных отложений при выделении полезного сигнала. Характер и величина намагничения современных осадков в значительной степени зависит от их литологического состава

система	звено	надгоризонт	горизонт	индекс	мощность	Основные генетические типы					Состав отложений	
						морские	аллювиально-алювиальные	озёрные	ледниковые	флювиогляциальные		
ЧЕТВЕРТИЧНАЯ	современное			lIV	2.8-14.4						Суглинки и глины с прослойками тонкозернистого песка.	
				aIV	5					Супеси, пески, галечники, валуны. Остатки растительного детрита.		
				amIV	5					Пески и супеси горизонтально- и косослоистые, линзы глин, гравия, гальки.		
				mIV	12					Глины тёмно-серые до чёрных с единичной галькой и гравием.		
	валдайский	осташковский	laIIIos	12						Пески глинистые мелко- и среднезернистые с гравием и галькой.		
			lgIIIos	6						Серые ленточные глины и суглинки. Пески светло-серые мелко- и тонкозернистые.		
			fgIIIos	13.3							Пески разнозернистые с гравием, галькой и мелкими валунами.	
			gIIIos	4-21.6						Серые, тёмно-серые с коричневатым оттенком плотные суглинки с грубообломочным материалом.		
		верхнее	микулинский	laIIImk	6-17						Мелкозернистые сероватые пески, супеси иногда с редкой галькой.	
				mIIImk	25-85					Суглинки, глины, пески, супеси, алевроиты с ракушечным детритом.		
	среднее		московский	fgIIms	3-22.6						Пески, галечники различной окатанности.	
				gIIms	8-25 до 87						Серые суглинки со значительным количеством обломочного материала.	
			горкинский	mIIgk	53						Серые алевроиты, пески глинистые с ракушечным детритом, тёмносерые плотные глины.	
				IIIgk	3-6 до 49						Глины, алевроиты, пески	
			вологодский	fgIIvl	10							Пески с гравием и галькой, прослой галечников.
				gIIvl	15						Красноватые суглинки и глины с крупнообломочным материалом (до 30%).	
			трубаевский	laIItr	30						Ритмичное горизонтальное переслаивание тонкозернистых серых песков мощностью 1 мм и красновато-серых глинистых алевроитов мощностью 3 мм.	
			нижнее эоплейстоцен			laE+I	45.2					Плотные, слабоцементированные песчаники красновато-серые от мелкозернистых в кроле до среднезернистых в подошве, неясно горизонтально слоистые.

Рис. 1. Сводная стратиграфическая колонка четвертичных отложений.

и условий образования, которые способствовали накоплению магнитных минералов в каждом конкретном случае. Наличие магнитных минералов (магнетит, маггемит, гематит, ильменит и др.) является определяющим в формировании магнитных свойств литологических разностей терригенных осадочных пород. Анализируя магнитные характеристики отложений различного литологического состава, полученные по результатам каппаметрии керн заверочных скважин, а также по лабораторным измерениям на образцах, следует отметить тот факт, что 75% всех встреченных повышенных значений магнитной восприимчивости (в 1,5 раза выше среднего, т.е. $\geq 60 \times 10^{-5}$ приурочены к первым 30 м разреза. Характер распределения магнитной восприимчивости по слоям с глубиной можно проследить на графиках $k(H)$, представленных на рисунке (рис.2). Изменяясь от первых единиц до нескольких сотен единиц (в редких случаях), средняя величина магнитной восприимчивости четвертичных образований колеблется в пределах $40-45 \times 10^{-5}$ ед.СИ, а остаточная намагниченность отложений изменяется от 2×10^{-3} А/м до $48,3 \times 10^{-3}$ А/м. При этом, магнитная восприимчивость песков способна изменяться от 0 до 754×10^{-5} ед.СИ, глин – от 15×10^{-5} до 195×10^{-5} ед.СИ, суглинков – от 16×10^{-5} до 170×10^{-5} ед.СИ, супесей – от 12×10^{-5} до 200×10^{-5} ед.СИ и т.д. Учитывая тот факт, что магнитные свойства описываемых отложений способны изменяться в довольно широких пределах и чаще всего принимать повышенные значения, в этих условиях выделение магнитных аномалий от кимберлитовых трубок затруднено по той причине, что многочисленные линзы песков, глин или их разностей, локально обогащенных ферромагнитными минералами, способны создавать магнитные аномалии, сопоставимые с аномалиями от трубок.

