

валежите вещества участвуват с много по-голям относителен дял в минерализацията на подземните води, разпространени във високопланинските райони. Това лесно се доказва, съпоставяйки стойностите на минералната инфилтрация и подземния минерален отток (К е х а й о в, 1968) за различните части на страната.

Л и т е р а т у р а

- А л е к н и, О. А. 1957. Новые данные о среднем составе речной воды для территории СССР. — Докл. АН СССР, 114, 5.
- Б р а ж н и к о в а, Л. В. 1960. Карта ионного стока рек территории СССР. — Гидрохим. матер., 30.
- Г е р а с и м о в, И. П., Ж. Г ъ л ъ б о в. 1966. География на България, I. Физическа география. С., БАН, 548 с.
- Д р о з д о в а, В. М. 1962. Характеристика минерализации и химического состава атмосферных осадков, собранных в различных пунктах СССР за период МГГ и МГС. — Тр. Гл. геофиз. обсерватории, 34.
- К е х а й о в, Т. М. 1968. Опит за определяне на минералния отток на подземните води от зоната на активния водообмен в България. — Изв. НИГИ, 4.
- К о л о д я ж и а я, А. А. 1961. Атмосферные осадки как источник поступления водно-разтворимых солей на суши. — Тр. Лабор. гидрогеол. проблем, 36.
- М а к с и м о в и ч, Г. А. 1953. О роли атмосферных осадков в переносе растворимых веществ. — Докл. АН СССР, 92, 2.
- Р у б е й к и н, В. З. 1978. Влияние атмосферных осадков на химический состав подземных вод. — Тр. ВНИИ, 118.

(Приета на 4. 5. 1980 г.)

Определяне на диелектричната проникваемост и диелектричните загуби на някои скални разновидности в Панагюрския район

С. Пищалов, П. Стефанов

Висш минно-геоложки институт, 1156 София

S. Pishtalov, P. Stefanov — Determination of Dielectric Permeability and Dielectric Losses of Some Rock Varieties in Panagurište Region. A method for determination of ϵ and $\text{tg } \delta$ is developed using measuring condenser with constant air distance between its electrodes and the rock sample studied.

An equivalent scheme is discussed on the basis of which expressions for determination of dielectric permeability and dielectric losses are derived. The introduction of constant air distance which is several times larger than the roughness of the rock sample allows a more accurate determination of dielectric properties.

Dielectric properties of samples from granites, quartzdiorite porphyrites and from the silicified zone at the contact between ore bodies and country rocks have been measured. The frequency of the electromagnetic field used ranges from 300 kHz to 15 mHz. The frequency dispersion of dielectric permeability ϵ and dielectric losses $\text{tg } \delta$ has been determined in a large amount of rock varieties.

Повишаването на ефективността от подземното геоложко проучване в условията на Панагюрския руден район е свързано с прилагането на комплекс от геофизични изследвания на пространството между установената проучвателна мрежа от галерии и сондажи. В този комплекс голяма е ролята на високочестотните електропроучвателни методи.

Съвременното направление в развитието на електричните изследвания е насочено към разработване и по-ефективно прилагане на някои високочестотни модификации. За тази цел са необходими данни за електричните свойства на скалите и полезните изкопаеми във високочестотни електромагнитни полета.

Разглеждайки скалите като диелектрици за изясняване поведението им в променливо електромагнитно поле, следва основно да бъдат изучени диелектричната им проницаемост ϵ и ъгълът на диелектричните загуби $\text{tg } \delta$ в тях.

Във всеки диелектрик, поставен в електромагнитно поле, се извършват процеси на обратимо преместване на заредени частици. Тези процеси, наречени поляризация, обуславят електричните свойства на веществата в променливи електромагнитни полета (П а р х о м е н к о, 1965).

