УДК 622. 02

Тажибаев К.Т., Акматалиева М.С.
КР УИА Машина таануу, автоматика жана геомеханика институту,
Бишкек, Кыргыз Республикасы
Институт машиноведения, автоматики и геомеханики НАН КР,
Бишкек, Кыргызская Республика

K.T.Tazhibaev, M.S.Akmatalieva
Institute of Mechanical Engineering, Automation and Geomechanics NAS KR, Bishkek,
Kyrgyz Republic
kushbak@yandex.ruminazhat04@mail.ru

ТОО ТЕК МАССИВИНИН ТҮЗҮМДҮК БОШОҢДОО КОЭФФИЦИЕНТИН АНЫКТООНУН ЖЫЙЫНТЫКТАРЫ

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СТРУКТУРНОГО ОСЛАБЛЕНИЯ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД

RESULTS OF DETERMINING THE STRUCTURAL RELAXATION COEFFICIENT OF A ROCK MASS

Илимий макалада, түзүмдүк бошоңдоо коэффициенти тууралуу, коэффициентти аныктоонун жаны жолу, изилдөөдөн алынган жыйынтыктар жана корутундулар айтылат. Так белгиленген багыттагы аралыкта, көлөмдө, аянтта түзүмдүк бошоңдоо коэффициентин так жана ишенимдүү аныктоону камсыздап, бул ыкманы колдонуу, тоо тек массивинин бышыктыгын баалоо менен, тоо кен иштеринин бир топ маселелери натыйжалуу чечилээри тууралуу айтылды.

***Ачкыч сөздөр**: ыкма, тоо теги, тоо тек массиви, тоо-кен иштери, түзүмдүк бошоңдоо коэффициенти, ультраүн толкун ылдамдыгы, бышыктык.*

В научной статье о коэффициенте структурной ослаблении, новом способе определения коэффициента, излагаются результаты и выводы исследования. Было отмечено, что применение данного метода, обеспечивающего точное и надежное определение коэффициента структурного ослабления на четко определенном расстоянии, объеме, площади, с оценкой прочности горного массива, позволит эффективно решить ряд задач горных работ.

***Ключевые слова:** метод, горная порода, массив горных пород, горные работы, коэффициент структурного ослабления, скорость ультразвуковых волн, прочность.*

A scientific article on the structural relaxation coefficient, another method of determining the coefficient, presents the results and conclusions of the study. It was noted that the use of this method, which provides an accurate and reliable determination of the coefficient of structural weakening at a well-defined distance, volume, area, with an assessment of the strength of the mountain range, will effectively solve a number of mining tasks.

***Key words:** method, rock type, rock mass, mining operations, structural relaxation coefficient, ultrasonic wave velocity.*

Киришүү

Тоо тек массиви жер кыртышынын пайда болуу, жаралуу шартына жараша жана кийинки өзгөрүүлөрдүн натыйжасында түрдүү өлчөмдөгү, багыттагы жаракалардын пайда

болушу менен ар кандай түзүлүштө болот. Тоо тегинин механикалык өзгөчө деформациялык, бышыктык касиеттери тоо тегин түзгөн минералдардын бүтүндүгүнүн бузулушунан макро жана микро жаракалардан, көңдөйчөлөрдөн өтө көз каранды болот. Каралып жаткан масштабдын чоңоюшу менен бирдей эместик да көбөйөт. Көлөмдүн чоңоюшу менен катуу телолордо бышыктык төмөндөйт – масштабдуу эффект чыңалган абалдан жана материалдын түзүлүшүнөн олуттуу көз каранды [4]. Формага келтирилген үлгүлөрдүн бышыктыгы, алардын өлчөмүнө байланыштуулугу масштабдуу эффект менен түшүндүрүлөт.Үлгүлөрдүн өлчөмүнүн ар кандай болушунан алардын механикалык касиетине таасир этишинин чоң теоретикалык жана практикалык маани бар, масштабдуу эффектинин жаратылышы сыр бойдон калууда [5]. Масштабдуу натыйжанын тоо тегинин бышыктыгына болгон таасирин окуп үйрөнүүнүн негизги маселеси тоо тек массивинин бышыктыгын баалоо болуп эсептелет. Мындай баалоонун теориялык жана практикалык чоң мааниси бар, тоо басымын башкарууда, массивден тоо тегин бөлүп алууда ж.б. геомеханиканын маселелерин чечүүдө зарыл болот.

