



Пән: Тау жыныстарының физикасы

Дәріс тақырыбы: Тау-кен жыныстарының беріктік қасиеттері . (11-12 дәріс)



Жоспар:

1. Тау-кен жыныстары үлгілерінің беріктік қасиеттері
2. Мор кернеу шеңбері
3. Мор кернеу шеңберінің белгісіз параметрі
4. Жыныстардың беріктік параметрлерінің салыстырмалы мәндері



Жыныстың беріктігі, оны бұзылуға әкеліп соғатын шекті кернеу шамасымен анықталады. Бұл кернеу әр жыныстар үшін және түсірілген күштердің әр қайсысы үшін әр түрлі болады.

Олар беріктік шектері деп аталады. Жыныстың беріктік шектерінің қысу кезіндегі $\sigma_{\text{қысу}}$, созу кезіндегі σ_c , ысырылу кезіндегі τ_y , σ_{II} иілу кезіндегі және т.б. түрлері болады.

Бұзылу - бұл кристаллдық тордағы атомдар мен иондар арасындағы байланыстың үзілуі. Үзуге қажетті күш шамасы атомдар арасындағы байланыс түріне және заттың кристалдық торының құрылысына байланысты.

Есептеулер көрсеткендей, атомдар арасындағы байланыс кристалдардың қандай да бір жазықтығында үзіледі, егер жанама және қалыпты кернеулердің осы жазықтықтағы мәні $G/2\pi$ және $0,1E$ болса. Онда жыныстар үшін σ_b шамамен 104 МПа болуы керек.



Бірақ созылу кезіндегі беріктік шегінің дәл мәні теориялық мәнінен жүз тіпті мың есе аз (жыныстар үшін σ_6 шамамен 10 МПа).

Мұндай айырмашылықтың болу себебі денелерде неше түрлі ақаулар кездеседі.

Кристаллдарда - бұл кристаллдың нүктелік (вакансиялар) және сызықтық (дислокациялар) қисаюы.

Жыныста - бұл түйірлер шекарасы - жазықтық және кеуектер - көлемді қисаю және жыныстың құрылысының бұзылуы.

Жыныстың бұзылуының бірнеше масштабы (деңгейі) болады. **Бұзылудың мегаскопиялық деңгейі** жыныс массивті жаруға, олардың ысырылуы мен күлауына тән. Бұл жағдайда бұзылғыштыққа үлкен жарықшақтар көп әсер етеді. Ұсақ жарықшақтар, кеуектер, агрегаттар арасындағы байланыстар макроскопиялық бұзылуға себепкер болады. Мысалы, қазу агрегаттарымен (экскаватор, комбайндер), бұрғылау аспаптарымен әсер еткенде.



Бұзылудың микроскопиялық деңгейі пайдалы қазбаларды

диірмендерде ұсақтауға, кейде скважина бұрғылау кездеріне тән. Бұзылудың бұл сатысында кристалдар мен түйірлер арасындағы байланыс үзіледі. Бұл жағдайда дислокация мен вакансияның айтарлықтай ролі бар. Тау-кен жыныстарының бұзылуы не морт, не пластикалық сипатта болып келеді. Морт бұзылуы кезінде атомдардың бір-бірінен ажырау жазықтығы бойынша үзілуі мүмкін. Бұл үшін пластикалық бұзылуға қарағанда сырттан көбірек күш әсер етуі қажет.

БЕРІКТІК ТЕОРИЯЛАР

Галилей теориясы $\sigma_0 = \sigma_{\max}$

Сен-Венан теориясы $\varepsilon_0 = \varepsilon_{\max}$

Кулона теориясы $\tau_0 = \tau_{\max}$

$$\tau_{\max} = 1/2(\sigma_{\max} - \sigma_{\min})$$

$$2 \tau_0 = \sigma_{\max} - \sigma_{\min}$$



Ұсақ жарықшақтар, кеуектер, бірыңғай емес әлсіреу жазықтықтары тау-кен жыныстарының бұзылуының басымдылық морт сипатын анықтайды, сондықтан олардың бұзылу механизмі А.Гриффитис жасаған морт бұзылу теориясы арқылы түсіндіріледі. Бұл теория бойынша бұзылудың басталуы үшін қатты дене көлеміндегі шегіне жеткен жарықшақтарға байланысты.

Жыныстар	$\sigma_{\text{қысу}}, \text{МПа}$	$\sigma_{\text{созу}}, \text{МПа}$	$\sigma_{\text{қысу}} / \sigma_{\text{созу}}$
Гранит	141	11,0	13
Гранитті гнейс	192	9,0	21
Порфирит	224	17,5	13
Кварцты құмтас	164	6,6	26
Женттас түріндегі әктас	28	3,0	9



Тау-кен жыныстары үшін қолайлы *МОР беріктік теориясы* кең қолданыс тапқан. Бұл теория күрделі ширыққан күйдегі дененің әр нүктесіндегі жанама және қалыпты кернеулер арасындағы байланыстарға негізделген.

