

Երկրաբանություն

УДК 552.08:5303

ԱՄՐՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԱՌԱՋԳԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ
ԿԱԽՎԱԾՈՒԹՅՈՒՆՆ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ԽՈՆԱՎՈՒԹՅԱՆ ԱՍՏԻՃԱՆԻՑ

Գ. Վ. ՄԱՐԿՈՍՅԱՆ *

ԵՊՀ երկրաֆիզիկայի ամբիոն, Հայաստան

Աշխատանքում բերված է ապարների ամրության և առաձգականության օրինաչափ փոփոխությունները և փոխադարձ կախվածությունը՝ խոնավության ամբողջ տիրույթում: Բացահայտվել է, որ առավելագույն հիգրոսկոպիկ խոնավության տիրույթում (մինչև $W=20\%$), ամրությունը և առաձգականության մոդուլները կտրուկ նվազում են, այնուհետև՝ մինչև 70% խոնավության սահմաններում նշված պարամետրերի արժեքները կայունանում են, իսկ հետագայում, մինչև 100%, սկսում են աստիճանաբար աճել մոտենալով բացարձակ չոր վիճակի արժեքներին:

Keywords: use of the stamp, humidity, strength, resilience, longitudinal and transverse waves.

ԽՈՆՐԻ ՊՐՎԱԾՔՐ: Ապարների ծավալա-լարվածային վիճակը հանդիսանում է տարբեր տեխնոլոգիական գործընթացների ժամանակ ապարի քայքայման հիմնական պատճառներից մեկը: Ապարների ամրության մասսայական փորձարկումների ժամանակ մեծ կիրառում ունի գլանաձև դրոշմի (շտամայի) ներդրման եղանակը, որը մշակվել է Շրեյների կողմից [1, 2]:

Շտամայի ներդրման եղանակով՝ ապարներում ստեղծված լարվածային վիճակն ունի ծավալային բնույթ, և ստացված արդյունքները համեմատելի են համակողմանի սեղմման եղանակի արդյունքներին:

Ներկայումս բավական լավ ուսումնասիրված է ամրության կախվածությանը լիթոլոգա-պետրոգրաֆիական հատկանիշներից և ըստ որի էլ կատարված է ապարների հիմնական դասակարգումը [1, 3, 4]:

Ամրության կախվածության ուսումնասիրությունները՝ խոնավությունից շատ սահմանափակ են, այսինքն՝ ամրության փորձարկումներ կատարվում են կամ 100% խոնավության (ջրհագեցած) վիճակում, կամ բացարձակ չոր (105°C-ում չորացած) և երբեմն՝ օդաչոր վիճակներում: Հայտնի է, որ ապարները բնական վիճակում միշտ չէ որ 100% են ջրհագեցած, ուստի ամրության կապը խոնավության ամբողջ տիրույթում ուսումնասիրման կարիք ունի [5–9]:

Ապարներն օժտված են նաև որոշակի հիգրոսկոպիկությամբ, այսինքն՝ ընդունակ են օդից ջուր (խոնավություն) կլանելու: Ընդ որում, խոնավության կլանման ինտենսիվությունը կախված է ապարի լիթոլոգիական կազմից, գո-

* E-mail: g.markos@ysu.am

լորշու հարաբերական առաձգականությունից և ապարը կազմող մասնիկների տեսակարար մակերևույթներից:

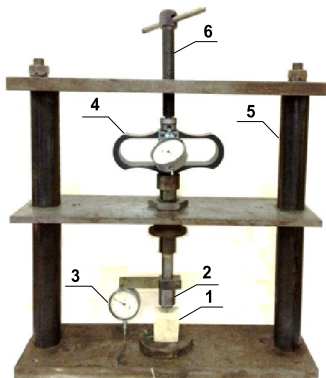
Կարծր մասնիկի մակերևույթին ամուր կապված, կամ ֆիզիկապես կապված ջուրը, որը սովորական ջրից տարբերվում է՝ $1,74 \text{ գ/սմ}^3$ խտությամբ, -78°C սառչելու ջերմաստիճանով և օժտված է որոշակի սահքի դիմադրությամբ, բնականաբար ազդում է միջավայրի, կամ ապարի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների վրա: Բացի ֆիզիկապես ամուր կապված ջրից, ապարում առկա է նաև թույլ կապված ջրերի որոշ քանակ՝ պայմանավորված ապարի առավելագույն հիգրոսկոպիկությամբ [5, 9]:

Ապարների ամրության վրա հիգրոսկոպիկ խոնավության ազդեցությունն ուսումնասիրված է, և դրա արդյունքները ամփոփված են [7]:

Ցույց է տրված, որ հիգրոսկոպիկ խոնավությունը փոքրացնում է ինչպես փորձարկվող ապարի ամրությունը՝ $P_{\text{сm}}$, այնպես էլ այդ նույն ապարում առաձգական երկայնական ալիքների տարածման արագությունը՝ V_p -ն:

Ներկա աշխատանքում խնդիր է դրված ուսումնասիրել խոնավության ազդեցությունն ամբողջ տիրույթում ապարների ամրության, առաձգական երկայնական և լայնական (V_s) ալիքների տարածման արագությունների վրա:

Հետազոտության մեթոդիկա: Ըստ շտամպի ներդրման, ապարների ամրությունը փորձարկելու համար մշակվել է մեթոդիկա և պատրաստվել է սարքավորում (նկ. 1):



Նկ. 1: Շտամպի ներդրմամբ ապարների ամրությունը չափող սարքի լուսանկարը:

- 1 – ապարի խորանարդաձև (գլանաձև) նմուշ;
- 2 – գլանաձև շտամպ;
- 3 – սլաքավոր միկրոմետր;
- 4 – դիմամոմետր;
- 5 – մետաղական կարկաս;
- 6 – պտուտակ:

Մեթոդիկան կայանում է հետևյալում՝ որոշակի խոնավությամբ գլանաձև նմուշը, դրվում է սարքավորման հարթակի վրա, համապատասխան կետում հարմարեցվում է շտամպը, որի հիմքի մակերեսը 5 սմ^2 է, սլաքավոր դեֆորմաչափի սլաքը բերվում է 0-ական դիրքի: “ДОСМ-3/1” մակնիշի դիմամոմետրով շտամպին տրվում են լարումներ 10 կգ քայլով, յուրաքանչյուր քայլում գրանցվում է մեկ բույեում առաջացած դեֆորմացիաները: Լարումների ավելացումը շարունակվում է այնքան մինչև դեֆորմացիաները հասնեն 500 միկրոն , գրանցվում է կիրառված $P_{\varepsilon=500}$ ճնշումը:

Մեխանիկական փորձարկումից առաջ, որոշվում է փորձարկվող ապարի նմուշի հարաբերական խոնավությունը W -ն՝ տոկոսներով, որն որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝ $W = \frac{P_{\mu} - P_{\lambda}}{V_{\delta}} \cdot 100\%$, որտեղ՝ P_{μ} -ն որոշակի խոնավությամբ ապարի կշիռն է, P_{λ} -ն՝ 105°C -ում չորացված ապարի կշիռն է, իսկ V_{δ} -ն՝

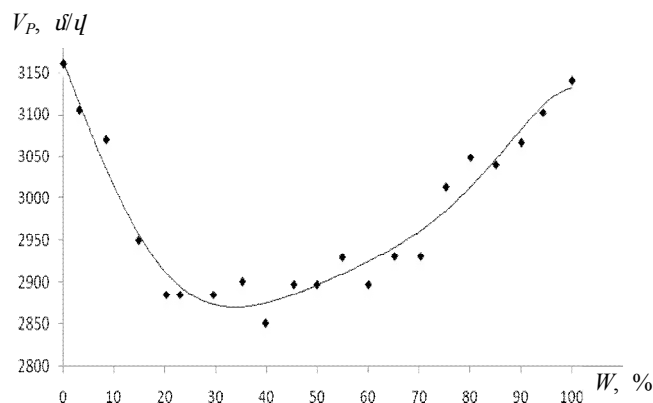
ապարի մուշի ծակոտկենության ծավալն է: Նախապես չափվել է մաև տվյալ ուղղությամբ առաձգական երկայնական՝ V_p և լայնական՝ V_s արագությունները՝ ЭкогеосПром, Ռ-Գ ընկերության «Ультразвук» սարքավորումով:

Կախված խոնավությունից $P_{\text{сат}}$ -ի, V_p -ի և V_s -ի փոփոխությունները ուսումնասիրվել են ՀՀ Տավուշի մարզի ֆելզիտային տուֆերի հանքավայրից, հորատամամբ հանված ֆելզիտային տուֆի գլանաձև մուշների վրա: Նմուշների չափսերն են՝ բարձրությունը 7սմ, ընդլայնական կտրվածքի տրամագիծը՝ 7 սմ:

Փորձարկումների համար ընտրվել են ֆելզիտային տուֆերը, քանի որ այն համեմատաբար համասեռ է և իզոտրոպ, չնայած ունի բարձր՝ մինչև $\epsilon=26\%$ ծակոտկենության գործակից, սակայն ունի հավասարաչափ տարածում ամբողջ ծավալում և արտահայտված չէ խոռոչներով:

Փորձի ընթացքում նպատակահարմար է, ապարի խոնավությունը 100%-ից հաջորդաբար իջեցնել $\sim 5\%$ -ով և կատարել վերը նշված չափումները:

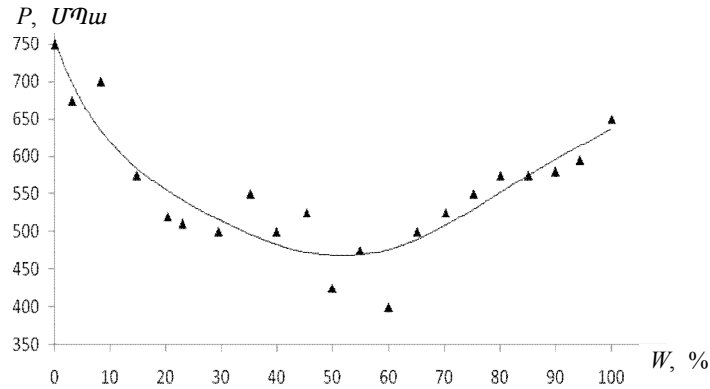
Արդյունքները և քննարկումը: Աղյուսակում բերված են փորձի արդյունքները (e , W , V_p , V_s , $P_{\epsilon=500}$, σ) և հաշվարկված առաձգականության Յունգի (E), սահքի (G), Պուասոնի (μ), Լամեի (λ) և համակողմանի սեղման (K) մոդուլները:



Նկ. 2: V_p -ի փոփոխության կորը կախված W խոնավությունից:

Նկ. 2-ում բերված է V_p -ի փոփոխության կորը կախված՝ խոնավությունից որտեղ ակնհայտորեն երևում է, որ V_{p_2} (105°C -ում չորացած) և V_{p_h} (100% ջրհագեցած) վիճակներում արագությունները բավական մոտ են, իսկ խոնավության մնացած տիրույթում V_p -ն կրում է բավական նկատելի փոփոխություններ:

V_p -ի գրաֆիկից երևում է, որ առաջին հիմնական փոփոխությունները դիտվում են մինչև $W=15\%$ հիգրոսկոպիկ խոնավության տիրույթում, այնուհետև ծակոտկենները լցվում են գրավիտացիոն ազատ ջրերով, ինչն ազդեցություն համարյա չի ունենում արագությունների վրա մինչև 75% խոնավության սահմաններում: Հետագա խոնավության ավելացումը մինչև 100% , տեղի է ունենում արագության աստիճանական մեծացում, հավանաբար կառուցվածքում ճեղքերի և ճեղքավորությունների ջրհագեցվածության հետևանքով փակվելու պատճառով:



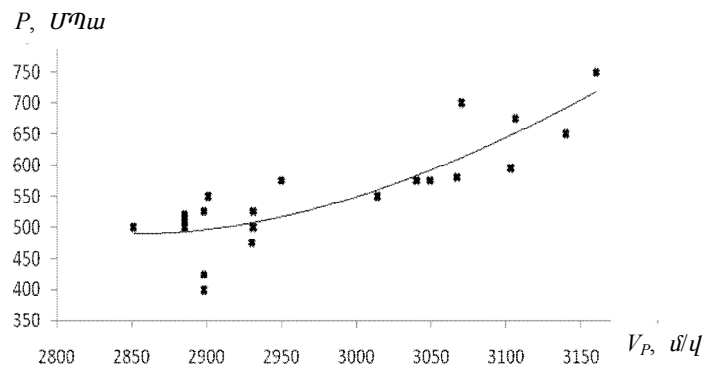
Նկ. 3: $P_{\epsilon=500}$ -ի կախվածությունը ապարի W -ից:

Նկ. 3-ում բերված է $P_{\epsilon=500}$ ամրության փոփոխության գրաֆիկը կախված՝ ապարի խոնավությունից, որը համեմատելով V_P -ի գրաֆիկի հետ, նկատվում է փոփոխությունների օրինաչափություններն բավական նմանություն, այսինքն՝ ամրությունը նմանատիպ փոփոխություններ է կրում ամբողջ խոնավության տիրույթում, ինչպես V_P -ն: Ամրության նման փոփոխությունները ունեն հետևյալ բացատրությունները [7–9].

– հիգրոսկոպիկ խոնավության տիրույթում, ապարի ճեղքերում ջրի աղտորբան հետևանքով մեծանում է նրանց սեղմելիությունը, ինչն էլ հանգեցնում է ամրության փոքրացման;

– ծակոտիներում ազատ կամ գրավիտացիոն ջրերի ազդեցությունները չնչին են՝ թե՛ արագությունների, և թե՛ ամրության վրա;

– ապարների լրիվ ջրհագեցման հետևանքով, նրանցում միկրո և մակրոճեղքերի “փակվելու” պատճառով, աստիճանաբար մեծանում են առածգականության մոդուլները, այդ թվում նաև ամրությունը և արագությունը:



Նկ. 4: V_P -ի և $P_{\epsilon=500}$ -ի փոխադարձ կախվածության գրաֆիկը:

Նկ. 4-ում պատկերված է արագության՝ V_P -ի և ամրության՝ $P_{\epsilon=500}$ -ի փոխադարձ կապի գրաֆիկը, խոնավության ամբողջ տիրույթում:

Եզրակացություն: Աղյուսակում բերված փորձերի արդյունքների վերլուծությամբ հանգում ենք հետևյալ եզրակացություններին:

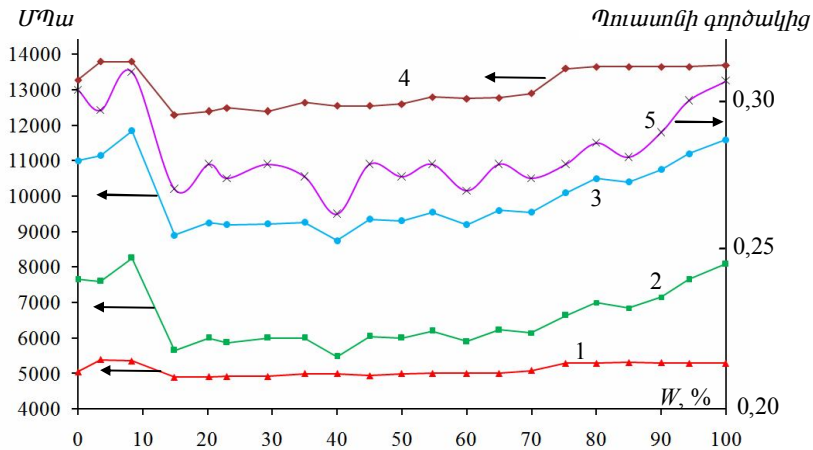
Ֆելզիտային տուֆերի ֆիզիկամեխանիկական բնութագրերը

