

Нови закономерности по сеизмограмите, получени при работа по метода на НСП за определяне на трансгресивни и регресивни седименти в Резовска структурна зона

Орлин В. Димитров

Институт по океанология, БАН (Варна)

Изследванията по този въпрос са направени по сеизмични материали, които са записани със сеизмоакустична апаратура тип „Спаркер“ с електроисков източник с мощност на импулса 5 kJ и честотен спектър 100-250 Hz, като е работено по метода „Непрекъснато сеизмично профилиране“ (НСП).

Дълбочината на проникване е от порядъка на 150m, но на места достига 250 и повече метра. Седиментите, които се фиксират, са със стратиграфска възраст плиоцен, плейстоцен и холоцен (Кръстев, Лимонов, 1990). Седиментонатрупването е ставало в условия на прескъсваща седиментация. Разгледан е случаят, когато потъването на долулежащите пластове по време на седиментация е било сравнително равномерно.

Според втората таблица на професор Фьодоров (1988) през кватернера е имало четири значими промени на морското ниво. Разглежданите седименти са на малка дълбочина. Всичко това дава основание за извода, че в тези утайки литификационните процеси са все още твърде слаби.

Особено важно е да се подчертае, че изведените зависимости и направените

изводи са на базата на сравнителен анализ, като е акцентувано на различията между физичните свойства на седиментите, получаващи се в зависимост от условията на седиментацията, и на промените в разпространението и начините на отрязване на надлъжните сеизмични вълни в съответните утайки. Направен е подробен анализ на видовете текстура, която се формира в условия на трансгресивно-регресивна седиментация, а също и при допълнително механично въздействие.

В разглеждания регион шелфа на Резовската структурна зона, има директна връзка между издигането на морското ниво и заливането на допълнителна площ от земната повърхност, от една страна, и понижаването на нивото на морето и пресушаване на определена площ от земната повърхност, от друга, т.е. между евстатическите изменения на морското ниво, от една страна, и трансгресиите и регресиите, от друга, има пряка зависимост.

Днес е утвърдено мнението, че скоростта на утайконатрупването във всеки конкретен регион се е променяла във времето в много широк диапазон. От-

ложенията, формирани по време на морски трансгресии, като правило са по-уплътнени от отложените се по време на регресии (Хеалем, 1983). Този факт оказва влияние на разпространението на сеизмичните вълни, респ. на начина на тяхното отразяване върху сеизмограмите.

За да се определят зависимостите, които съществуват между физичните свойства на средата, в която се разпространяват сеизмичните вълни (това са главните различия, които оказват въздействие на сеизмичните вълни при седиментите на трансгресии и регресии в мекки и плитко залягащи отложения), са разгледани детайлно както параметрите на сеизмичните вълни, преминаващи през средата, така и промените, които настъпват в тях.

От физична гледна точка надлъжните сеизмични вълни (само те се фиксират при проучвания във водни басейни) при движение в реални геоложки среди, формирани при прескъсваща седиментация, преминават през седименти с различни физични свойства. При това движение на сеизмичните вълни енергията им се разпределя на две части - едната обуславя движението на вълните в дълбочина, а другата се отразява и поема от сеизмоприемниците, които се намират на водната повърхност. Частта обуславяща движението на вълните в дълбочина, при преминаването през среди с различни физични свойства претърпява промени.

При преминаване през високо пореста среда тази енергия също се подразделя на две части - едната се поема от флуида, намиращ се в порите, като се осъществява слабо движение на малките флуидни частици, а другата преминава през минералния скелет на средата, което се изразява в трептене на съставящите го частици по общоизвестния начин на движение на тези частици.

Преминаването на надлъжните сеиз-

мични вълни през нископореста среда (респ. с по-голяма плътност) е различно от описаното. Тази среда е с много по-малка еластичност.

Отразените с максимална амплитуда вълни от ниско порести, слабо еластични среди са с по-малка честота от отразените с максимална амплитуда вълни от по-еластични и с по-малка плътност среди. Максималната амплитуда, получавана при отражения от по-плътни среди, е по-голяма от максималната амплитуда от среди с по-малка плътност.

