**№2 дәріс**

**Жердің ішкі құрылысы. Жердің ішкі құрылымын зерттеудің сейсмикалық әдісі**

Дәрісте талқыланған негізгі сұрақтар:

1. Жердің ішкі құрылымын зерттеудің сейсмикалық әдісі.

2. Жердің ішкі геосфераларының құрамы, құрылысы және қасиеттері.

1. Жердің ішкі құрылымын зерттеудің сейсмикалық әдісі. Терең интерьерлерді зерттеу үшін зерттелетін физикалық өрістердің өзгермелілігінен Жердің ішкі қабықтарының құрылымы, құрамы және қасиеттері туралы ақпарат алуға мүмкіндік беретін әртүрлі геофизикалық әдістер қолданылады. Жердің ішкі құрылымы туралы ең сенімді мәліметтерді кешенді геофизикалық зерттеулер береді: сейсмикалық барлау, гравитациялық барлау, магниттік барлау, электрлік барлау, геотермиялық барлау және т.б.

Жердің ішкі құрылымын зерттеудің сейсмикалық әдісі

Жердің ішкі құрылымын зерттеудің сейсмикалық әдісі (грек тілінен аударғанда «seisma» - тербеліс, жер сілкінісі) оның түбінде сейсмикалық толқындардың таралуын бақылауға негізделген. Сейсмикалық толқындар – жер сілкінісі немесе жасанды жарылыстар нәтижесінде пайда болатын заттың серпімді тербелісі.

Жердің ішкі құрылымын зерттеу (сонымен қатар пайдалы қазбаларды іздеу) үшін жер бетінде сейсмикалық тербеліс қабылдағыштар (сейсмографтар) орналасады. Жер сілкінісі мен жарылыс нәтижесінде пайда болған сейсмикалық толқындар жер қойнауынан өтіп, тау жыныстары арасындағы акустикалық шекараларда сынып, шағылысып, жер бетіне қайта оралып, сейсмографтар арқылы тіркеледі. Әртүрлі жыныстардағы сейсмикалық толқындардың таралу жылдамдығы әртүрлі. Мысалы, борпылдақ құмдар мен саздарда қатты және тығыз жыныстарға қарағанда аз болады. Серпімді толқындардың таралу жылдамдығын анықтай отырып, олардың тіркелу уақытын ескере отырып, олар акустикалық шекаралардың пішіні мен тереңдігін бағалайды.

Сейсмикалық толқындар екі түрлі – көлемді және беттік.Тау жыныстарының агрегаттық күйіне және физикалық-механикалық қасиеттеріне байланысты таралу, сыну және шағылу сипаты әртүрлі.

Дене толқындары бойлық және көлденең екі түрлі болады.

Бойлық сейсмикалық толқындар – толқынның өзінің таралу бағытында, яғни оның айнымалы сығылу және сиректеу бағытында оның ортаңғы орны айналасындағы заттың серпімді тербелісі. Бұл толқындар кез келген ортада (қатты, сұйық, газ тәрізді) таралады. Олардың таралу жылдамдығы көлденең толқындардың жылдамдығынан 1,7 есе артық. Сондықтан сейсмограммаларда олар көлденең толқындарға қарағанда ертерек тіркеледі және бастапқы, немесе Р толқындары (латын тілінен Prima – бірінші) деп аталады.

Көлденең толқындар толқынның таралуына перпендикуляр бағытта материяның тербелістерін жасайды. Олар материяның ығысуымен, яғни оның пішінінің өзгеруімен байланысты. Бұл толқындар тек қатты дене арқылы өте алады және сұйық және газ тәрізді заттарда әлсірейді, өйткені соңғы екеуі пішіннің өзгеруіне қарсы тұрмайды. Көлденең толқындар бойлық толқындар өткеннен кейін сейсмограммаларда тіркелетіндіктен, олар екіншілік немесе S-толқындар (латын тілінен секундо – екінші) деп аталады.

Бойлық толқындардың таралу жылдамдығы vp берілген ρ нүктесіндегі ортаның тығыздығына байланысты, қысу модулі Kczh және ығысу модулі μsh жалпы физика курсынан белгілі формуламен өрнектеледі..

 2.1

Сұйық ортада ығысу модулі μshdv = 0 болғандықтан, бұл оларда көлденең толқындардың таралу жылдамдығыныңың өзара тең екендігін білдіреді.

 2.2

ал көлденең толқындардың жылдамдығы Vs=0. Бұдан шығатыны, көлденең сейсмикалық толқындар бойлық толқындардан айырмашылығы тек қатты ортада ғана тарай алады; сұйықтар мен газдарда ыдырайды.

Жер үсті сейсмикалық толқындар. Беттік толқындар (L-толқындар, латын тілінен аударғанда longa – ұзын) континенттер беті мен мұхит түбіне жақын жерде біртекті емес орталардың шекарасында пайда болады. Олар көлемді де, ығысу деформациясын да тудырады. Олардың ұзындығы бойлық және көлденең толқындарға қарағанда үлкенірек, ал жылдамдығы аз.