Относителната диелектрична проницаемост представлява отношението на количеството натрупани заряди (Q) в обем диелектрик към количеството натрупани заряди (Q_0) в същия обем вакуум.

$$\epsilon_r = \frac{Q}{Q_0}. \quad (1)$$

Ако кондензатор, между електродите на който е поставен диелектрик, се свърже с генератор на синусоидално напрежение, електричното поле в него се изменя по закона

$$E_t = E_m \sin \omega t. \quad (2)$$

През диелектрика ще протече ток с капацитивна и активна компонента. Плътноста на този ток е равна:

$$J = i\omega \epsilon_0 (\epsilon_r' - i\epsilon_r'') E + \gamma_a E. \quad (3)$$

Величината $(\epsilon_r' - i\epsilon_r'')$ се нарича комплексна диелектрична проницаемост. Активната компонента на плътността на тока

$$J_A = \epsilon_0 \epsilon_r'' E \quad (4)$$

е във фаза с приложеното напрежение, а капацитивната

$$J_c = i\omega \epsilon_0 \epsilon_r' E \quad (5)$$

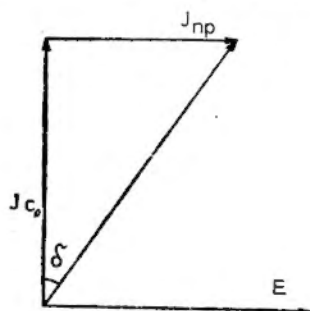
изпреварва напрежението с ъгъл $\frac{\pi}{2}$. Ако означим с φ ъгъла между векторите на приложеното напрежение E и пълната стойност на плътността на тока, допълващият до 90° ъгъл ($90 - \varphi$) се означава с δ , тангенсът на който е количествен измерител на загубите на мощност в изучавания диелектрик (фиг. 1).

Диелектричната проницаемост и ъгълът на диелектричните загуби зависят от честотата на поляризиращото поле. За измерване на ϵ и $\text{tg } \delta$ съществуват два принципно различни метода — мостов и резонансен.

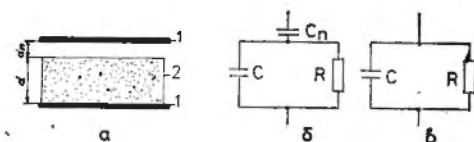
Измерванията по мостовия метод дават добри резултати при честоти, по-ниски от 10^5 хц. Поради силното влияние на паразитните капацитети при измервания в полета с честоти, по-големи от 10^5 хц, се използва резонансният метод.

При работа по този метод основен източник на грешки са условията на контакта на образеца с електродите на измерителния кондензатор. Ако между пластините на кондензатора и измервания диелектрик се остави въздушна междина с дебелина от порядъка на 0,1 d, грешката в измерванията

стойности на ϵ и $\text{tg}\delta$ достига до 50%. Използването на метално фолио за подобряване на електродния контакт не позволява повишаване на точността на измерване. Да се намали грешката на въздушната междина между образеца и измерителните електроди е възможно, ако се използва измери-



Фиг. 1. Векторна диаграма между приложеното напрежение E и пълната стойност на тока J



Фиг. 2. Схеми на кондензаторен датчик: а) с въздушна междина; б) еквивалентна схема на кондензатор с въздушна междина без Q-метър; в) еквивалентна схема на кондензатор с въздушна междина при използване на Q-метър
1 — електроди; 2 — скален образец

телен кондензатор, в който между електродите и измервания образец се установи допълнителна въздушна междина със строго определена постоянна дебелина, която превишава многократно грапавостта на образеца. Най-често установяването на постоянна въздушна междина се реализира чрез залепване на лентички от слюда (мусковит) или полиетилен с дебелина около 0,1 mm към изолирания от земята електрод (К о р е н о в и Ч е р н ы й, 1962). Влиянието на така установената междина се изчислява предварително и в разчетните формули се внася корекция.