Ապարի անվանումը և հերթական համարը	Ծավալեկնության գործակից	Հարսերական խոնավություն	Առածգ. երկայնական ալիքների տարածման արագություն	Առածգ. լայնական ալիքների տարածման արագություն	Ծնշումը 500 միկրոն դեֆորմացիայի դեպքում	Ծավալային խտությունը օդաչոր վիճակում	Յունգի մոդուլ (հաստատուն)	Սանքի մոդուլ, հաստատուն	Պուասոնի գործակից	Լամնի հաստատուն	Համակորման սեղմման (Ծավալային մոդուլ)
	e , %	W , %	V_P , մ/վ	V_S , մ/վ	$P_{\varepsilon=500}$, ՄՊա	σ , $q/սմ^3$	E , ՄՊա	G , ՄՊա	μ	λ , ՄՊա	K , ՄՊա
Ֆ-5/1	25,51	100,00	3140	1670	650	2,542	13737	5272	0,303	8090	11605
Ֆ-5/2	25,50	94,36	3103	1668	525	2,544	13642	5260	0,297	7678	11185
Ֆ-5/3	25,53	90,01	3067	1676	450	2,541	13666	5309	0,287	7161	10700
Ֆ-5/4	25,55	85,13	3040	1680	475	2,542	13652	5332	0,28	6804	10358
Ֆ-5/5	25,53	80,10	3049	1675	475	2,543	13619	5304	0,284	6962	10498
Ֆ-5/6	25,5	75,29	3014	1674	550	2,544	13532	5299	0,277	6571	10104
Ֆ-5/7	25,51	70,20	2931	1637	525	2,542	12903	5067	0,273	6102	9480
Ֆ-5/8	25,54	65,07	2931	1628	500	2,543	12797	5011	0,277	6214	9555
Ֆ-5/9	25,52	60,00	2898	1628	400	2,541	12722	5011	0,269	5850	9191
Ֆ-5/10	25,50	54,87	2930	1628	475	2,543	12794	5011	0,277	6203	9544
Ֆ-5/11	25,54	49,89	2898	1619	425	2,541	12614	4954	0,273	5965	9268
Ֆ-5/12	25,52	45,29	2898	1610	525	2,543	12510	4899	0,277	6075	9341
Ֆ-5/13	25,53	39,80	2851	1611	500	2,544	12504	4954	0,262	5454	8757
Ֆ-6/14	25,58	35,23	2901	1621	575	2,545	12640	4964	0,273	5977	9287
Ֆ-6/15	25,57	29,48	2885	1603	500	2,545	12398	4855	0,277	6021	9257
Ֆ-6/16	25,59	22,94	2885	1612	600	2,546	12501	4910	0,273	5912	9185
Ֆ-6/17	25,60	20,30	2885	1603	625	2,544	12398	4855	0,277	6021	9257
Ֆ-6/18	25,56	14,77	2950	1602	575	2,546	12322	4855	0,269	5652	8889
Ֆ-6/19	25,58	8,36	3070	1672	750	2,547	13796	5283	0,306	8306	11828
Ֆ-6/20	25,59	3,19	3106	1679	675	2,546	13783	5328	0,294	7578	11130
Ֆ-6/21	25,59	0,00	3160	1642	700	2,547	13242	5094	0,300	7625	11021

Խոնավության փոփոխություններն ապարների մոտ բերում են ֆիզիկական և մեխանիկական հատկությունների նմանատիպ օրինաչափ փոփոխությունների, կոնկրետ այս փորձերում առածգական երկայնական ալիքների տարածման արագությունների և ամրության միջև:

Ինչպես երևում է V_P -ի, $P_{\varepsilon=500}$ -ի և W -ի միջև կապն արտահայտող գրաֆիկից, տվյալ ապարի մոտ հնարավոր է մի պարամետրն որոշել մյուս երկու պարամետրերով և ընդհակառակը:

Ստորև ներկայացված է նաև առածգականության ստատիկ մոդուլների՝ E , G , K , λ , μ կախվածությունն ապարների խոնավության աստիճանից (նկ. 5):



Նկ. 5: Առաձգականության մոդուլների կապը ապարների խոնավության աստիճանից.
1 – G; 2 – λ; 3 – E; 4 – K; 5 – μ:

Ինչպես երևում է գրաֆիկներից, որոշակիորեն նկատվում է, որ հիմնական ինտենսիվ փոփոխությունները, նվազման տեսքով, դիտվում են մինչև 15% կամ առավելագույն հիգրոսկոպիկ խոնավության տիրույթում, որից հետո խոնավության ազդեցությունները շատ չնչին են, միայն 90–100% ջրհագեցվածության տիրույթում դիտվում են նշված պարամետրերի որոշակի փոփոխություններ դրական ուղղությամբ: Ամենաբիչ ազդեցություն դիտվում է սահքի մոդուլի դեպքում, որը կարող է բացատրվել ազատ կամ գրավիտացիոն ջրերի մոտ սահքի դիմադրության բացակայությամբ:

Ստացվել է՝ 17.11.2015

Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Թ Յ Ո Ւ Ն

1. Павлова Н.Н., Шрейнер Л.А., Портнова А.Т. Экспериментальные исследования механических свойств горных пород при динамическом вдавливании. В сб.: Вопросы деформации и разрушения горных пород при бурении. М.: ГОСИНТИ, 1961.
2. Шрейнер Л.А. и др. Применение метода вдавливания для установления сопротивления горных пород разрушению при бурении и качественной оценки пластичности горных пород. В сб.: Экспериментальные исследования в области разработки глубоких нефтяных и газовых месторождений. М.: Наука, 1964.
3. Беликов Б.П. Упругие и прочностные свойства горных пород. Тр. Института геологии рудных месторождений: петрография, минералогия и геохимия. АН СССР, 1961, вып. 43.
4. Ляховицкий Ф.М., Полтева М.Н. Экспериментальные исследования по определению предела прочности горных пород на сжатие по упругим характеристикам. Физико-механические свойства горных пород верхней части земной коры. М.: Наука, 1968, с. 211–215.
5. Кобранова В.Н. Физические свойства горных пород. М.: Недра, 1967, 438 с.
6. Авчян Г.М. Физические свойства осадочных горных пород при высоких давлениях и температурах. М.: Недра, 1972.
7. Авчян Г.М., Маркосян Г.В. Влияние гигроскопичной влажности на прочность фельзитовых туфов по штампу. // Ученые записки ЕГУ, 1986, № 1 (161), с. 129–134.
8. Авчян Г.М., Арутюнян Р.А., Манукян А.В., Маркосян Г.В., Татевосян Л.К. Влияние флюида на скорость V_p и V_s фельзитовых туфов Армении. // Науки о Земле. Изд. АН Арм. ССР, 1985, № 5.
9. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых. Петрофизика (Справочник геофизика под. ред. Н.В. Дортман, 2-е изд.). М.: Недра, 1984, 455 с.

Г. В. МАРКОСЯН

ЗАВИСИМОСТЬ ПАРАМЕТРОВ ПРОЧНОСТИ И УПРУГОСТИ ПОРОД
ОТ СТЕПЕНИ ИХ ВЛАЖНОСТИ

Резюме

В работе приведены закономерные изменения прочности и упругости пород и их взаимная зависимость во всем интервале изменения влажности. Выявлено, что в интервале максимальной гигроскопичной влажности (до $W=20\%$) прочность и модули упругости пород скачкообразно уменьшаются, затем до достижения влажности 70% наблюдается стабилизация значений отмеченных параметров. Впоследствии, до достижения влажности 100%, отмеченные параметры начинают увеличиваться, приближаясь к значениям, соответствующим абсолютно сухому состоянию этих пород.

G. V. MARKOSYAN

RELATION BETWEEN PARAMETERS OF STRENGTH AND
RESILIENCE OF THE ROCKS DEPENDING ON THEIR
LEVEL OF HUMIDITY

Summary

The paper presents regular changes in strength and resilience of rocks and their mutual dependence in the entire range of humidity. It was revealed that in the range of maximum hygroscopic humidity up to $W=20\%$ the strength and resilience modules of rocks are abruptly reduced, and then until the humidity 70% the stabilization of values of mentioned parameters is registered. Subsequently, until it approaches 100%, the parameters start to increase to values corresponding to absolute dry condition of these rocks.