Результаты заверки магнитных аномалий показывает, что в геологическом отношении подавляющее количество аномалий-помех образуется в депрессиях дочетвертичного рельефа: древних палеодолинах, озерных котловинах и морских впадинах, выполненных различными генетическими и литологическими типами четвертичных отложений. Размеры и интенсивность аномалий-помех зависят от латеральной выдержанности и размеров аномалиеобразующих объектов и содержания магнитных минералов. По этим признакам можно выделить четыре типа локальных магнитных аномалий, создаваемых четвертичными аномалиями.

Первый тип – аномалиеобразующие объекты распределены по всему объему палеодолины – сложный при идентификации аномалий, поскольку аппроксимация возмущающих объектов с помощью простых моделей не дает однозначного результата и расчетные параметры близки к параметрам трубок взрыва. По интенсивности аномалии от объектов

данного типа характеризуются значительными вариациями: 4-12 нТл по данным аэромагнитной съемки (АМС-10) и 10-40 нТл по данным наземных магниторазведочных работ.

Второй тип – аномалиеобразующие объекты сконцентрированы в верхней части палеодолины – развит не только в палеодепрессиях, но и в покровах четвертичных отложений, где он связан с латерально-ограниченными скоплениями магнитных минералов. Для данного типа характерна резкая латеральная изменчивость интенсивности магнитных свойств четвертичных отложений, что вызывает возрастание роли высокочастотной составляющей магнитного поля. Как правило, подобным аномалиям-помехам соответствуют локальные аномалии, полученные путем осреднения и предварительного сглаживания полей при наземной съемке, а при аэромагнитной съемке – в результате ее интегрирующих свойств.

Третий тип – аномалиеобразующие объекты сконцентрированы в средней части палеодолины – характерен для большей части аномалий. Магнитовозмущающими объектами здесь наиболее часто являются морские, ледниковые и водно-ледниковые отложения различного возраста. Магнитная восприимчивость их колеблется от 30×10^{-5} до 780×10^{-5} ед.СИ, остаточная намагниченность варьирует в тех же пределах. Теоретические расчеты дают параметры, близкие к реально наблюдаемым полям. По данным АМС-10 для них характерна интенсивность от 2 до 8 нТл, а по данным наземной съемки от 10 до 35 нТл, при аппроксимации объектов интенсивность расчетного сигнала получена соответственно 4 и 16 нТл. Отличительной особенностью данного типа является их гладкая и выдержанная форма.

Четвертый тип – аномалиеобразующие объекты сосредоточены в нижней части палеодолины – выделяется, как правило, только по фактическим результатам измерений магнитных свойств, т.е. самостоятельная аномалия формируется при значениях магнитной восприимчивости 80×10^{-5} ед.СИ и выше. В этом случае интенсивность расчетной аномалии от геологического тела мощностью более 20 метров, расположенного на глубине 10 м, в воздухе на высоте 50 метров равна 4 нТл, а на земной поверхности – 8 нТл. Как правило, реально наблюдаемые аномалии несколько превышают эти значения, 4-8 нТл по данным АМС-10 и 10-20 нТл по данным наземной съемки. В геологическом отношении подобные аномалии чаще всего формируют аллювиальные отложения разного возраста.

Таким образом, геологическая задача поиска кимберлитовых тел на закрытых площадях с помощью магниторазведки сводится к методической – выявлению полезного сигнала на фоне интенсивных помех, создаваемых, главным образом, четвертичными отложениями.