Мор теориясы бойынша бұзылу, не жанама кернеу τ шамасы, үлгіге әсер етуші қалыпты кернеудің шамасының өсуімен қатар, белгілі бір теісті τ_0 мәнінен асып кетсе, не $\tau=0$ болғанда қалыпты $\sigma_{\text{созу}}$ күштері шектен асып кетсе басталады.

Шекті қалыпты және жанама кернеулер арасындағы байланыс графикте парабола түрінде көрсетіледі. Ол жыныстың әр түрі үшін, бір қатар беріктік параметрлерін анықтау нәтижелері бойынша сызылады.

σ және τ арасындағы байланысты график түрінде, кернеулер шеңбері арқылы беруге болады. Ол үшін, абсцисса өсі бойымен үлгіге әсер етуші қалыпты кернеудің максимал және минимал мәндерін салып, ұзындық айырмасын диаметр ретінде алып, шеңбер сызады.



Егер тау-кен жынысына бұзылу моментіне дейін бір осьті күшпен әсер етсе ($\sigma_{\text{қысу}} = 0$) , бұл жағдай үшін де абсцисса өсіне $\sigma_1 = \sigma_{\text{қысу}}$ мәнін салып, кернеулер шеңберін сызуға болады.

Шекті кернеулер шеңберлерін қоршай сызған сызықты тау-кен жынысының беріктік паспорты дейді.

Беріктік паспорты парабола түрінде немесе түзу сызық түрінде берілуі мүмкін.

Лабораторияда жыныстың жанама кернеуін анықталған, күштер $\alpha=18^\circ$, $\alpha=28^\circ$ $\alpha=45^\circ$ $\alpha=50^\circ$ $\alpha=62^\circ$ бақытта әсер еткен. Лаборант нәтижелерді аыустырып алған.

Қай α —ға τ сәйкес : 30, 52, 52, 80, 90 МПа?



Мор кернеу шеңберін салыңыз және белгісіз
параметрін табыңыз

σ_1	σ_2	σ_3	$\tau_{\max}$
100	160	80	?
?	70	?	200



Жыныс құраушы минералдар арасында *ең берік кварц* болып табылады. *Зерттеулер көрсеткендей, қысу кезіндегі кварцтың беріктік шегі 500 МПа-дан асып кетсе,* дала шпаттары, пироксендер, роговая обманка, оливин және басқа темір магнезиалды минералдар үшін – **200 -500 МПа** болған. Кальцит - $\sigma_{\text{қысу}}=20$ МПа. Сондықтан құрамында **кварц бар жыныстар беріктігі өте үлкен.** Мұнда жыныстың максимумы кварц тығыздығына сәйкес келеді ($2,65 \times 10^3$ кг/м³). *Керісінше, тау-кен жынысының құрамында берік емес минералдар (кальций, слюда) болған жағдайда, оның беріктік шегі төмендеп кетеді.*

Қысу кезіндегі беріктік шегінің ең үлкен мәні тығыз майда түйірлі кварциттер мен нефриттерге тән: 500 - 600 МПа болады. Әжептәуір беріктікке (350 МПа-дан жоғары) тығыз майда түйірлі граниттер ие, кішкене аздауына - габбро, диабоздар және ірі түйірлі граниттер ие.

Қысу кезінде көмірдің беріктігі оның метаморфтық дәрежесіне байланысты өзгеріп отырады: 1 МПа-дан (кокс көмір) 35 МПа-ға (антрациттер) дейін.



Созу кезіндегі беріктігі көп жыныстар үшін 20 МПа-дан аспайды, шамамен (0,1-0,02) болып келеді

Созу кезінде кварциттер мен аз кеуекті кристалданған майда түйірлі мраморлар беріктірек болып келеді.

Ысыру, иілу және деформацияның басқа түрлерімен әсер еткенде жыныс біріктігінің шегі әрдайым $\sigma_{\text{қысу}}$ -ден аз, $\sigma_{\text{со}}$ -дан кем болып келеді, бірақ көбінесе соңғыға жақын.

Мысалы, граниттің τ_{max} шамасы 38 МПа-ға, базальттікі -30-50 МПа-ға дейін жетеді.

Тау-кен жыныстарының ұстасуы 1-100 МПа аралығында. Көмірде $C=(10^{-2}-1)$ МПа.