Тези различия се отразяват на сеизмограмите по общоизвестния начин.

Условията на седиментация при формиране на среди с различни физични свойства се различават съществено. Обяснението не може да се базира само на подразделяне обстановката на седиментация на високо и ниско енергетична - много пъти анализите на тази основа са се оказвали погрешни (Митчем и др., 1982).

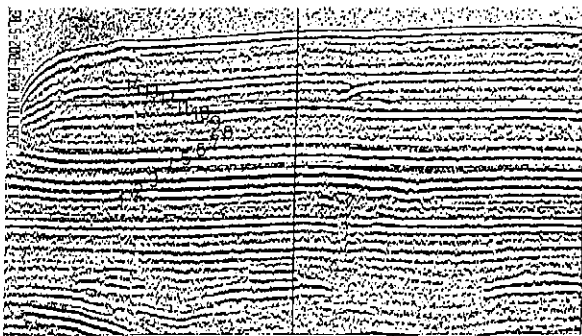
Важно е да се отбелжи, че наличието на голям процент свързани пори в седиментите влияе съществено на отражателните им свойства. Този вид пори правят средата по-еластична.

В реални среди еластичната енергия, която е свързана с вълновото движение, постепенно се поглъща от тези среди, преминавайки в топлина. Механизмът на това преминаване от научна гледна точка не е съвсем ясен (Шериф, Гелдарт, 1987). Освен това фиксирани в разгледания случай сеизмични вълни проникват на малка дълбочина и се разпространяват за много кратко време.

Поради това интерпретация, базираща се на промяна на параметрите на вълните вследствие изминато разстояние и по-продължително време на разпространение, в разгледания регион не може да се направи - подобни зависимости тук не се фиксират.

Анализ на вълновата картина. При

детайлно разглеждане на сеизмичните материали от запис по метода на НСП се виждат определени различия между отраженията (фиг.1). Отраженията 1,2,3,5,6,10,13,14 (условно наречени от I група) са плътни, ненарушени, непрекъснати, наситено оцветени, а 7,8,11 (II гр.)



Фиг. 1

са прекъснати, нарушени, по-бледо оцветени. Отраженията с номера 4, 9, 12 (III гр.) са прекъснати, нарушени, по-бледо оцветени, но това като цяло е изразено в по-малка степен, отколкото при отраженията 7,8,11.

Освен това отраженията от I група са по-широки и разстоянията между тях са по-големи от разстоянията между отраженията от II група, т.е. седиментите, фиксирани с отражения от I група, се характеризират с по-голяма амплитуда А и по-голям период на трептене Т, респ. с по-малка честота n .

Обяснението от физическа гледна точка на тези различия е, че отраженията от I група фиксират плътни, ниско порести, добре консолидирани седименти, отраженията от II група фиксират високо порести седименти, с намалена плътност и слаба консолидация, а отраженията от III група фиксират седименти, чиито физични свойства са с междинни стойности спрямо седиментите, фиксирани от отраженията от I и II група.

Седиментоложки и литоложки фактори, влияещи при формирането на фи-

зичните свойства на скалите и съответните начини на отразяване на сеизмограмите. Регресиите се извършват много по-бързо (почти мигновено), спрямо трансгресиите (Вейл, Митчем, 1982). Това е главният фактор, оказващ влияние върху пористостта и плътността на утаените седменти.

„Ходът на седиментационните процеси в обстановка на морска седментация и характерът на образувачите се утайки зависят и от факторите на средата“ (Хелем, 1983).

От сеизмограмите се вижда, че в изследвания район по време на седментацията е имало потъване на пластове и съответно запълване на освободения обем с утайки, т.е. извършвала се е прекъсваща седиментация (фиг.1).