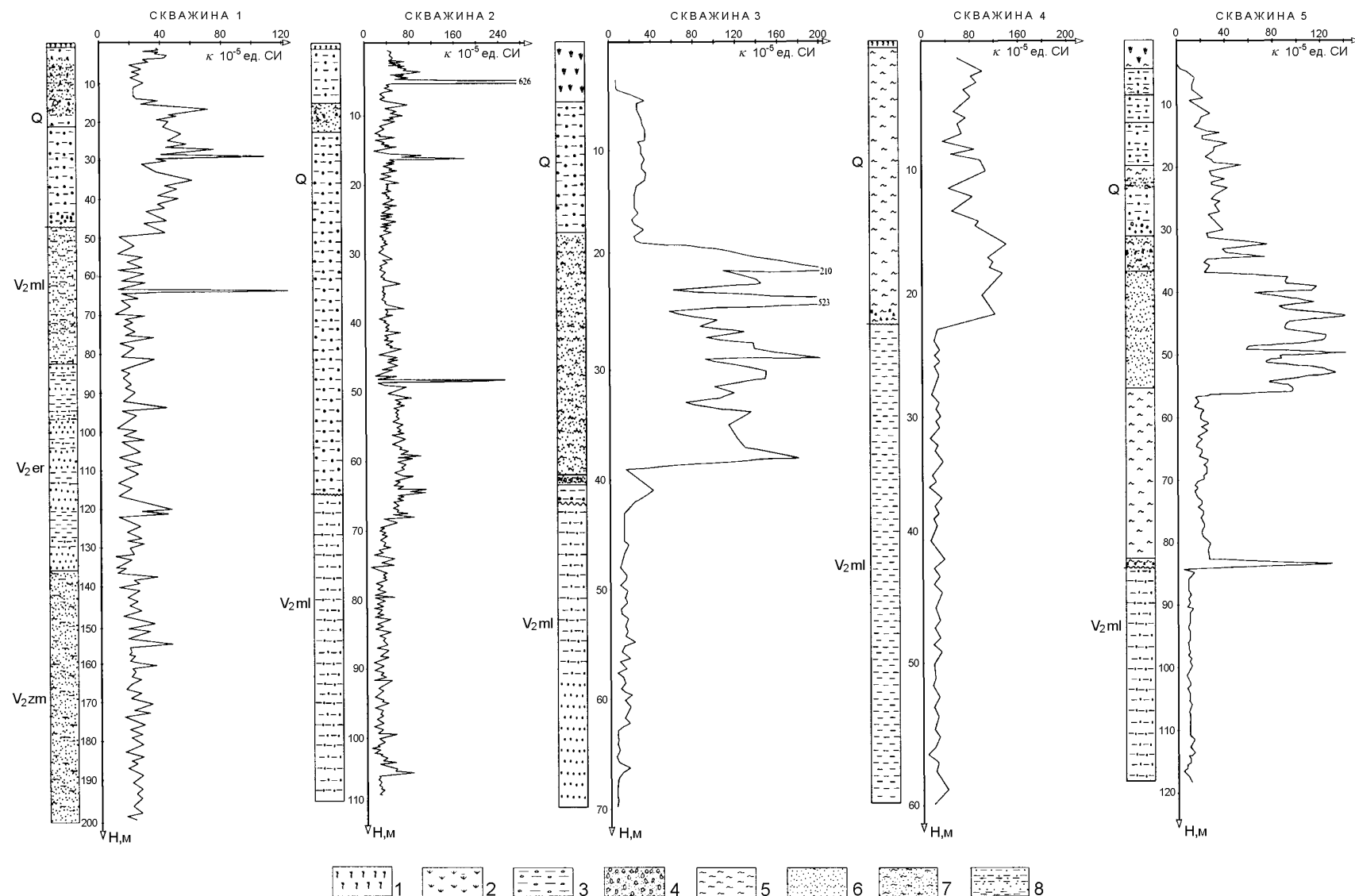


Рис. 2. Графики зависимости магнитной восприимчивости от глубины по данным каппаметрии керна заверочных скважин: 1 - четвертичные отложения (1 - почвенно-растительный слой, 2 - торф, 3 - суглинки серые, коричневые с галькой и гравием, 4 - песчано-гравийно-галечные отложения, 5 - глины серые, 6 - песок коричневатый-серый, полимиктовый, мелкозернистый, 7 - супесь серая с прослоями глин); 8 - вендские отложения (переслаивание песчаников, алевролитов, аргиллитов).