На фиг. 2 е представена схема и еквивалентна верига на кондензаторен датчик с въздушна междина. Пълното комплексно съпротивление на еквивалентната верига 2б е равно:

$$Z_{\delta} = \frac{1}{j\omega C_n} + \frac{R}{1 + j\omega RC} \quad (6)$$

Когато измерванията на електричните свойства се осъществяват с измерител на качествено фактор (Q-метър), еквивалентната измерителна верига добива вида, показан на фиг. 2в. Пълното комплексно съпротивление на измерителната верига е равно:

$$Z_n = \frac{R}{1 + j\omega R C_u}, \quad (7)$$

където ω е ъгловата честота, C_u , R_u са измерените стойности на капацитета и съпротивлението на кондензаторния датчик с въздушна междина.

Ако се приравнят действителните и мнимите части на уравнения 6 и 7 и се решат по отношение на ϵ и $\text{tg}\delta$, се получават уравнения, които позволяват да бъдат изчислени ϵ и $\text{tg}\delta$:

$$\epsilon = \frac{C_2 - C_1}{C_n} + 1, \quad (8)$$

$$\text{tg}\delta = \frac{(C_2 + 10) \cdot (Q_2 - Q_1)}{(C_2 - C_1 + C_n) \cdot (Q_1 Q_2)}, \quad (9)$$

където $C_n = \frac{\epsilon_n S_{\text{пл}}}{d}$; C_1 , Q_1 са отчетите по скалите на Q-метъра с поставен в

измерителния кондензатор образец.

C_2 , Q_2 — отчетите по скалите на Q-метъра без образец при същото разстояние между плочите на измерителния кондензатор.

ϵ_p и ϵ_n — диелектричната проникваемост на въздуха и на подложката.

С разработената методика бяха измерени диелектричните свойства на образци от основните скални видове, разпространени в Панагюрския руден район.

Районът на медно-пиритното находище „Елшица“ е изграден от висококристалинни шисти — гнайси, амфиболови шисти, слюдени шисти, които представляват доалпийската подложка. Те са процепени от гранит, диорит, диоритови порфирити и кварц-диоритови порфирити. От по-младите скали са представени сенонските образувания — андезити, андезитови туфи, брекчи и варовити мергели.

В находище „Радка“ подложката също е представена от висококристалинни шисти — гнайси, слюдени шисти и амфиболови шисти. Участвуват също така южнобългарски гранити, диорит и аплит, а от сенонските образувания — андезити, дацити, андезитови брекчи, андезитови туфи и мергелни варовици.

Медно-пиритното орудяване в Панагюрския район, което е и обект на миннодобивната и геологопроучвателна дейност, по състав е сулфидно, а по морфоложки особености се дели на три групи — масивни сулфидни тела с неправилна лещовидна и шоковидна форма; разсеяни прожилково пръснати медни, пиритни и медно-пиритни орудявания; жилообразни орудявания. Тези рудни тела залягат във вместващите скали от силно тектонски и хидротермално изменени дацити, андезити и техните туфи и туфобрекчи. Целият този комплекс е в по-висока или по-ниска степен пиритизиран.

Измерванията бяха извършени в полето на честоти от 300 кхц до 15 мхц с цел да се изясняват честотните дисперсии на диелектричната проникваемост (ϵ) и диелектричните загуби ($tg\delta$).

На фиг. 3 са представени резултатите от измерването на диелектричната проникваемост на образци от гранити, кварц-диоритови порфирити и окварцена зона, която се проследява на контакта между рудно тяло и вместващата среда.