В условията на регресивна седиментация, която протича при високоенергична обстановка на утаяване (Вейл, 1982), се получават силно проницаеми високо порести седименти. „Порите са запълнени с остатъчна вода, минерализирани разтвори или газов флуид“ (Иванов, 1978). Както е известно, порите се подразделят на: - свързани (с връзка помежду си); - несвързани (без връзка помежду си) - при тях не е възможно преливане на флуид от едно място на друго) .

Силно проницаемите седименти се характеризират с голям процент свързани пори.

Логично е да се приеме, че утаените при високоенергична обстановка седименти на регресиите са по-неконсолидирани от седиментите, утаени при трансгресия, т.е. при регресиите седиментите са с по-неориентирана текстура. Разбира се, този извод е в известна степен относителен, защото условията на седиментация за всеки конкретен регион са различни, респ. както степента на консолидация, така и ориентираността на

утайките са различни. Но както бе отбелязано, при тази методика резултатите се интерпретират на базата на сравнителен анализ. Затова, независимо от всичко, изводът в основата си е правилен и може да бъде прилаган при интерпретация.

Седиментите утаени при регресия, се характеризират с голяма пористост, като делът на свързаните пори е голям. Това прави средата по-еластична, което намалява отражателната ѝ способност. Освен това поровият флуид, запълващ тези пори, е с по-малка плътност от вмествашите скали. Вследствие на това цялостната плътност на седиментите намалява, което също предизвиква намаляване на отражателната ѝ способност.

Доста по-различно стоят нещата при трансгресии. Седиментацията тук се извършва значително по-бавно. Привнасянето на утайки е в по-малки количества, с по-малка скорост за значително по-продължително време (Вейл, Митчел, 1982). Това дава възможност за много по-плътно подреждане на утайките, респ. разстоянията между отделните частици са значително по-малки, т.е. пористостта е по-малка.

Анизотропността на даден седиментационен обем затруднява преминаването на сеизмични вълни през него, в резултат на което скоростта на тези вълни намалява. При намалена плътност в отделни сеизмофациални единици (респ. при намалена скорост V_p) акустичната твърдост на тези седименти намалява, намалява съответно и тяхната отражателна способност. Така от сеизмоприемниците се възприема енергия с по-малка плътност, което се отразява на сеизмограмите, получени по метода на НСП чрез фиксиране на вълни с по-малка амплитуда и по-голяма честота. Това се изразява в изчертаване на групи нарушени, прекъснати линии с по-малка ширина, намиращи се на по-малки разстояния помежду си и по-слаба насите-

ност (фиг.1).

Както е известно, има два типа пористост: на рахлите утайки и на твърдите скали. При първия тип пористостта изменя своя обем в зависимост от насищането, а при втория обемът на порите остава постоянен (Иванов, 1978).

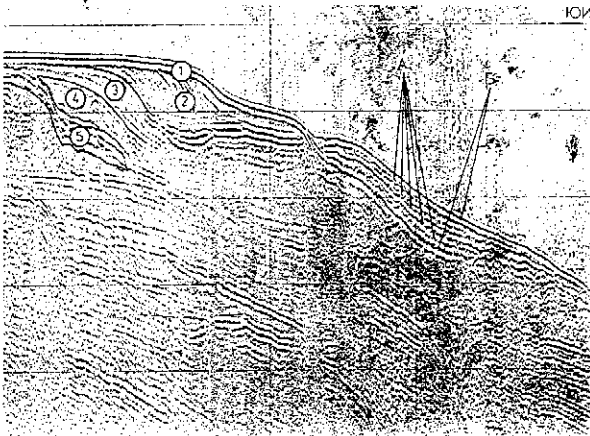
Скоро утаените седименти по време на трансгресия и регресия са рахли утайки, т.е. тяхната пористост е променяща се. При трансгресия, вследствие продължителното високо морско ниво и бавното увеличаване мощността на формиращите се седименти, е налице възможността за допълнително утаяване на колоиден утасчен материал, който се носи от водите. Той попада в поровото пространство между частиците, утаени предварително, и така се намалява обемът на порите и най-вече се способства за намаляване на броя на свързаните пори и увеличаване броя на несвързаните. Последствията от това, при съобразяване с гореописаните физични явления, са:

- увеличаване скоростта на сеизмичните вълни;
- увеличаване акустичната твърдост на седиментите, респ. увеличаване на отражателната им способност на сеизмограмите се изчертават плътни, ненарушени, наситено оцветени линии;
- увеличаване плътността на енергията на сеизмичните вълни;
- намаляване поглъщането на енергията на вълните.

