

KƏSKİN AKUSTİK SƏRTLİKLİ LAY OLAN MÜHİT ÜZRƏ SEYSMİK KVAZIANİZOTROPIYANIN TƏDQIQI

X.B.Ağayev

*AMEA Geologiya İnstitutu
AZ1143, Bakı, H.Cavid prosp., 29A*

Məqalədə kəskin akustik sərtlikli lay olan mühit üzrə seysmik sürət qiymətlərində kvazianizotropiya ilə əlaqədar olan xətanın xüsusiyyətinin və onun korreksiyası effektivliyinin müəyyən edilməsinə həsr olunmuş tədqiqatın nəticələri şərh edilir. Tədqiqat sahəsi üzrə dərin quyu yerində 3D və ŞSP-yə görə, orta sürətlərin fərqi təqribən $-1 \div +7\%$, interval sürətlərin fərqi isə $-10 \div +27\%$ təşkil edir. Seysmik anizotropiya ilə əlaqədar sürətlər xətası isə $1 \div 3\%$ -dir. "Urupov-Diks" formulasının tətbiqi ilə kvazianizotropiyaya görə korreksiyadan sonra 3D və ŞSP üzrə orta sürətlərin fərqi $+2 \div +4\%$, lay sürətlərinin fərqi isə $-5 \div +14\%$ -dir. 3D sürətləri kvazianizotropiyaya görə, korreksiyadan sonra ŞSP sürətlərinə gətirilmişdir və nəticədə 3D və ŞSP orta sürətlər fərqi $+1\%$ -dən çox alınmamışdır. Tədqiqat sahəsində akustik sərtliyi kəskin fərqlənən lay olduqda seysmik sürətlərin "Urupov-Diks" formulasını tətbiq etməklə kvazianizotropiyaya görə, korreksiyası kifayət qədər effektiv olmur. Buna görə də mühitin sürət modeli qurularkən seysmik kvazianizotropiyaya görə, xətanın xüsusiyyəti nəzərə alınmalıdır.

Giriş. Son zamanlar geofiziki kəşfiyyat işləri ilə geoloji mühitin anizotrop xüsusiyyətləri geniş tədqiq edilir. Bunu nəzərə alaraq məqalənin əsas hissəsinə keçməzdən əvvəl mineralların, çökmə süxurların və geoloji mühitin anizotrop xüsusiyyətlərin öyrənilməsi üzrə laboratoriya və real şəraitdə aparılan tədqiqatların nəticələrini qısaca olaraq nəzərdən keçirək.

Müxtəlif kristallik qəfəsli mineralların akustik, elastiki və anizotrop xüsusiyyətləri və onların laboratoriya şəraitində təyini üzrə çoxlu tədqiqatlar aparılmışdır (Баяк и др., 1982; Александров и Продайвода, 2000; Сафаров, 2011). Müəyyən edilmişdir ki, minerallarda uzununa dalğa seysmik sürətləri üzrə anizotropiyanın ölçüsü əsasən 20-25%-ə qədər ola bilər. Təzyiq artdıqca anizotropiya əmsalı adətən azalır, temperatur artdıqca isə praktik olaraq dəyişmir. Dağ süxurlarının anizotropik xüsusiyyətləri onların mineral tərkiblərindən, mineralların süxurda yerləşmə xarakterindən, məhz kristalların əksəriyyət təşkil etdiyi istiqamətdən asılıdır. Mineralların əksəriyyətinin anizotrop olmasına baxmayaraq, dağ süxurlarında əsasən xaotik yerləşdikləri halda onların anizotropiyasını, demək olar ki, əmələ gətirmir. Çökmə süxurlar üzrə quyulardan götürülmüş kern nümunələrinə görə, təyin edilmişdir ki, süxurların anizotrop xüsusiyyəti həm çöküntü çökmə prosesində və həm də geodinamik təzyiqin təsiri ilə süxurların sıxlaşması nəticəsində yaranır. Anizotropiya, əsasən, süxurların

tərkibindəki dənələrin ölçüləri, onların forması, qablaşması və həmçinin mikroməsəməliliklə əlaqədardır (Баяк и др., 1982; Авербух, 1982; Сафаров и др., 2009). Göstərilir ki, çökmə süxurların əksəriyyətinin anizotropiya əmsalı 3-12% hüdudunda dəyişir, əmsalın ölçüsü hərtərəfli təzyiqin artması ilə azalır, məsələ təzyiqinin artması ilə artır.

Real geoloji mühitdə süxurların akustik və elastiki xüsusiyyətlərinin çöküntü çökmə prosesində geodinamik şəraitin təsiri ilə dəyişməsi nəzəri cəhətdən tədqiq edilmişdir (Kuliev and Jabbarov, 1999; Кулиев и Джаббаров, 2000; Кулиев, 2000; Кулиев, 2005; Кулиев, 2009; Кулиев и Агаев, 2010; Кулиев, 2011). Müəyyən edilmişdir ki, mühitdəki süxurların fiziki-mexaniki xüsusiyyətlərinin formalaşmasına, orada seysmik dalğaların yayılması prosesinə mühitin gərginlik vəziyyəti əhəmiyyətli təsir edir.

