

УДК 550.38

Д. О. МИНАСЯН

ФЕРРОМАГНИТНЫЕ ФАЗЫ И КОМПОНЕНТЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ ОСТАТОЧНОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ ЭФФУЗИВНЫХ ПОРОД АРМЕНИИ

В настоящей статье сделана попытка изучением коэрцитивных спектров определить ферромагнитные фазы и компоненты J_n некоторых эффузивных пород Армении. Изучены долеритовые базальты, андезит-дациты и туфы из районов гор. Степанавана (ущелье реки Дзорагет), с. Амасия (ущелье реки Ахурян) и из массива горы Арагац.

Известно, что любые изменения в ферромагнетике, связанные с его составом или магнитным состоянием, приводят к перераспределению энергетических барьеров, что выражается изменением коэрцитивных сил ферромагнитных зерен, следовательно, и формы коэрцитивных спектров.

Если рассмотреть некоторую фазу ферромагнетика, в которой распределение энергетических барьеров, преодолеваемых под действием внешнего магнитного поля H , образует некоторую функцию $j(H_c)$, то при воздействии этого поля будут преодолены все барьеры, для которых $\frac{H_c}{\cos \varphi} \leq H$, где φ —угол между внешним полем H и направлением оси легкого намагничивания. Тогда величина намагниченности будет равна [1]:

$$J_r = J_s \int_0^{\pi/2} \cos \varphi \cdot \sin \varphi \int_0^H f(H_c) \cdot dH_c \cdot d\varphi,$$

или, решая это уравнение относительно $j(H_c)$, получим:

$$\frac{J_s}{2} f(H_c) = \frac{1}{dH} \left(J_r + \frac{H}{2} \cdot \frac{dJ_r}{dH} \right).$$

Значит, имея экспериментально полученную связь намагниченности от размагничивающего или намагничивающего поля h , H , можно определить коэрцитивные спектры той фазы ферромагнетика и компонента J_{ri} за счет которой происходит изменение намагниченности.

С этой целью построены полные коэрцитивные спектры по начальным частям кривых намагниченности насыщения, а также по кривым размагничивания переменным магнитным полем J_n и созданной в лаборатории J_{ri} .

При расчетах коэрцитивных спектров была применена методика

осреднения экспериментальных величин, так называемый «пересчет со скользящим средним», которая дает возможность исключить случайные ошибки, связанные со второй производной $J_n(H, h)$.

Для создания нормальной и идеальной намагниченностей, образец приводился в нулевое состояние размагничиванием переменным магнитным полем с убывающей амплитудой от 800 до 0 э.

Намагниченность насыщения была получена в постоянных полях, достигающих до 15000 э. Образцы намагничивались последовательно через 50—100 э до полей 700—800 э, а потом через 500 э до полей насыщения.

Идеальная намагниченность создавалась в системе двух коаксиальных катушек переменного и постоянного магнитного поля. При этом переменное магнитное поле имело максимальную амплитуду до 800 э, а величина постоянного намагничивающего поля доходила до 1—1,5 э.

Полные коэрцитивные спектры строились по начальным частям кривой насыщения $J_{rs}(H)$ (интервал полей 700—800 э) (рис. 1).