Обобщено казано, начините на отразяване по метода на НСП на трансгресивни и регресивни седименти, утасни при условия на потъване, са:

- трансгресивни седименти отразяват се чрез плътни, непрекъснати, ненарушени линии, наситено оцветени;
- регресивни седименти отразяват се чрез прекъснати, нарушени, бледо оцветени линии.

От описаните факти, отнасящи се за трансгресивни седименти, при подробен анализ може да бъде извлечена следна-



Фиг.2 Сеизмоакустичен запис в Резовска структурна зона, ориентиран СЗ- ЮИ.

А - отражения, фиксиращи по-бързо потъвал локален участък по време на седиментация; Б - отражения фиксиращи нормално потъване по време на седиментация

^{1,3,5} - трансгресивни седименти; ^{2,4} - регресивни седименти

та допълнителна геофизична и геоложка информация:

- ако са фиксирани в отделни места, отражения с по-голяма амплитуда и по-голям период от останалите отражения, фиксиращи трансгресията, може да се направи извод, че в съответното време от трансгресивния период, определено по интерполационен път е имало забавяне на издигането на морето или забавяне скоростта на потъване на шелфа в съответния участък. Аналогични разсъждения могат да се направят и за регресия.

- при наличие на по-бързо потъвал локален участък в сравнение с цялостния регион на потъване, в трансгресивни седименти на сеизмограмите ще имаме също плътни линии, но в известна степен нарушени (фиг.2). При регресивни седименти отраженията са още по-силно нарушени, още по-прекъснати. При трансгресия трябва да се внимава да не би нарушенията да се дължат на немор-

ски прибрежни или литорални утайки, когато записът е субпаралелен на брега, който е източник на утаечен материал.

Когато се отразяват седименти от обем, който е запълван по време на трансгресия и долулежащите пластове са потъвали много бързо, трудно може да се открие разлика между тези отражения и отраженията фиксиращи регресивни седименти. В този случай трябва да се използват други признаци за определяне генезиса на въпросната ссизмофациална единица.

Особен случай е седиментацията, при която по време на регресия се утаяват дребнозърнести частици. Такава ссизмофациална единица също ще има различна структура от сеизмофациалната единица, формирана по време на трансгресия, дори и при утаяване на по-едрозърнести частици. По-точно ка-

зано, регресивните седименти ще бъдат с по-голяма пористост и съответно с по-малка плътност. Това се обяснява с факта, че и при този случай условията за консолидация на утайките при трансгресия са по-добри, а също и възможностите за утаяване на плаващите във водата частици с пелитова фракция са по-големи. Това от своя страна води до плътно запълване на свободното пространство между утайките, натрупани по време на евстатическите изменения на нивото на морето.

Интерпретация на сеизмограми, на които се фиксират седименти, подлагани при утаяване на допълнително механично въздействие. Факторите оказващи допълнително механично въздействие при седиментация, са свлачищните маси и морските вълни. При тези случаи полузатвърделите утайки вследствие външното механично въздействие са получили флуидална текстура, т.е. заед-