Seysmik dalğaların çökmə süxurlardan ibarət anizotrop geoloji mühitdə yayılmasının nəzəri əsasları bir çox tədqiqatçılar tərəfindən təhlil edilmişdir (Ляховский, 1968; Бреховский, 1973; Невский, 1974; Чесноков, 1977; Петрашень, 1980; Авербух, 1982; Ризниченко, 1985; Уайт, 1986). Elastiki dalğaların ilkin gərginlik vəziyyətində olan, sıxılan və sıxılmayan izotrop və kvazianizotrop mühitdə yayılmasının nəzəri əsasları üzrə fundamental tədqiqatlar aparılmışdır (Guliyev and Jabbarov, 1998; Guliyev, 1998; Guliyev, 1999a; Guliyev, 1999b; Никитин,

1983; Губь, 1986). Bu tədqiqatların nəticələri seysmik dalğaların geoloji anizotrop mühitdə yayılmasının öyrənilməsində geniş istifadə edilir.

Məlumdur ki, seysmik kəşfiyyat təcrübəsində izotrop müstəvisi adlanan müstəvi üzrə mühitin xüsusiyyəti dəyişməyən transversal-izotrop mühit (TİM) modeli kimi qəbul edilmişdir (Бораник и Гурвич, 2006). Nəzəri tədqiqatın nəticələri (Ризниченко, 1985) göstərir ki, TİM nazik təbəqədirsə, yəni təbəqələrin qalınlığı dalğa uzunluğundan dəfələrlə azdırsa, belə mühit kvazianizotropdur. Seysmik dalğa tezliyindən asılı olaraq eyni mühitə qalıntəbəqəli və yaxud naziktəbəqəli kimi baxıla bilər (Авербух, 1982). Təbəqələrin qalınlığı dalğa uzunluğundan azdırsa, dalğanın yayılması zamanı eyni işarəli deformasiyaya müxtəlif xassəli təbəqələr məruz qalır. Bu halda dalğanın yayılma sürəti onun istiqamətindən asılı olur. Sürətin istiqamətdən asılı olaraq dəyişməsi litoloji qeyri-həmcinsliklə, yəni mühitin nazik təbəqəliyi ilə əlaqədardır, bu, kvazianizotropiya, cismin daxili strukturunun nizamlılığı ilə əlaqədardır, anizotropiya adlanır (Авербух, 1982). Tədqiqatın nəticələri (Невский, 1974) göstərir ki, mühitin kvazianizotrop xüsusiyyətində qalınlıqları seysmik dalğa uzunluğundan 10 dəfədən az olan laylar əhəmiyyətli rol oynayır. TİM üzrə çox nazik təbəqələrin izotrop olmasını qəbul etmək olar. Bu halda həm süxurun daxili strukturunun və həm də nazik təbəqəliyin birlikdə mühitin elastiklik xüsusiyyətinə təsirini seysmik sürətlərin anizotropiyası adlandırmaq olar.

ŞSP və 2D/3D seysmik materialları üzrə real geoloji mühitdə seysmik anizotropiyanın təyininin həm nəzəri, həm də praktik cəhətləri əsaslı şərhlənmişdir (Авербух, 1982; Helbig, 1981; Thomsen, 2002; Ağayev, 2005; Grechka, 2009). Alxalifan və Tsvankin tərəfindən TİM mühit üzrə əks olunan uzununa dalğa hodoqrafının tənliyi təyin edilmişdir (Alxalifan and Tsvankin 1995). Seysmik materiallara görə çökmə süxurlar üzrə anizotropiya tədqiq edilmişdir (Alxalifan, 1996). Anizotropiyanın təyini zamanı tətbiq edilən seysmik emal prosedurları (Risto, 2001)-də ətraflı şərhlənir. Dərin quyuda uzununa və eninə dalğalarla aparılmış akustik karotaj məlumatlarına görə, çökmə süxurlar üzrə müəyyən edilmişdir ki, seysmik sürətlərin variasiyası 20-30% olan kəskin diferensiallı mühitlər üzrə anizotropiya, əsasən mühitin nazik təbəqəliliyi ilə əlaqədardır. Sürətlərin variasiyası 10%-