Геомеханиканын маселелерин чечүүдө, кен казылып жаткан аймактагы казмалардын туруктулуугун бекемдөөдө, шахтанын ичин жыгачтар менен тиреп бекитүү үчүн керектелген эсептөөлөрдө, лабораториянын шартында, тоо тегинин физико-механикалык касиеттерин изилдөө керек болот. Биринчи кезекте тоо тек массивинин чегине жеткен абалын баалоодо, тоо тегинин эң негизги көрсөткүчү болгон бекемдигин аныктап алуу зарыл. Тоо тек массивинин бекемдигин жеринде аныктоо дээрлик мүмкүн эмес. Аныктоо алгач лабораторияда, тоо тегинен даярдалган үлгүлөрдү бир октуу кысуу аркылуу, бекемдик коэффициентин текшерүү менен жүргүзүлөт. Лабораторияда аныкталган бекемдик касиеттеринен эле, тоо тек массивинин бекемдик касиеттерине өтүү татаал маселе болуп, түзүмдүк бошоңдоо коэффициенти менен чечилет, да массивдин *салыштырма бекемдиги менен үлгүнүн бекемдигинин катышынан турат.*

$$K_c = \text{массивдин салыштырма бекемдиги} / \text{үлгүнүн бекемдиги}$$

Түзүмдүк бошоңдоо коэффициенти массивдин эң керектүү мүнөздөмөлөрүнөн болуп эсептелет. Түзүмдүк бошоңдоо коэффициенти өлчөмдүн чоңоюшунан көз каранды болгон бышыктык көрсөткүчтөрдүн азайышын толук эмес өлчөмдө чагылдырчу кыйыр ыкмалар менен аныкталат [3]. Коэффициентти жаракалардын саны менен аныктап, массивдин түзүмдүк бошоңдоо коэффициентин инструменталдык аныктоо актуалдуу көйгөйдү түзүп келген. Түзүмдүк бошоңдоо коэффициентин аныктоочу жалпы кабыл алынган ыкма жок деп көптөгөн авторлор белгилешет. Тилекке каршы ыкмалар бар, бирок ал ыкмалардын татаалдыгынан, туура жыйынтык чыгарып иштөө кыйын.

Изилдөө ыкмасы жана жыйынтыктар

Түзүмдүк бошоңдоо коэффициентти инструменталдык аныктоого мүмкүндүк берген, “Тоо тек массивинин түзүмдүк бошоңдоо коэффициентин аныктоо ыкмасы” деген аталыштагы жаңы ойлоп табууга биздин лабораторияда патент алынды [2].

Мурда белгилүү болгон ыкмаларга караганда бул ыкма көп эмгекти талап кылбайт жана аныктоо тактыгынын жогору болушу менен айырмаланат. Ар кандай масштабдагы тоо тектеринин жана катуу материалдардын бышыктык, акустикалык жана деформациялык касиеттерин аныктоодо да бул ыкманы колдонууга болот. Бул ыкманы колдонуу менен тоо массивиндеги изилденип жаткан аралыктагы же көлөмдөгү тоо тегинин түзүлүш өзгөчөлүктөрүн чагылдырчу ультраүн толкундарынын ылдамдыгын так өлчөөнүн жана ар кайсы масштабдагы ылдамдыктарды өлчөөдөн алынган жыйынтыктарды салыштыруу менен түзүмдүк бошоңдоо коэффициенти аныкталат. Түзүмдүк бошоңдоо коэффициенти каралып жаткан көлөмдүн же аралыктын чегинде гана бааланат жана кабыл алынат [2].

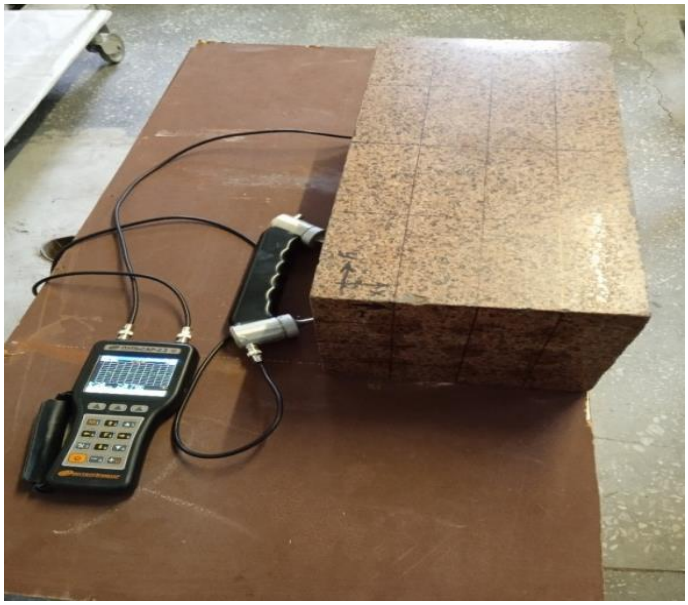
Тоо тегинин түзүмдүк бошоңдоосун аныктоодо, масштабдуу факторго байланыштуу тоо тегинин бышыктыгынын өзгөрүшүн изилдөө үчүн, ар түрдүү масштабдагы үлгүлөрдө өтмө жана үстүртөн үн жиберүү ыкмалары менен, үлгү аркылуу өткөн ультраүн толкундарынын ылдамдыктарына эксперименттик изилдөөлөр жүргүзүлдү [1].