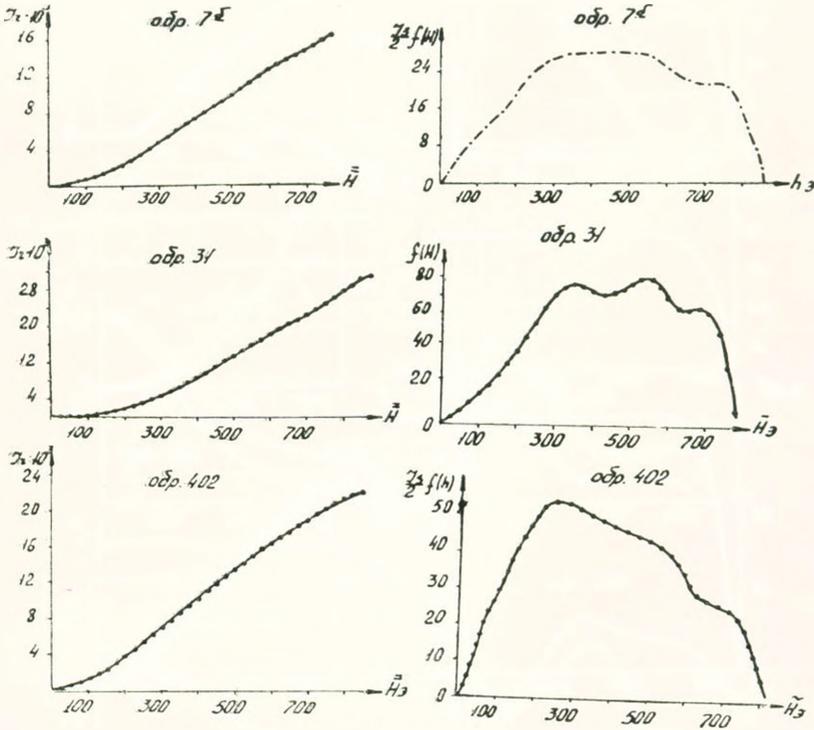


Рис. 1. Начальные части кривых нормального намагничивания и полные коэрцитивные спектры для долеритовых базальтов (а), андезитов-дацитов (б) и туфов (в).

Поскольку каждый домен обладает некоторой индивидуальной коэрцитивной силой H_c , определяющей величину поля, необходимую для его перемагничивания, то полученные коэрцитивные спектры представляют распределение по величине H_c доменов, участвующих в создании J_n .

Как видно, коэрцитивные спектры намагничивания изученных образцов обладают одним единственным максимумом довольно большой ширины и высоты функции $f(H)$. Три максимума на спектре обр. 31, по всей вероятности, обусловлены различными диаметрами ферромагнитных зерен.

Исходя из вышесказанного можно сказать, что ферромагнитная фракция изученных пород однофазна.

Состав ферромагнитных зерен оценивался по величине намагниченности насыщения J_{rs} , по характеру кривых $J_r(H)$ и по величине размагничивающего поля насыщения H'_{cs} , т. к. намагниченность насыщения является функцией состава и концентрации магнитных минералов. Насыщение намагниченности достигается в интервале полей от 3000 до 3200 э (рис. 2).

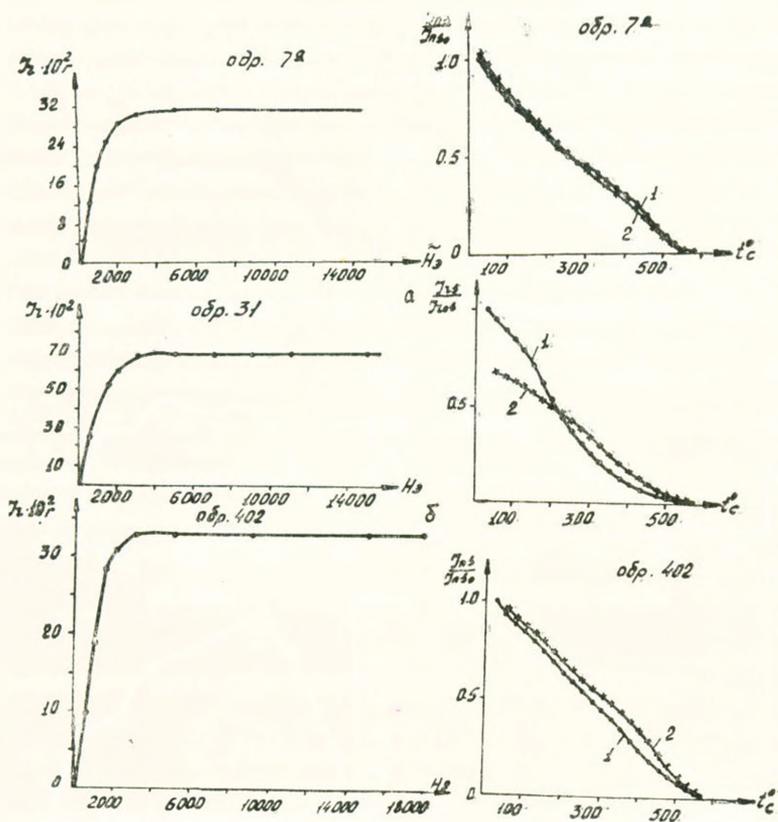


Рис. 2. Кривые $J_{rs}(H)$ и $J_{rs}(t)$ для долеритовых базальтов (а), андезито-дацитов (б) и туфов (в).

Плавный ход кривых нормального намагничивания может служить доказательством однофазности ферромагнетиков изученных пород.

Величины размагничивающих полей насыщения H'_{cs} расположены в пределах от 500 до 700 э. Эти величины говорят об отсутствии гематита в породах и о наличии ферромагнетиков титано-магнетитовой серии, в основном магнетита.