dən kiçik olan zəif diferensiallı mühitlər üzrə isə anizotropiya, əsasən, süxurlardakı mineralların qablaşması ilə əlaqədardır. Təyin edilmişdir ki, sürət variasiyası artdıqca, uzununa və eninə dalğa sürəti nisbəti azaldıqca anizotropiya artır (Авербух, 1982). Dalğanın yayılma və sürətin simmetriya oxu istiqamətləri arası fərq artdıqca anizotropiya kəskin artır. Seysmik kəşfiyyat materiallarına görə, AVO analizi və seysmik anizotropiya üzrə nəzəri və praktik cəhətdən fundamental tədqiqat Tomsen tərəfindən aparılmışdır (Thomsen, 2002). Tədqiqatın nəticələri göstərir ki, çökmə süxurlar zəif anizotropiyaya malikdir və onun ölçüsü 10-20 %-dən çox olmur. Tomsen zəif anizotropiyalı TİM mühiti üzrə uzununa dalğa sürətinin yayılma istiqamətindən asılılığı tənliyini tərtib etmişdir. Göstərilir ki, əksəriyyət anizotrop mühitlər üzrə uzununa dalğa cəbhəsi elleptik olmadığı üçün Tomsen parametrləri δ və ε -nin qiymətləri də bərabər olmur. Kvazianizotropiya halında isə $\delta < \varepsilon$ şərti yerinə yetirilir. AVO analizi üzrə anizotropiyanın uzununa dalğanın əksolunma əmsalına təsiri araşdırılmışdır (Вокресенский, 2001). Müəyyən edilmişdir ki, anizotrop mühitdə əksolunma əmsalının azimutal istiqamətdə dəyişməsi və əksətendirici sərhəddən üstdəki qatların anizotropluğu əksolunan uzununa dalğanın amplitudunun təhrif olunmasına səbəb olur.

Azərbaycanda həm laboratoriya şəraitində, həm də real mühitdə uzununa və eninə seysmik dalğa sürətlərinə görə anizotropiyanın təyin edilməsi üzrə bir çox tədqiqatlar aparılmışdır (Сафаров и др., 2009; Сафаров, 2011; Кулиев и Джаббаров, 2003; Guliyev and Gasimova, 2004; Ağayev, 2004; Ağayev, 2005; Ağayev və b., 2008; Кулиев, 2008; Guliyev. et al., 2010). Laboratoriya şəraitində təyin edilmişdir ki, çökmə süxurların əksəriyyəti 8–12% anizotropiyaya malikdir (Сафаров и др., 2009). Müxtəlif seysmogeoloji şəraitlərdə yerləşən 12 dərin quyu üzrə ŞSP məlumatlarına görə, uzununa dalğa orta sürətinin kvazianizotropiyası təyin edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, mühitin təbəqəliliyinin nəzərə alınmaması tətbiq edilən seysmik müşahidə sistemindən asılı olaraq 8-19 % sürətlər xətasına səbəb ola bilər. Sürətin kvazianizotropiyası dərinlik üzrə orta sürət qradiyentinin dəyişməsinə daha çox həssasdır (Аğayев və б., 2008). CXÇ-dəki Abşeron strukturu üzrə «Walkaway» ŞSP məlumatı üzrə seysmik anizotropiya

təyin edilmişdir. Məsələn, müəyyən edilmişdir ki, 4840-4900 m dərinlikdəki lay üzrə uzununa dalğa sürəti üfüqi istiqamətlərdə 4% ölçüsündə fərqlənir. Həmin lay üzrə sürət üfüqi istiqamətdə şaquli istiqamətə nisbətən 13% çox alınmışdır. Kvazianizotropiya ilə əlaqədar xəta isə 10% təşkil edir (Ağayev, 2005). Qobustandakı Qarabağlı strukturu üzrə ŞSP məlumatına görə, uzununa dalğalar üzrə 8% ölçüsündə seysmik anizotropiya təyin edilmişdir. SV və SH tipli eninə dalğalara görə, 3% ölçüsündə seysmik anizotropiya olduğu müəyyən olunmuşdur (Ağayev, 2004).

Azərbaycanda CXÇ-dəki Abşeron strukturu üzrə 2D seysmik məlumatlarına istinad edərək əks olunan uzununa dalğa hodoqrafının qeyri-hiperbolikliyinə təhlili əsasında geoloji kəsilişinin yuxarı hissəsi üzrə anizotropiya təyin edilmiş, onun effektiv qiymətləri üzrə vaxt kəsilişi alınmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, 5-6 km dərinliklərdə üfüqi istiqamətdə uzununa dalğanın yayılma sürəti şaquli istiqamətdəkinə nisbətən 10-13 %-ə qədər çox ola bilər (Kuliyev and Jabbarov, 2003; Guliyev and Gasimova 2004; Кулиев, 2008). Hodoqrafın anizotropiya ilə əlaqədar yaranmış qeyri-hiperbolikliyinə nəzərə alınması seysmik sürətlərin daha dəqiq təyin edilməsinə, cəm vaxt kəsilişində əks olunan uzununa dalğanın isə daha inamla izlənməsinə imkan vermişdir (Guliyev et al., 2002).

Məlumdur ki, 2D/3D seysmik materialları üzrə ümumi dərinlik nöqtəsi (ÜDN) seysmoqramlarında cəmləmə effektiv sürət ($V_{\text{ÜDN}}$) seçilərkən, adətən, orta sürət modelinə əsaslanan, yəni əksətdirici sərhəddən üstəki mühitin izotrop olması fərz olunan alqoritmlər üzrə hazırlanmış geofiziki kompyuter proqramlarından istifadə edilir. Proqramlarda orta sürət modelindən istifadə edildiyinə görə təyin edilən $V_{\text{ÜDN}}$ qiyməti orta sürətdən (V_{OR}) yüksək alınır. Sürətlər fərqi, yəni $V_{\text{ÜDN}}$ qiymətindəki müntəzəm xəta, əsasən, mühitin təbəqəliliyi, təbəqələrdə sürətin şaquli və üfüqi istiqamətlərdə fərqli olması ilə əlaqədar müvafiq olaraq kvazianizotropiya, anizotropiya üzrə xətalara cəmindən ibarətdir (Авербух, 1982; Боганик и Гурвич, 2006; Ризниченко, 1985). Adətən $V_{\text{ÜDN}}$ və V_{OR} -nin fərqi 20%, bəzən isə daha çox ola bilər. Seysmik müşahidə sistemi bazası və mühitdəki təbəqələrdə lay sürətlərinin dispersiyası böyük olduqca qeyd edilən