Изилдөөлөрдөн, Сары Жаздын көгүлтүр гранитинен даярдалган кернде (1-сүрөт) жана Кыртабылгынын гранитинен даярдалган блокторго (2-сүрөт) токтолобуз.

Сары Жаздын көгүлтүр гранитинен диаметри 57 мм, узундугу 590 мм, 439 мм, 342 мм, 343 мм болгон 4 керн даярдалып, 4 керн өзүнчө бөлүктөргө бөлүнүп изилденди. Сунушталган ыкма боюнча тоо тегинин түзүмдүк бошоңдоо коэффициентин аныктоодо, эң алгач арыш менен, туруктуу эң аз өлчөө аралыгы болгон 120 мм менен, узатасынан кеткен толкун ылдамдыгы, ар бир бөлүк үчүн өлчөнүп жана алынган жыйынтыктар боюнча таблицалар түзүлдү жана төмөндө бир мисалы берилди.



1-сүрөт. Сары Жаздын көгүлтүр гранитинен даярдалган кернде



2-сүрөт. Кыртабылгынын гранитинен даярдалган блок 50х24х20см

1-Таблица. Каралып жаткан бөлүктөрдөн өткөн ультраүн толкун ылдамдыгынын маанилери

Тоо тегинин аталышы	Узатасынан кеткен толкун ылдамдыгы (3-керн, диаметри 57мм, өлчөө базасы-120мм),м/с								
	Изилденген бөлүктүн номерлери								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сары Жаздын	5926	6024	5997	5934	5957	6009	5968	5966	5995

көгултүр гранити, керн L=439мм	5926	6024	5997	5934	5957	6009	5968	5966	5995
	5929	6023	5993	5965	5991	6013	5968	5966	5995
	5929	6023	5993	5965	5991	6013	5932	5966	5974
	5929	6023	5993	5933	5966	6013	5932	5966	5974
Орточо маанилер	5927,8	6023,4	5994,6	5946,2	5972,4	6011,4	5953,6	5966	5986,6
Жалпы орточо мааниси	5975,778								

Каралып жаткан белгиленген аралыктагы же көлөмдөгү ультраүн толкундарынын ылдамдыктарынын катышы аркылуу биз, түзүмдүк бошоңдоо коэффициентин төмөндөгү формуланын жардамы менен аныктап алабыз.

$$K_{cx} = \frac{V_{pgm} * V_{pmsmin}}{V_{pmsmax}{}^2}$$

V_{pgm} – белгиленген аралыктагы ультраүн толкун ылдамдыктарынын жалпы орточо мааниси,

V_{pmsmin} – белгиленген аралыктагы ультраүн толкун ылдамдыктарынын эң аз орточо мааниси,

V_{pmsmax} – белгиленген аралыктагы ультраүн толкун ылдамдыктарынын эң чоң орточо мааниси.

$$K_{cx} = \frac{V_{pgm} * V_{pmsmin}}{V_{pmsmax}{}^2} = \frac{5975{,}78 * 5927{,}8}{6023{,}4\,^2} = 0{,}976$$

Жогоруда аныкталган коэффициент граниттин 1-керни үчүн жана төмөндө 2-керни үчүн (узундугу-342мм, диаметри 57мм, өлчөө базасы-120мм)

$$K_{cx} = \frac{V_{pgm} * V_{pmsmin}}{V_{pmsmax}{}^2} = \frac{5997{,}167 * 5952{,}6}{6026\,^2} = 0{,}983$$

Граниттин 3-керни үчүн (узундугу-343мм, диаметр 57 мм, өлчөө базасы-120мм)
$K_{cx} = \frac{V_{pgm}*V_{pmsmin}}{V_{pmsmax}{}^2} = \frac{5977{,}68*5937}{6007{,}8\,^2} = 0{,}983$ кө барабар экендиги аныкталды.