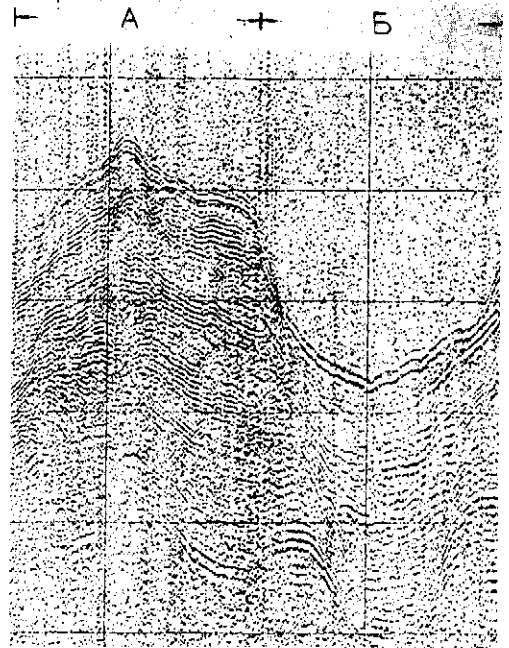
но с елементите на макрослоисто подреждане на минералните частици се наблюдава и безпорядъчно разположение на частиците на отделни по-големи участъци (Иванов, 1978). При този вид текстура флуидална, общата пористост при трансгресивни седименти е по-голяма, а при регресивни седименти по-малка от пористостта на същите седименти в участъци, неподлагани на външно механично въздействие.

На сеизмограмите този вид седименти се фиксират при трансгресии с отражения, нарушени в известна степен спрямо другите от същата серия, а при регресия с отражения, по-малко нарушени от останалите, фиксиращи седименти, които не са били подлагани на външно механично въздействие при седиментация (фиг.3).

На сеизмограмите няма особена разлика между отраженията, фиксиращи трансгресии и регресии в участъци, където е имало активна и постоянна свлачищна дейност.

Особено важно за точната интерпретация на записите е тяхното качество. Необходимо е апаратурата да работи стабилно и точно да са подбрани изходните апаратурни параметри.

Всички тези разсъждения освен за отложенията от холоцен, плейстоцен и плиоцен могат да се използват и при интерпретация на сеизмограми на които се фиксират по-стари отложения, но при този случай определените признаци ще са по-слабо изразени. Същото се отнася и при интерпретацията на сеизмограмите, получени при запис с маломощна апаратура бумер, при която дълбочината на проникване е малка - до 50-60m, но различаващата способност е значително по-голяма - разстоянието между отраженията различава интервал по-малък от 1m. Освен това при запис с бумер, при подробно разглеждане на сеизмограмите главно в участъците, фиксиращи трансгресивен етап, се забеле-



Фиг.3 Сеизмоакустичен запис, пресичащ континенталния склон субпаралелен на бреговата линия

а - участък не подлаган на външно механично въздействие при седиментация; б - участък, подлаган на външно механично въздействие при седиментация

зават отражения, по-наситено оцветени и по-широки от другите, т.е. с по-голяма амплитуда. Тези отражения фиксират седименти с различни физични свойства в сравнение с останалите, дължащи се вероятно на промените в условията на седиментация. Най-вероятно те показват границите на парациклите, т.е. временното прекъсване, изменението на нивото на морето, при което с имало възможност както за по-добра консолидация на утайките, така и за по-продължително утаяване на колоидни частици, което е довело до уплътняване на повърхностните по това време седименти ре-

зультатът е увеличаване на акустичната твърдост на тези седименти, увеличаване на амплитудата и периода на отразените сеизмичните вълни.

На сеизмограмите от разглеждания район по на експедиция „Емине 90“, чиито сеизмични профили са записвани с бумер, могат да се видят отражения от този тип.

Поради това, че записите не са обработени за миграция, при тази висока различаваща способност не е възможно точното им интерпретиране и сеизмостатиграфско определяне на парацикли по методиките, разработени в сеизмографските школи в СССР и САЩ.