xətalara ölçüsü də böyük olur. Kvazianizotropiya üzrə xətanı aradan qaldırmaq üçün, adətən, "Urupov-Diks" formulasından istifadə edilir, $V_{\text{ÜDN}}$ -dən hesablanan V_{LAY} və V_{OR} sürətlərinin dəqiqliyi, əsasən, üfüqi təbəqəli mühit və sürətlərin profil boyunca ÜDN seysmoqramı hüdudunda kəskin dəyişməməsi hallarında yüksək olur (Боганик и Гурвич, 2006).

Azərbaycanda seysmik kəşfiyyatla tədqiq edilən çöküntü qatı müəkkəb geoloji quruluşa malikdir. Əksər geoloji strukturlar üzrə laylar böyük bucaq altında yatır. Dərinlik üzrə lay sürətlərinin orta kvadratik pərakəndəliyi, əsasən, 10-20% hüdudlarındadır, yəni geoloji mühit seysmik sürət üzrə kəskin diferensiallı deyil. Bununla belə, adətən, geoloji kəsilişdə böyük sürətli qumdaşı, əhəngdaşı və ya kiçik sürətli anomal yüksək lay təzyiqli, qazla doymulu süxur layları mövcud olur. Belə mürəkkəb xüsusiyyətli mühit üzrə V_{LAY} və V_{OR} sürətlərinin təyini zamanı kvazianizotropiyanın nəzərə alınması effektivliyi, adətən, aşağı olur. Buna görə geofiziki tədqiqat sahəsi üzrə seysmik sürət modelinin qurulması zamanı onun dəqiqliyinin qiymətləndirilməsi üçün kvazianizotropiyanın təsirinin tədqiq edilməsi vacibliyi yaranır.

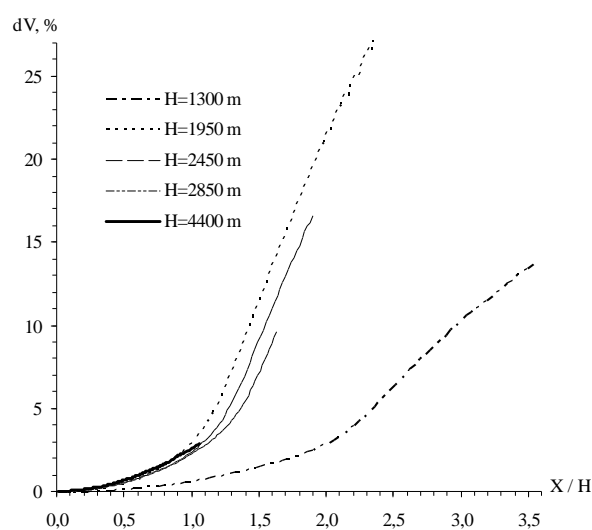
Məqalədə üfüqi təbəqəli, seysmik sürətlər üzrə zəif diferensiallı, kəskin akustik sərtlikli lay olan mühit üzrə təyin edilən effektiv sürət qiymətlərində kvazianizotropiya ilə əlaqədar olan xətanın xüsusiyyətinin və onun korreksiyası effektivliyinin müəyyən edilməsi üzrə aparılan tədqiqatın nəticələri şərh edilir.

Tədqiqat sahəsinin akustik xüsusiyyətləri. Tədqiqatda Xəzər dənizinin Azərbaycan sektorundakı kəşfiyyat sahələrindən biri üzrə geofiziki məlumatlardan istifadə edilmişdir. Dəniz sahəsinin seçilməsi, əsasən, ona aid seysmik materialların keyfiyyətinin quruya nisbətən yüksək olması ilə əlaqədardır. Tədqiqat sahəsində mühit, demək olar ki, üfüqi təbəqəlidir. Uzununa seysmik dalğaların yayılması sürəti dərin quyuda aparılmış akustik karotaj (AK), şaquli seysmik profilləmə (ŞSP) və sahə üzrə 2D, 3D seysmik işləri ilə təyin edilmişdir. Tədqiqatda dərin quyuya üzrə süxurların sıxlığının müəyyənləşdirilməsində karotaj məlumatından istifadə edilmişdir. ŞSP və AK məlumatlarına, əsasən, buradakı mühit V_{LAY} üzrə zəif diferensiallıdır. Lay sürəti qiymətlərinin ən çox pərakəndəliyi $H = 570-760$ m,