Коэффициенттин чоң маанилери түзүмдүк бошоңдоосу олуттуу мааниге ээ эмес экендигин билдирет. Изилдөөдөн алынган жыйынтыктарды карап көрсөк үлгүдө узатасынан кеткен ультраүн толкундарынын орточо ылдамдыгы, биринчи аралыктан, экинчи аралыкта, байкалаарлык өзгөргөнүн көрөбүз, үлгүнүн толук узундугу боюнча өтмө үн жиберүү менен алынган, ультраүн толкундарынын ылдамдыгынын маанилери менен, бөлүп-бөлүп алынган жалпы орточо ультраүн толкундарынын ылдамдыгынын маанилери бири-бирине жакын экени такталды.

Кыртабылгынын гранитинен даярдалган 50х24х20 см көлөмдөгү блокту изилдөөнүн жыйынтыктарына келсек, каралып жаткан көлөмдө x, y, z багыты боюнча узатасынан кеткен ультраүн толкун ылдамдыктары өзүнчө өлчөнөт. Мисалы х багыты боюнча узатасынан кеткен ультраүн толкун ылдамдыгы 16 бөлүктөн өлчөнүп, ылдамдыктын маанилерин төмөнкү таблицага жайгаштырып жана белгилүү болгон ылдамдыктардын чоңдугу менен гранит блогунун 1-жагы үчүн түзүмдүк бошоңдоо коэффициентин аныктап албыз.

2-Таблица. Каралып жаткан бөлүктөрдөн өткөн ультраүн толкун ылдамдыктарынын маанилери

Тоо тегинин аталышы	*Узатасынан кеткен ульраүн толкун ылдамдыктары, x багыты боюнча (блок, өлчөө базасы -12см),м/с*															
	Изилденген бөлүктүн номерлери															
										0	1	2	3	4	5	6
Кыртабыл-гынын гранити, блок 50x24x20 см	236	252	229	188	375	232	286	361	254	191	315	294	247	271	183	467
	238	246	220	183	377	242	329	358	257	192	314	295	236	272	183	468
	249	264	220	193	376	235	314	368	258	189	322	293	228	274	178	473
	238	260	223	194	376	235	303	350	258	202	322	292	236	252	182	485
	244	260	226	189	373	239	302	362	270	197	321	293	239	273	173	496
Орточо маанилер.	241	4256	223	189	375	236	307	359	4259	194	318	293	237	268	179	477
Жалпы орточо мааниси	4276,125															

Гранит блогунун 1-жагы үчүн (Кыртабылгы, блок 50x24x20 см, x багыты боюнча, өлчөө базасы-12см) түзүмдүк бошоңдоо коэффициенти

$$K_{cx} = \frac{V_{pgm} * V_{pmsmin}}{V_{pmsmax}{}^2} = \frac{4276,125 * 4179}{4477,8^2} = 0,891$$

Гранит блогунун 2-жагы үчүн (Кыртабылгы, блок 50x24x20 см, y багыты боюнча, жогорку жагы, өлчөө базасы-12см) түзүмдүк бошоңдоо коэффициенти

$$K_{cy} = \frac{V_{pgm} * V_{pmsmin}}{V_{pmsmax}{}^2} = \frac{4592,55 * 4421,4}{4692,6^2} = 0,922$$

Гранит блогунун 3-жагы үчүн (Кыртабылгы, блок 50x24x20 см, z багыты боюнча, тикесинен, өлчөө базасы-12см) түзүмдүк бошоңдоо коэффициенти

$K_{cz} = \frac{V_{pgm} * V_{pmsmin}}{V_{pmsmax}{}^2} = \frac{4282,238 * 4174,8}{4753,6^2} = 0,791$
ге барабар экендиги аныкталды.

Өз ара тик багытталган x, y, z багыттарынын аныкталган коэффициенттеринин маанилери боюнча, тоо тек массивинин түзүмдүк бошоңдоо коэффициенти, толук көлөм үчүн төмөндөгү формуланын жардамы менен аныкталат жана 50x24x20 см=24000 см^3 көлөмдөгү граниттен даярдалган блоктун түзүмдүк бошоңдоо коэффициентинин орточо мааниси,

$K_{co} = \frac{K_{cx} + K_{cy} + K_{cz}}{3}$ Kco= 0,791+0,922+0,891/ 3 = 0,868 процент болот.