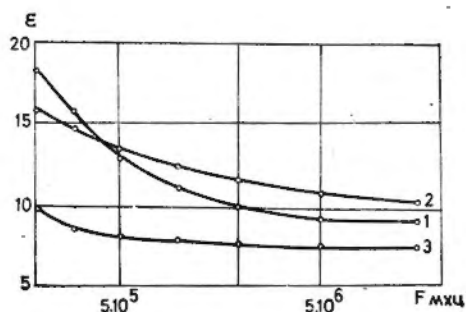
Най-ясно изразена честотна дисперсия за ϵ се наблюдава при гранитовите образци, а с най-постоянни стойности на диелектричната проникваемост ϵ в използвания честотен диапазон се характеризират образците, събрани от окварцената зона на контакта между рудно тяло и вместващата среда. Законът на регресия на ϵ като функция на честотата за кварц-диоритовите порфирити характеризира главно намаляване на диелектричната проникваемост в целия честотен диапазон. Различията в честотните дисперсии на диелектричната проникваемост добре се съгласуват със съдържанието на фемични минерали в изследваните скални видове.

На фиг. 4 са представени графичните зависимости на диелектричните загуби ($tg\delta$) на изучаваните образци като функция на честотата на поляризиращото поле. Дисперсията на този физичен параметър и за трите изучавани скални вида има един и същ характер на изменение — силна зависимост от честотата на поляризиращото поле. Особен интерес представлява смяната на тенденцията на честотните зависимости на $tg\delta$.

В интервала от 0,3 до 1 мхц $tg\delta$ и за трите скални вида показва тенденция на рязко намаляване. При по-високите честоти тенденцията на намаляване се запазва само при образците от окварцената зона. Гранитите показват ясно изразено нарастване на $tg\delta$, докато за кварц-диоритовите порфирити след честота на полето, равна на 2 мхц, $tg\delta$ практически остава постоянна величина. Това различие в честотния ход на диелектричните загуби

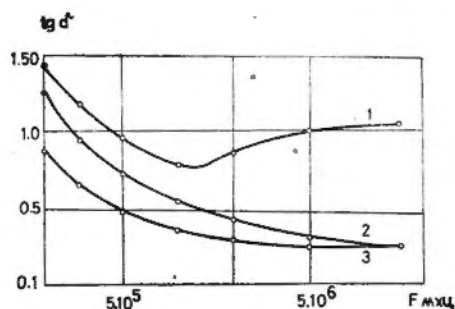
най-вероятно се дължи на вторични хидротермални промени в изследваните скални разновидности.

Обобщавайки получените резултати, могат да се направят следните важни изводи:



Фиг. 3. Зависимост на диелектричната проникваемост ϵ от честотата на поляризиращото поле F

1 — гранити; 2 — кварц-диоритови порфирити; 3 — окварцена зона



Фиг. 4. Зависимост на диелектричните загуби $\text{tg } \delta$ за изследваните образци от честотата на поляризиращото поле F

1 — гранити; 2 — кварц-диоритови порфирити; 3 — окварцена зона

— Методът на допълнителната въздушна междина позволява постигането на сравнително добра точност при определянето на диелектричните свойства (за ϵ до 10%, за $\text{tg } \delta$ до 15%) при образци със сравнително високи диелектрични загуби.

— Сравнително високите стойности на ϵ и особено на диелектричните загуби $\text{tg } \delta$ предопределят и по-малката дълбочинност на изследване на високочестотния електромагнитен метод за Панагюрския район.

Л и т е р а т у р а

Кореннов, Б. И., Г. Черный. 1962. Лабораторные исследования дисперсии диелектрической проникваемости образцов горных пород. — *Геология и геофизика*, 11, 108—114.

Пархоменко, Э. И. 1965. *Електрические свойства горных пород*. М., Недра. 163 с.

(Приета на 4. 5. 1980 г.)

Дванадесети конгрес на международната минералогическа асоциация

От 4 до 6 юли 1980 г. в Орлеан, Франция се състоя 12 конгрес на Международната минералогическа асоциация (ИМА). Както е известно, асоциацията провежда своите конгреси на две години, като през конгрес обвързва работата им по време и място с Международния геологически конгрес. С оглед на това 12 конгрес на ИМА бе много краткотраен. Той обхвана изцяло само