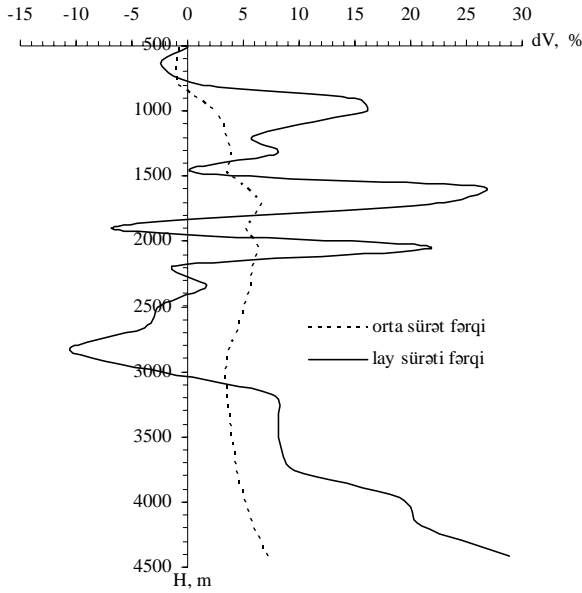
$H = 1290 - 1480$ m, $H = 1650 - 1930$ m və $H = 3910 - 4260$ m dərinlik intervallarında müşahidə edilir və müvafiq olaraq 16%, 19%, 74% və 19% təşkil edir. Ən sərt akustik lay isə $H = 1650 - 1930$ m dərinlikdə yerləşir və əsasən, əhəngdaşı süxurundan ibarət olan təbaşir çöküntüləridir. Layın daxilində litoloji tərkibləri ilə fərqlənən müxtəlif qalınlıqlı nazik təbəqələr mövcuddur. AK məlumatına əsasən, sürət layın tavanında $V_{LAY} = 2275$ m/san-dən başlayaraq dərinlik üzrə qeyri-müntəzəm olaraq $V_{LAY} = 5290$ m/san-ə qədər artır və sonradan azalaraq dabanında $V_{LAY} = 2930$ m/san-ə təşkil edir. Orta hesabla lay sürəti $V_{LAY} = 4380$ m/san, məlum düsturla hesablanmış Puasson elastiklik əmsalı isə 0.325-dir. Laydan üstdəki və altdakı laylarda süxurlar isə, əsasən, alevrolit və gillərdən ibarətdir və onlar üzrə isə Puasson əmsalı orta hesabla müvafiq olaraq 0.380 və 0.390-dır. Laylar üzrə süxurların sıxlığı və seysmik sürət məlumatlarına əsasən hesablanmış akustik sərtlik (Боганик и Гурвич, 2006) qiymətləri əhəngdaşı layının akustik sərtliyinin geoloji kəsilişdəki digər laylara nisbətən çox yüksək olduğunu göstərir. Qeyd edilənlər əhəngdaşı layının tavanında və dabanında seysmik sürət qradiyentinin çox kəskin dəyişdiyini, bu isə həmin yerlərdə seysmik şüaların istiqamətinin kəskin dəyişəcəyini, yəni bu mənada kvazianizotropiyanın təsirinin yüksək olacağını deməyə əsas verir. Tədqiq edilən lay 2D və 3D profillərinin vaxt kəsilişlərində ən yüksək amplitudlu seysmik yazı ilə seçilir. Layın sərhədlərindən yaranan intensiv təkrar dalğalar seysmik yazılarda və şaquli sürət spektrlərində aydın şəkildə görünür. Sahənin geoloji kəsilişində ekranlaşdırıcı əhəngdaşı layının mövcudluğu ondan aşağıdakı laylardan əksolunan seysmik dalğaların zəif olması səbəblərindən biridir və seysmik kvazianizotropiyanın əsas mənbəyidir.

Test materialı üzrə kvazianizotropiyaya görə, sürət xətası. Tədqiqat sahəsi üzrə kvazianizotropiyaya görə, xətanın ölçüsünü və xüsusiyyətini testləşdirmə ilə təyin etmək üçün AK və ŞSP məlumatları əsasında uzununa dalğa üzrə ikiölçülü nazik təbəqəli lay sürəti modeli qurulmuşdur. Model üfüqi yatımlı, paralel müstəvili və hər birinin qalınlığı 25 m olan 256 təbəqədən ibarətdir. Modelə görə, dərinlikləri $H = 1320$ m, $H = 1950$ m, $H = 2440$ m, $H = 2850$ m və $H = 4390$ m olan sərhədlər üzrə seysmik dalğa