Тоо тегинин түзүмдүк бошоңдоосун масштабдуу фактордон текшерүү үчүн ар түрдүү масштабдагы үлгүлөрдө ультраүн толкун ылдамдыктары изилденип жатып, призма түрүндөгү үлгүнү толук узундугу боюнча, өтмө үн жиберип, андан кийин призманы ар кайсы жагынан бөлүп-бөлүп эң аз аралыктан үн берип, алынган ультраүн толкун ылдамдыктарынын маанилерин, толук узундугу боюнча өткөн ультраүн толкун

ылдамдыктарынын маанилери менен салыштырып, эки учурда алынган жыйынтыктар бири бирине жакын экендиги такталды. Демек, ошентип так белгиленген багыттагы аралыкта, көлөмдө, аянтта түзүмдүк бошоңдоо коэффициентин так жана ишенимдүү аныктап алган соң, лабораториянын шартында изилденип жаткан тоо тегинен даярдалган үлгүлөрдүн бекемдик коэффициенттери аныкталат да каралып жаткан масштабдагы тоо тегинин бышыктыгын баалап, геомеханиканын маселелерин чечкенге өбөлгө түзүлөт.

Корутунду

1. Тоо тегинин түзүлүш өзгөчөлүгүн чагылдырчу ультраүн толкундарынын ылдамдыгын тоо массивинде так өлчөп алуу менен жана каралып жаткан аралыкта, көлөмдө ультраүн толкундарынын ылдамдыгын так өлчөөнүн жана ар кайсы масштабда өлчөнгөн ультраүн толкундарынын ылдамдыктарын салыштыруу менен, бул ыкманын коюлган маселеси максатына жетет жана бул ыкма эң жогорку коэффициент аныкталган көлөмдү же аралыкты, тоо тек тулкусунун бөлүгүн тандоону да аныктап берет.

2. Ар кандай масштабтарда өлчөнгөн ылдамдыктардын катышы аркылуу аныкталчу тоо тек массивинин түзүмдүк бошоңдоо коэффициентин аныктоо ыкмасынын тууралыгына ишенүү менен, тоо тегинин ар кандай масштабы үчүн акустикалык жана деформациялык касиеттерин аныктоонун да мүмкүнчүлүгү чоңоет.

3. Так белгиленген багыттагы аралыкта, көлөмдө, аянтта түзүмдүк бошоңдоо коэффициентин так жана ишенимдүү аныктоону камсыз кылгандыктан, бул ыкманы колдонуу, тоо тек массивинин бышыктыгын баалоо менен тоо-кен иштеринин көптөгөн маселелерин, милдеттерин натыйжалуу чечип берет деп ишенебиз.

4. Пайдалуу кен-байлыктарды өндүрүүдө тоо-кен иштеринин коопсуздуулугун камсыз кылууга да бул ыкманы колдонуу менен жетишебиз.

Адабияттар тизмеси

1. Тажибаев К.Т., Тажибаев Д.К., Акматалиева М.С. Закономерность изменения относительной величины скорости прохождения ультразвуковой поляризованной сдвиговой волны от механического напряжения в твердых материалах (закон Кушбакали) / Диплом № 453 на научное открытие от 3 октября 2013 года, г. Москва. Международная академия авторов научных открытий и изобретений, Российская академия естественных наук. //Научные открытия -2013. Сборник кратких описаний. – М., РАЕН, 2014. – стр. 48-50.

2. Тажибаев К.Т., Тажибаев Д.К., Шоруков А.К. Способ определения коэффициента структурного ослабления массива горных пород // Патент на изобретение КР № 395. - 2024.

3. Ильницкая Е.И. и др. Свойства горных пород и методы их определения.- М.: "Недра". - 1969. - 392 с.

4. Шашенко А.Н., Сдвижкова Е.А., Гапееев С.Н. Деформируемость и прочность массивов горных пород: Монография. – Днепропетровск: Национальный горный университет, 2008. – 224 с.

5. Волков С.Д. О масштабном эффекте при сложном напряженном состоянии // Физика металлов и металловедение. –1956. –Т.II. – Вып. 3.– С. 428-440.

6. Металлогенические особенности Сарыджазской подвижной зоны /О.Д. Кабаев, Б.С. Мааткеримова, А.О.Кабаев и др. // Известия КГТУ имени И. Раззакова. .–.2024.– №4 (68). – стр. 1673 -1680.