Жыныстарда ішкі үйкеліс бұрыштары көбінесе 20-60° аралығында, көмірде 30-40° аралығында болады (3.7-кестесі). Ішкі үйкеліс бұрышы, жыныста ұсақ фракцияның, сазды бөлшектердің (әсіресе монтмориллонит) болуынан азаяды, себебі бұл жыныс бөлшектерінің бір-біріне қатысты сырғанауына жағдай жасайды.



Жыныстың беріктігіне оның кеуектілігі мен жарықшақтылығы көп әсерін тигізеді. Нәтижесінде құрамы әр түрлі жыныстардың беріктігі бірдей болуы мүмкін және керісінше. Мысалы, микросынамалы граниттің, кеуектілігі мен жарықшақтылығы 0,6 дан 1%-ке өскенде, $\sigma_{қысу}$ 240-тан 180 МПа-ға дейін төмендейді, Р 3%-ке дейін өскенде $\sigma_{қысу}$ 110 МПа-ға дейін төмендеп кетеді. Соған сәйкес ϕ 62-ден 41°-ге дейін, С-1,3 МПа-дан 0,1 МПа-ға дейін кемиді.

Жыныс	$\sigma_{со}/\sigma_{қысу}$	$\sigma_{и} / \sigma_{қысу}$	$\tau_{ы}/\sigma_{и}$
Гранит	0,02-0,04	0,08	0,09
Құмтас	0,02-0,2	0,06-0,2	0,1-0,12
Әктас	0,04-0,1	0,08-0,1	0,15

Жыныстардың берікгік
параметрлерінің салыстырмалы
мәндері



Кейбір жыныстардың ұстасу (байланыс)
шамасы және ішкі үйкеліс бұрыштары

Жыныс	С,МПа	φ, градус
Кузбасс көмірі	4,6-10	35-37
Кузбасс аргиллиті	18-23	33-34
Кузбасс алевролиті	23-26	27-32
баратын қоңыр көмірі	4-6	35-37
СС ГОК диориті	68	33
СС ГОК мүйізтасы	85	35
СС ГОК порфир сиениті	45	31,5
Пикритті базальт	27	34



Батыс Донбас жыныстарының созылу
кезіндегі беріктік шегінің анизотропиясы

Жыныс	, МПа	,МПа
Аргиллит	2,9(1,2÷5,1)	0,9(0,3÷2)
Алевролит	2,9(1÷5,1)	1,1(0,3÷2)
Құмтас	3,5(1,3÷6,7)	1,8(0,3÷4,0)



Қабаттылыққа көлденең қысқанда жыныстың беріктік шегі қабаттылық бойымен қысқандағыдан көп жағдайда көп болады. Егер, қысу күштері қабаттарға перпендикуляр бағытталған болса, әлсіз жұқа қабаттарды жарылудан беріктірек қабаттар сақтандырып, тұтасында үлгінің беріктігі артады.

Үлгіні қабаттар бойымен қысқанда жыныс беріктігі, негізінде әлсіз қабаттардың беріктігімен анықталады. Себебі жыныстың жарылуы осы әлсіз қабаттардың бойымен жүреді. Сондықтан бұл жағдайда анизатропия коэффициенті 1 аз болады.



Тау-кен жыныстарының ұстасуы (байланысуы) **1-100 МПа** аралығында. Көмірде

$C=(10^{-2}-1)$ МПа.

Түйір шамасының 1 мкм-ден 100 мкм-ге дейін өзгеруі жыныс беріктігін 2 есеге дейін төмендетеді. Түйір шамасының одан әрі өсуі беріктің өзгеруіне көп әсерін тигізбейді.



Негізгі әдебиет тізімі

1. Арыстан И.Д. Лабораторные работы по курсу «Основы физики горных пород» (для специальностей 0201, 0202, 0206, 0586, 0634). Караганда, 2012.
2. Протосеня А. Ж., Тимофеев В. А. Геомеханика. - Спб.: Санкт-Петербург мемлекеттік тау-кен институты, 2018. - 117 б.
- 3 Баклашов и. в., Картозия Б.А., Шашенко а. Н., Барисов В. Н. Геомеханика: университеттерге арналған оқулық / в 2 т. геомеханикалық процестер. – М.: Мгги баспасы, 2014. - Т. – 249 Б.
4. Макаров А. Б. Практическая геомеханика: тау-кен инженерлеріне арналған нұсқаулық. – М.: "тау кітабы" баспасы, 2016. - 391 Б.
5. Оловянный А. Г. Некоторые задачи механики массивов горных пород – СПб.: «Көбейту ғылыми орталығы» ФГУП ВНИИ, 2013. - 234 б.
- 6 Казикаев Д.М. Геомеханика подземной разработки руд. - М.: МГМУ баспасы, 2015. - 542 Б.