mənbəyindən uzaqlığı $X = 0 - 4650$ m olan qəbul məntəqələri üzrə mühitin təbəqəliliyi nəzərə alınmamaqla və alınmaqla hesablanmış orta sürətlərin fərqi təyin edilmişdir. Sürətin $X \neq 0$ və $X = 0$ qiymətlərindəki fərq edilən hər bir sərhəd üzrə kvazianizotropiya ilə əlaqədar orta sürət xətası kimi qəbul edilmişdir. X / H nisbəti və yaxud seysmik dalğanın sərhəddə düşmə bucağı artdıqca xəta təqribən eksponensial şəkildə artır (1-ci şəkil). Xətanın ölçüsü $H = 1320$ m, $H = 1950$ m, $H = 2440$ m, $H = 2850$ m və $H = 4390$ m dərinlikli sərhədlər üzrə $X = 2500$ m halında müvafiq olaraq 2.5 %, 7,1%, 2,5%, 1,7%, 0,9% və $X = 4600$ m halında isə 13,7%, 27,0%, 16,6%, 9,6%, 2,9% təşkil edir. Orta sürət xətası $H = 1950$ m dərinlikli sərhəd üzrə $H = 1320$ m-dəkinə nisbətən $X / H = 1$ halında təqribən 4 dəfə, $X / H = 2$ halında isə 8 dəfə çoxdur (1-ci şəkil). Əhəngdaşı təbəqəsinin dabanından başlayaraq xətanın qiymətinin kəskin artımı və bu təbəqədən daha dərinə uzaqlaşdıqca isə xətanın tədricən azalması müşahidə olunur. Bu xüsusiyyət mühitdə akustik sərtliyi kəskin fərqlənən təbəqənin mövcudluğu halında ondan aşağıdakı laylar üzrə V_{UDN} sürətlərin kvazianizotropiyaya görə, korreksiyasının kifayət qədər dəqiq olmayacağını deməyə əsas verir.



1-ci şəkil. Sıfır və müxtəlif məsafəli dalğa qəbulu məntəqələri üzrə seysmik şüa sürətlərinin fərqi



2-ci şəkil. 3D və ŞSP üzrə seysmik sürətlər fərqi

Real material üzrə sürət xətası və onun korreksiyası. Tədqiqat sahəsi üzrə seysmik anizotropiya ilə əlaqədar sürətlər xətasını müəyyən etmək üçün 2D və 3D seysmik profil materialından istifadə edilmişdir. Sürət analizindən əvvəl, seysmik yazıdakı təkrar dalğalar “ProMAX” emal proqram sistemindən istifadə etməklə, “Radon” süzğəci ilə əhəmiyyətli dərəcədə zəiflədilmişdir. Profillərin ÜDN seysmoqramlarında anizotropiyayı nəzərə almaqla və almamaqla şaquli sürət spektrləri üzrə $V_{\text{ÜDN}}$ sürətləri təyin edilmişdir. Anizotropiya Tomsen əmsalını (Thomsen, 2002) testləşdirərək seçməklə nəzərə alınmışdır. Nəticədə $V_{\text{ÜDN}}$ sürətləri $1 \div 3\%$ daha az alınmışdır. 2D profillərinin kəşimə nöqtəsində eyni sürətlərin alınması sürət analizinin dəqiq aparıldığını göstərir. X/H nisbətinin təqribən 0,5-dən kiçik qiymətlərində δ təyinedilmə dəqiqliyinin azalması müşahidə edilir.

“Urupov-Diks” formulası (Боганик и Гурвич, 2006) ilə $V_{\text{ÜDN}}$ -dən V_{LAY} hesablanmışdır və onun əsasında V_{OR} üzrə mühitin seysmik sürət kubu modeli qurulmuşdur. Modeldəki təsadüfi xətalara aradan qaldırmaq üçün sürətlər sahə üzrə 1500 m radiuslu bazada geoloji struktur forma nəzərə alınmaqla hamarlaşdırılmışdır. Sürət kubunun şaquli və üfüqi kəsiklərində lay sürətləri dərinlik üzrə geniş diapazonda və

tədqiqat sahəsi üzrə isə mozaik şəkildə dəyişirlər.

Məlumdur ki, üfüqi təbəqəli mühit və yaxın uzaqlıqlı atış məntəqəsi üzrə alınmış ŞSP sürətlərində anizotropiya və kvazianizotropiya ilə əlaqədar xətalara, demək olar ki, təsadüf edilmir. Buna əsaslanaraq, sürət kubunun dəqiqliyini yoxlamaq üçün dərin tədqiqat quyusu olan yer üzrə ŞSP və 3D orta və interval sürətləri fərqi kvazianizotropiya nəzərə alınmamaqla və alınmaqla hesablanmışdır (2-ci şəkil). Gözlənilməli kimi, 3D üzrə sürətlər əsasən ŞSP sürətlərindən yüksək alınmışdır.