Судя по кривым $J_{rs}(t)$, ферромагнетики изученных пород представлены низкотитанистой кубической магнитной фазой с высокой точкой Кюри или магнетитом (рис. 2). Точки Кюри долеритовых базальтов, андезитов-дацитов и туфов по термокривым колеблются в пределах от 550 до 575°C.

Петрографические исследования подтвердили результаты термомагнитного анализа. Рассмотрение шлифов показало, что ферромагнитная фракция представлена в основном магнетитом, зерна которого изометричны, размером от 10 до 30—40 микрон.

Изучение кривых размагничивания переменным магнитным полем и температурой, а также коэрцитивных спектров размагничивания J_n

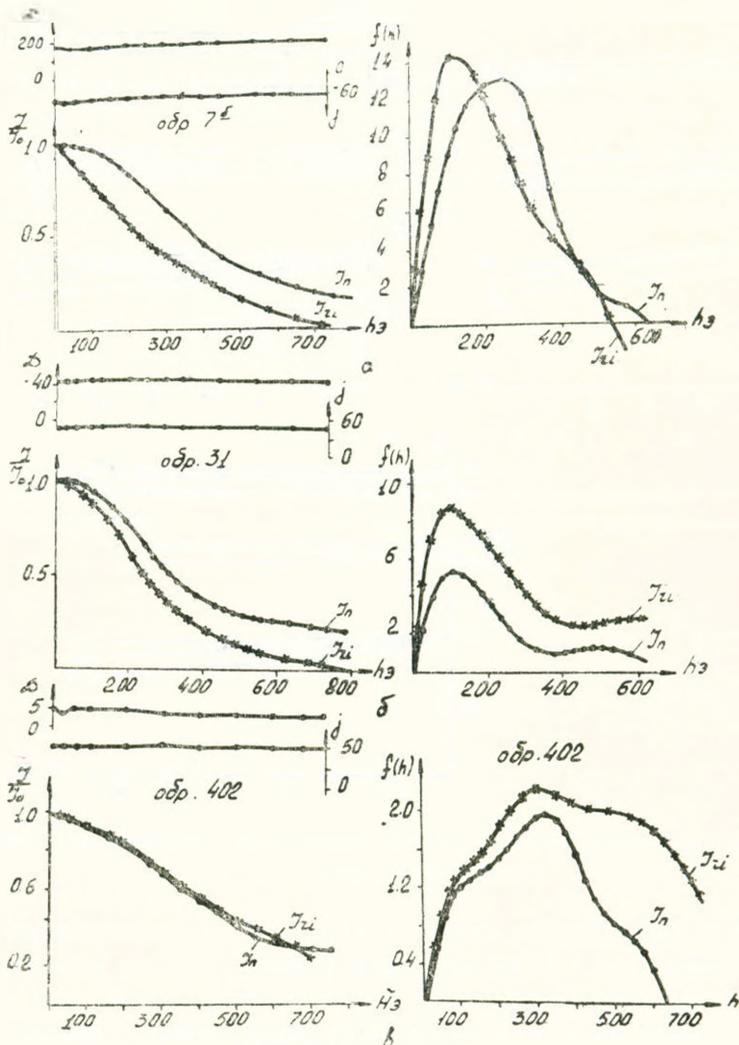


Рис. 3. Кривые $J_n(H)$, $J_{ri}(H)$ и коэрцитивные спектры размагничивания для долеритовых базальтов (а), андезитов-дацитов (б) и туфов (в): 1) кривая размагничивания J_n ; 2) кривая размагничивания J_{ri} ; 3) коэрцитивный спектр по $J_n(H)$; 4) коэрцитивный спектр по $J_{ri}(H)$.

и J_{ri} (рис. 3), показало, что J_n долеритовых базальтов, андезитодацитов и туфов однокомпонентно.

Если намагниченность породы представлена одним компонентом, то при размагничивании переменным магнитным полем или температурой величина J_n постепенно уменьшается с ростом h или t , а направление J остается почти постоянным. Если намагниченность многокомпонентна, то при размагничивании кривые $J_n(h)$ и $J_n(t)$ имеют ступенчатый характер. И только при определенной h_i или t_i , когда уже сняты менее стабильные вторичные компоненты, характер кривых становится плавным, наступает постоянство направления вектора J_n и изменяется, уменьшаясь, только величина J_n .