Жер бетіндегі толқындар Жердің сыртқы қабаттарын зерттеу үшін кеңінен қолданылады. Көлемдік толқындар сияқты олар екі түрлі: Рэйлей толқындары және махаббат толқындары.

Рэйлей толқынындағы жер сілкінісі кезінде топырақ бөлшектерінің ығысуы тік жазықтықтан жүреді, ал бөлшектердің өзі сағат тіліне қарсы қозғалатын эллипсті сипаттайды.

Махаббат толқындарында топырақ бөлшектерінің орын ауыстыруы толқын қозғалысы бағытына перпендикуляр көлденең жазықтықта жүреді.

Беттік толқындарда орын ауыстыру бетінде максимум болады және өте тез (экпоненциалды заң бойынша) тереңдік артқан сайын азаяды және олардың көзінен қашықтығына кері пропорционал. Жер бетіндегі толқындардың ұзындығы ондаған жүздеген километрге дейін жетеді. Сондықтан олардың көмегімен кем дегенде бірнеше километр қалыңдығы бар Жердің сыртқы қабаттары ғана зерттеледі.

Жердің ішкі құрылымының сейсмикалық моделі

Жердің ішкі құрылымының әртүрлі үлгілерінің ішінде 1930 жылдардың аяғында салынған Джеффрис-Гутенбергтің классикалық сейсмикалық моделі ең үлкен тануға ие болды. бойлық және көлденең сейсмикалық толқындардың таралу жылдамдықтарының Жер радиусының өзгеруі негізінде біздің ғасыр.

Егер біздің планетамыз бетінен орталыққа қарай біртекті дене болса, яғни тығыздық барлық жерде тұрақты болып қалатын болса, онда барлық тереңдікте сейсмикалық толқындардың жылдамдығы бірдей болады және олардың таралу жолы түзу сызықты болар еді. Шындығында сейсмикалық толқындардың жолдары күрделі қисық сызықты сипатқа ие. Олардың жылдамдығы да тереңдікпен күрт өзгереді.

Бойлық және көлденең сейсмикалық толқындардың жылдамдығындағы секірудің бірінші беті шамамен 60–70 км орташа тереңдікте 4,5 км/с дейін орналасқан. Келесі қабатта бойлық толқындардың жылдамдығы бірте-бірте артып, шамамен 2900 км тереңдікте максимум 13,6 км/с жетеді, содан кейін ол 8,1 км/с-қа дейін күрт төмендейді, содан кейін Жердің ортасына қарай баяу өседі. 11,3 км/с дейін

70-тен 2900 км-ге дейінгі қабаттағы көлденең толқындардың жылдамдығы, сонымен қатар бойлық толқындардың жылдамдығы біртіндеп 7,5 км/с-қа дейін артады.2900 км тереңдікте бойлық толқындар сияқты күрт төмендейді, бірақ олардан айырмашылығы. , ол нөлге жақындайды. Бұл іс жүзінде 2900 км-ден астам тереңдікте көлденең толқындар енбейді және осы тереңдікте шағылысып, бетіне қайта оралады. Рас, соңғы егжей-тегжейлі деректер шамамен 5000 км тереңдіктен бастап көлденең толқындар 0,5-1,0 км/с жылдамдықпен таралатынын көрсетеді.

Бойлық және көлденең сейсмикалық толқындардың тереңдігімен спазмодикалық өзгеріс жердің стратификациясын көрсететін тереңдікте жердің ішкі қабаты затының серпімді қасиеттері мен тығыздығының спазмолитикалық өсуін көрсетеді. 70 және 2900 км тереңдіктегі сейсмикалық толқындардың жылдамдығының күрт өзгеруі ондағы негізгі үш бөлікті немесе сыртқы (жер қыртысының), аралық (мантия) және ішкі (ядро) үш ішкі геосфераны бөлуге негіз береді.

Бірінші ретті сейсмикалық учаскелердің шекарасында – жер қыртысы мен жоғарғы мантия арасында және төменгі мантия мен сыртқы ядро ​​арасында заттың тығыздығы да айтарлықтай өзгереді. Сонымен, Мохо шекарасынан бірден төмен, тау жыныстарының тығыздығы жер қыртысына қарағанда әлдеқайда жоғары және 3,4 103 кг/м3. 2900 км тереңдікте төменгі мантия түбінде ол 5,7 кг/м3 құрайды. Мантиядан ядроға өту кезінде тығыздықтың 10 кг/м3 дейін күрт өсуі байқалады. Содан кейін тығыздық 11,5 кг / м3 дейін көтеріледі, ал ішкі ядрода шамамен 13 кг / м3 құрайды.

Ішкі геосфералар қалыңдығы, көлемі және массасы бойынша әр түрлі болады. Қалыңдығы (33 км немесе Жер радиусының 0,5%), массасы (5 1022 кг немесе Жер массасының 0,8%) және көлемі (1,7 1010 км3 немесе Жер көлемінің 1,6%) ең кішісі – жер қыртысы. , ең үлкен массасы (405-1022 кг, немесе 67,8%) және көлемі (89,1 1010 км3, немесе 82,2%) - мантия, ал қалыңдығы бойынша - ядро ​​(3573 км, немесе 55,2%).