3D və ŞSP üzrə orta sürətlər fərqi (dV) təqribən $-1 \div +7\%$, interval sürətlər fərqi isə $-10 \div +27\%$ təşkil edir. Kvazianizotropiyaya görə, korreksiyadan sonra orta sürətlərin fərqi təqribən $+2 \div +4\%$, lay sürətlərinin fərqi isə təqribən $-5 \div +14\%$ -dir. Sürətlərin böyük fərqləri $H = 900 - 1100$ m, $H = 1600 - 1900$ m və $H = 3900 - 4300$ m dərinlik intervallarında müşahidə edilir (2-ci şəkil). Sürət fərqi ən çox əhəngdəsi təbəqəsindən aşağıda yatan çöküntülər üzrədir. Bəzi intervallarda, məsələn, $H = 2500 - 2900$ m-də mənfi qiymətli fərqlərin alınmasını, 3D materialları üzrə sürət analizi zamanı ÜDN seysmoqramı vaxtı boyunca sürətlərin kifayət qədər dəqiq seçilməməsi ilə izah etmək olar. 3D üzrə sürətlərin hətta kvazianizotropiya görə korreksiyadan sonra ŞSP üzrə sürətlərdən çox alınması, əsasən, mühitin laylığının tam nəzərə alınmamasına görədir. Bunlar göstərir ki, mühitdə kəskin akustik sərtlikli sərhədlərin olması kvazianizotropiya ilə əlaqədar xətanın “Urupov-Diks” formulasının tətbiqi ilə azaldılması effektivliyini əhəmiyyətli dərəcədə aşağı salır. Kvazianizotropiyaya görə, korreksiyadan sonra 3D sürətləri bütün tədqiqat sahəsi üzrə ŞSP sürətlərinə gətirilmişdir və nəticədə quyu yerində 3D və ŞSP orta sürətlər fərqlərinin $+1\%$ -dən yüksək alınmamasına nail olunmuşdur. “Urupov-Diks” formulasını tətbiq etmədən də 3D üzrə sürətlər ŞSP sürətlərinə gətirilə bilər. Lakin bu halda seysmik sürətlərin quyu yerində kvazianizotropiyaya görə xətası tədqiqat sahəsinin başqa yerlərindən kəskin fərqlənə biləcəyi nəzərə alınmır. Buna görə də əvvəlcə “Urupov-Diks” formulasını tətbiq etməklə kvazianizotropiyaya görə xətalara azaltmaq və sonradan isə sürətlərin ŞSP-yə görə korreksiya edilməsi daha məqsədəuyğundur.

Nəticə. Tədqiqat sahəsində akustik sərtliyi kəskin fərqlənən lay olduqda 2D, 3D üzrə sürətlərin "Urupov-Diks" formulasını tətbiq etməklə korreksiyası kifayət qədər effektiv olmadığı üçün mühitin seysmik sürət modelinin dəqiqliyi təyin edilərkən seysmik kvazianizotropiyaya görə xətanın xüsusiyyəti nəzərə alınmalıdır.