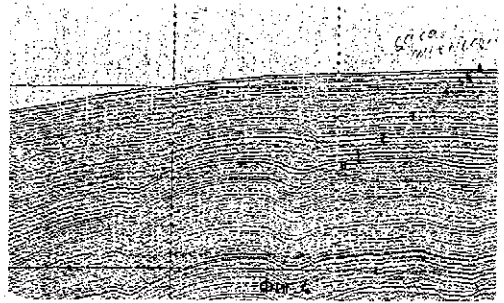
Независимо от всичко това с известна степен на условност на фиг.4 е показана връзката между характера на изменението на нивото на морето през новоевксин-холоценската трансгресия и различните отражения, представящи тази трансгресия на сеизмограмата на профил, който е субарален на съвременната брегова линия на морето.

Посочените възможности за сеизмостатиграфска интерпретация, могат да послужат като основа за ново направление за разсъждения с изключително голям ефект.

Те ще имат преимуществено приложение при интерпретация на сеизмични материали, на които не са фиксирани горноповърхностни налягания или долноповърхностни и горноповърхностни прилягания на отраженията (фиг.1). Разбира се, ще могат да се прилагат и при интерпретация на всички сеизмични профили независимо от конфигурацията на отраженията.

Представените закономерности изведени от материали получени при сеизмичен запис със спаркер имат своето потвърждение от независима сеизмостатиграфска интерпретация.

Необходимо е да се отбележи, че не при всеки сеизмичен запис по метода на НСП ще се получи вълнова картина,



Фиг.4 Измененията на морското ниво и тяхното отразяване на сеизмограма
0-1, 1-2, 2-3 - парацикли от новоевксинския интервал на трансгресията; 3-4, 4-5, 5-6, 6-7, 7-8 - парацикли от холоценския интервал на трансгресията; 1, 2, 3 - прекъсвания през новоевксинския интервал на трансгресията; 4, 5, 6, 7, 8 - прекъсвания през холоценския интервал на трансгресията



която да се интерпретира по посочените в статията закономерности. За получаване на сеизмограма с необходимите различия между отраженията на отделните сеизмофациални единици трябва да се направи сеизмичен запис с подходящо подобрени за поставената цел и за региона, мощност на излъчвания импулс и съответен честотен спектър, и да се осигуряват видима разлика между възприеманите от сеизмоприемниците отразени вълни от различните по физически свойства отразяващи сеизмофациални единици.

Литература

Г р а д з и н ь с к и й, Р. И др. 1980. Седиментология. М., Недра. 646с. И в а н о в, Ж. 1978. Основы геологията. С., Наука и изкуство. 504 с. К р ы с т е в, Т. И др. 1990. Геологическая эволюция западной части черноморской котловины в неоген четвертичное время. С., БАН. 667с. К у н и н, Н.Я., Е.В. К у ч е р у к. 1984. Сейсмостратиграфия в решении проблем поиска и разведки месторождений нефти и газа. М., ВИНТИ. Итоги

науки и техники. 200с. Ф ь о д о р о в, П.В. 1978. Плейстоцен Понто-Каспия. Тр. АН СССР, вып.310. Х э л с м, Э. 1983. Интерпретация фации и стратиграфическая последовательность. М., Мир. 328с. Ш е р и ф, Р.Е. и др. 1982. Сейсмическая стратиграфия. Т.1 и 2. М., Мир. 846с. Ш е р и ф, Р., Л. Г е л д а р т. 1987. Сейсморазведка. Т.1.М., Мир. 447с. Ш е р и ф, Р., Л. Г е л д а р т. 1987. Сейсморазведка. Т.2.М., Мир. 400с.

New Indications of Determination of Transgressive and Regressive Sediments in the Shelf of the Rezovo Structural Zone

Orlin Dimitrov

Institute of Oceanology, Bulgarian Academy of Sciences (Varna)

(Summary)

The ways of passing of the seismic waves through media of different physical properties are shown in this study as well as the ways of their reflection and drawing upon the seismograms. Sedimental processes in the formation of transgressive and regressive sediments are viewed as well as mechanic coercions as slipping masses, sea waves and

additional local tectonic changes.

Respective conclusions about texture structure of the settling sediments and their physical properties are done. As a result the author does conclusions about the ways of reflection upon the seismograms of the different seismic facies units.

Постъпила на 29.04.93 г.