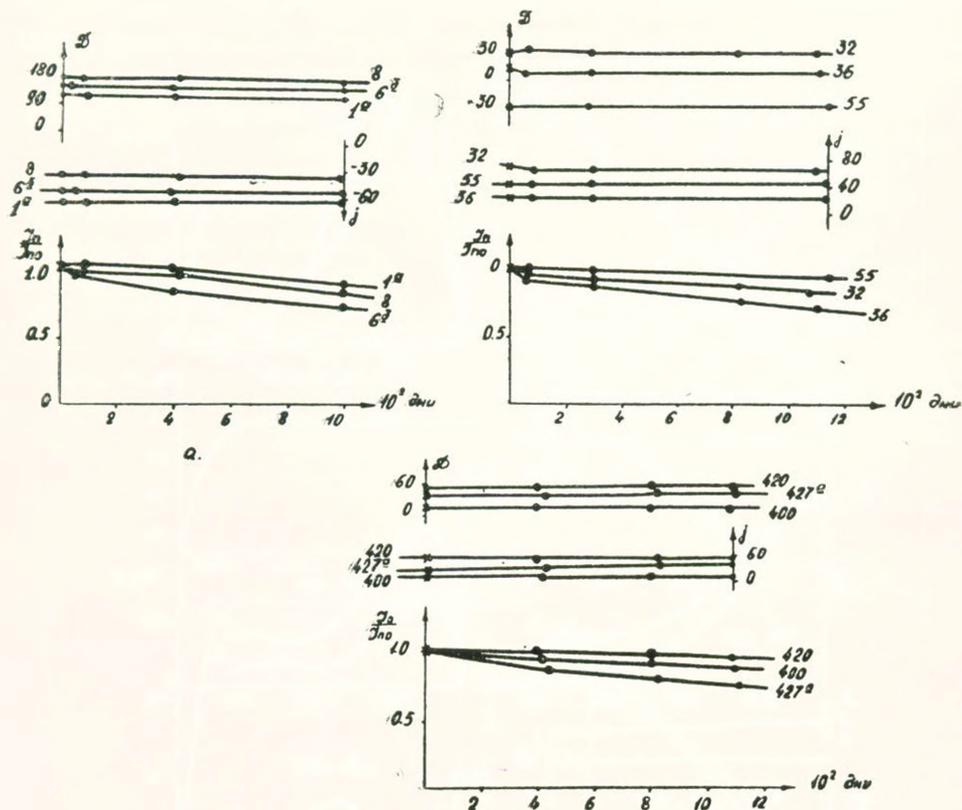


Рис. 4. Кривые временных зависимостей для долеритовых базальтов (а), андезитодацитов (б) и туфов (в).

На рис. 3 представлены кривые $J_n(h)$, $J_{ri}(h)$ и коэрцитивные спектры размагничивания. Один максимум функции $f(h)$ на коэрцитивных спектрах размагничивания J_n и J_{ri} свидетельствует о том, что естественная остаточная намагниченность эффузивных пород однокомпонентна. Как видно, кривые $J_n(h)$ имеют плавный ход, а незначительные изменения направления вектора J_n наблюдаются в интервале полей 50—100 э и температур 20—100°C, где, по всей вероятности, снимается вязкая намагниченность.

Для оценки возможности возникновения вязкой намагниченности у изученных эффузивов и степени ее влияния на первичную намагниченность образцы ставились на выдержку в лабораторном магнитном поле как по направлению, так и против поля. Образцы выдерживались в этих положениях от двух до четырех лет и за это время измерялись 3—4 раза.

На рис. 4 изображены изменения величины и направления J_n от времени выдержки в лабораторном магнитном поле. Эти графики показывают, что изменение вектора J_n выражается лишь в небольшом уменьшении его величины, а направление практически остается постоянным. Это говорит о том, что вязкая компонента составляет незначительную часть вектора естественной остаточной намагниченности, которая не может исказить направление первичной термоостаточной намагниченности.

Резюмируя результаты всех вышеописанных лабораторных исследований, можно заключить, что естественная остаточная намагниченность долеритовых базальтов, андезитов-дацитов и туфов районов гор. Степанавана, с. Амасия и массива горы Арагац однокомпонентна, носителями которой являются многодоменный низкотитанистый титаномагнетит и магнетит.

Ордена Трудового Красного Знамени
Институт геофизики и инженерной сейсмологии
Академии наук Армянской ССР

Поступила 6.X.1975.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Кочегура В. В., Розенталь И. В. Коэрцитивные спектры различных видов остаточной намагниченности. Сб. «Палеомагнетизм и магнетизм горных пород», М., 1969.