ƏDƏBİYYAT

- AĞAYEV, X.B., ALLAHVERDİYEV, E.Q., ATAĞİŞİYEV, F.Ə. 2008. Orta sürətin kvaziotropiyasının təyini nümunəsi. *Azərbaycanda Geofizika Yenilikləri*, 1-2, 22-24.
- AĞAYEV, X.B. 2004. Şaquli seysmik profilləmədə uzununa və eninə dalğaların seçilməsi və mühitin fiziki xüsusiyyətlərinin təyini təcrübəsi. *Azərbaycanda Geofizika Yenilikləri*, 1, 19-26.
- AĞAYEV, X.B. 2005. Mühitin daxili nöqtəsində seysmik anizotropiyanın təyin edilməsi təcrübəsi. *Azərbaycanda Geofizika Yenilikləri*, 1, 14-18.
- АВЕРБУХ, А.Г. 1982. Изучение состава и свойств горных пород при сейсморазведке. Недра. Москва. 232.
- АЛЕКСАНДРОВ, К.С., ПРОДАЙВОДА, Г.Т. 2000. Анизотропия упругих свойств минералов и горных пород. Изд. СО РАН. Новосибирск. 354.
- БАЮК, Е.И., ВОЛАРОВИЧ, М.П., ЛЕВИТОВА, Ф.М. 1982. Упругая анизотропия горных пород при высоких давлениях. Наука. Москва. 169.
- БОГАНИК, Г.Н., ГУРВИЧ, И.И. 2006. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Изд. АИС. Тверь. 744.
- БРЕХОВСКИЙ, Л.М. 1973. Волны в слоистых средах. Наука. Москва. 343.
- ВОСКРЕСЕНСКИЙ, Ю.Н. 2001. Изучение изменений амплитуд сейсмических отражений для поисков и разведки залежей углеводородов. Российский Государственный университет нефти и газа им. И.М.Губкина. Министерство образования РФ. Москва. 69.
- ГУЗЬ, А. Н. 1986. Упругие волны в телах с начальными напряжениями. Т.2. Общие вопросы. Наук. Думка. Киев. 376.
- КУЛИЕВ, Г. Г., АГАЕВ, Х.Б. 2010. Моделирование сейсмических разрезов с учетом напряженного состояния среды. *Геодинамика*, 1(9), Львов, 81-86.
- КУЛИЕВ, Г. Г., ДЖАББАРОВ, М.Д. 2000. Об амплитудных характеристиках упругих волн в напряженных средах. *Доклады Академии Наук России*, 370, 4, 672-674.
- КУЛИЕВ, Г. Г., ДЖАББАРОВ, М.Д. 2003. О сейсмической анизотропии в Южно-Каспийском бассейне. *Труды Института Геологии НАНА*, 31, 77-83.
- КУЛИЕВ, Г. Г. 2011. Деформационное сопровождение процессов уплотнения, разуплотнения и фазовых переходов во внутренних структурах Земли. Геодинамика. Международная научная Конференция «Геофизические технологии прогнозирования и мониторинга геологической среды», 10-14 октября, Львов, 138-140.
- КУЛИЕВ, Г.Г. 2005. Неклассическая линеаризованная теория деформаций в геофизике. *Изв. НАНА. Наука о Земле*, 2, 41-51.
- КУЛИЕВ, Г. Г. 2009. Нелинейные действия упругой среды и их влияния на скорость распространения упругих волн. *Известия НАНА. Наука о Земле*, 2, 31-39.
- КУЛИЕВ, Г. Г. 2000. Определение коэффициента Пуассона в напряженных средах. *Доклады Академии наук России*, 370, 4, 534-537.
- КУЛИЕВ, Г. Г. 2008. Сейсмическая анизотропия Южно-Каспийского бассейна. В кн.: *Геология Азербайджана. Нефть и Газ*. Nafta-Press, Баку, VII, 127-139.
- ЛЯХОВИЦКИЙ, Ф. М. НЕВСКИЙ, М. В. 1968. Анализ анизотропии скоростей сейсмических волн в тонкослоистых периодических средах. *Изв. АН СССР. Физика Земли*, 9, 12-22.
- НЕВСКИЙ, М.В. 1974. Квазианизотропия скоростей сейсмических волн. Наука. Москва.
- НИКИТИН, Л.В. 1983. Об анизотропии упругой среды с начальными напряжениями. *Изв. АН СССР. Физика Земли*, 12, 29-33.
- ПЕТРАШЕНЬ, Г. 1980. Распространение волн в анизотропных упругих средах. Наука. Ленинград.
- РИЗНИЧЕНКО, Ю.В. 1985. Сейсморазведка слоистых сред. Недра. Москва. 184.
- САФАРОВ, И.Б., АГАЕВ, Х.Б., ШАХМАРДАНОВ, К.В. 2009. Пример изучения упругой анизотропии осадочных пород при лабораторных условиях и в реальной среде. *Нефть и газ Грузии*, 25, 14-24.
- САФАРОВ, И.Б. 2011. Петрофизические модели литосферных плит материков и океанов. Элм. Баку. 306.
- УАЙТ, Дж. Э. 1986. Возбуждение и распространение сейсмических волн. Недра. Москва. 261.
- ЧЕШОКОВ, Е.М. 1977. Сейсмическая анизотропия верхней мантии Земли. Наука. Москва. 144.
- ALKHALIFAN, T., TSVANKIN, I. 1995. Velocity analysis for transversely isotropic media. *Geophysics*, 60, 1550-1566.
- ALKHALIFAN, T. 1996. Transformation to zero offset in transversely isotropic media. *Geophysics*, 61, 947-963.
- GRECHKA, V. 2009. Applications of Seismic Anisotropy in the Oil and Gas Industry. EAGE Publications, 171.
- GULIYEV, N. H., GASIMOVA, S.M. 2004. About seismic anisotropy in the South-Caspian basin (SCB). *South-Caspian basin: geology, geophysics, oil and gas content*, Baku, 99-106.
- GULIYEV, N.H., JABBAROV, M., CONNOR, J., KULIEVA, R. 2002. AVO analysis in consideration of the reflected wave curve non-hyperbolicity. Abstracts book: *VII Intern. Conf. on gas in marine sediments and natural marine hydrocarbon seepage in the world oceans with application to the Caspian Sea*, October 7-12, Baku, Azerbaijan, 85-87.
- GULIYEV, N.H., JABBAROV, M.J. 1998. To elastic waves propagation in strained nonlinear anisotropic media. *Proceedings of Academy of sciences of Azerbaijan, the sciences of Earth*, 4, 103-112.
- GULIYEV, N.H. 1998. To physical-mechanical properties of strained slightly anisotropic media. *Proceedings of Academy of sciences of Azerbaijan, the sciences of Earth* 4, 134-140.
- GULIYEV, N.H. 1999a. Characteristics of Multicomponent seismology in a strained anisotropic medium. Abstracts vol.2. EAGE 61st Conference and Techn. Exhibition, Helsinki, Finland, 060.

- GULIYEV, H.H. 1999b. Elastic waves propagation velocities in stressed nonlinear anisotropic medium. *Geophysics News in Azerbaijan Scientific Technical Journal*, 3, 12-14.
- GULIYEV, H.H. et al. 2010. Research of physico-mechanical properties of rocks and dynamics of their changes in various termobaric conditions. In: <http://www.gia.az/projects/stcu/3647/index.html>.
- HELBIG, K. 1981. Systematics of layers-induced anisotropic. *Geophysical Prospecting*, 29, 557.
- KULIEV, G.G., JABBAROV, M.J. 1999. Selection of a structure from for elastic potential in seismic studies. *Geophysics News in Azerbaijan*, 2, 17-18.
- RISTO, S. 2001. Technological leap in time processing focuses the data throughout anisotropic media. *First Break*, 19.11, 612–617.
- THOMSEN, L. 2002. Understanding Seismic Anisotropy in Exploration and Exploitation. Distinguished Instructor Short Course. Distinguished Instructor Series, 5.

Məqaləyə AMEA-nın müxbir üzvü H.H.Quliyev rəy vermişdir