

## ХАРАКТЕРИСТИКА НА НАПУКВАНЕТО В КАРБОНАТНИ КОЛЕКТОРИ ОТ СЕЛАНОВСКИ ТИП (на примера на Селановското находище)

**М. Дончева, В. Балинов, Е. Занева-Добранова, Й. Николова**

Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, e-mail: geoenergy@mail.mgu.bg

**РЕЗЮМЕ.** В североизточната част на Ломската депресия в среднотриаските (анизки) седименти е отделен специфичен генетичен тип (Селановски) карбонатен колектор, който се отличава от едновъзрастните наслаги, с които са свързани известните досега нефтени находища. При характеристиката на пукнатинната система в карбонатния колектор от Селановската нефтено находище е използван геолого-геофизичен комплекс от изследвания. Изучени са плътността, ориентацията и разпределението на пукнатините. Характерна особеност е присъствието на каверни и пори, развити по тяхната дължина. Анализът на последователността на процесите на минерално запълване и взаимоотношенията на пукнатините помежду им и със стилолитите, дава основание да се предположи, че отворените пукнатини се отнасят към две генерации. По-късната генерация формира основната проводяща система на продуктивния хоризонт.

## CHARACTERIZATION OF FRACTURING IN CARBONATE RESERVOIRS OF SELANOVITZY TYPE (on the base of Selanovtzy deposit)

**M. Doncheva, V. Balinov, E. Zaneva-Dobranova, J. Nikolova**

University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, e-mail: geoenergy@mgu.bg

**ABSTRACT.** In the north-eastern part of the Lom depression in the Middle Triassic (Anisian) sediments is separated a specific Selanovtzy genetic type carbonate reservoir that differentiates from the same age deposits with which are connected known oil deposits. In the characterization of the fracture system in the carbonate reservoir of the Selanovtzy oil deposit is used geologic-geophysical complex of investigation. The density, the orientation and the distribution of the fractures are studied. Special feature is the presence caves and pores formed along their longitude. The analysis of the processes of mineral filling sequence and the relationships of the fractures with the stylolites allows to be supposed that the open fractures refer to two generations. The later generation forms the providing system of the productive horizon.

### Увод

В източната част на Ломската депресия по генетични белези е отделен Селановски тип природен резервоар в среднотриаските (анизки) карбонатни седименти. Неговото разпространение се контролира от наличието на специфични биогенни скали, установени в Северокнежанската тераса, Селановския грабен и източната част на Ярловско-Селановската ивица. Идентифицирането му се базира на литолого-фациални белези на колекторното тяло и съчетанието му с подстилащите и покриващите го наслаги (Балинов и др., 2002). Скалите-колектори са представени основно от пелетни, пелетно-биодетритни и биодетритно-пелетни варовици. Това предопределя специфично развитие на постседиментационните процеси и оформянето на нов тип колекторно среднотриаско пространство. От гледна точка на ролята на различните типове празнини при формирането на капацитивния и филтрационен потенциал са отделени две относително автономни флуидонаситени системи: пукнатинно-кавернова и матрична (блокова). Филтрационният потенциал се формира от пукнатинната система, с характеристиките за нея разширения от пори и каверни. Тази нестандартно представяща се пукнатинно-кавернова система е обект на изследване в настоящата статия.

### Материал и методика

Пукнатинно-каверновата система е добре изучена в Селановското нефтено находище. Получена е значителна по обем информация за всичките 7 броя сондажи, включително и поради значителното количество ядров материал. Това позволява да се използва сравнителният анализ за оценка на данните от различните видове изследвания (визуални и сондажно-геофизични).

На базата на визуалните наблюдения на ядровия материал е направена характеристика на морфоложките признаци (степената на запълване, разположението спрямо слоестостта и формата) на тази пукнатинно-каверновата система. Количествените показатели (дължина, отвореност и плътност на пукнатините) са определени по методиката на Е. Смехов и Л. Гмид (1969).

По данни от интерпретацията на резултатите от детайлните геофизични изследвания в сондажите (електрометрични, радиометрични и акустични) са оценени следните показатели: дължината на интервалите с присъствие на пукнатини; ориентацията на пукнатините; пукнатинната и каверновата вместимост.

При характеристиката на показателите е взета предвид представителността на определенията, получени по различните методи.

## Морфология на пукнатинно-каверновата система

Пукнатинно-каверновата система в природния резервоар е със специфично развитие в сравнение с това на изучените досега у нас карбонатни колектори. Тя се отличава от тях по присъствието на каверни и пори, развити по дължината на пукнатините, чрез които се увеличава пукнатинната вместимост на варовиците. Характерно за напукването е незакономерното му изменение както по сондажните разрези, така и по площ. Проведеното изследване, с използване на компютърна програма, с цел отделяне на еднородни интервали по съвкупност от показатели (групи и гъстота на пукнатините, пукнатинна вместимост и проникваемост, съдържание и размер на пори по пукнатините) също потвърждава нееднородността на разрезите (Дончева и др., 2003).

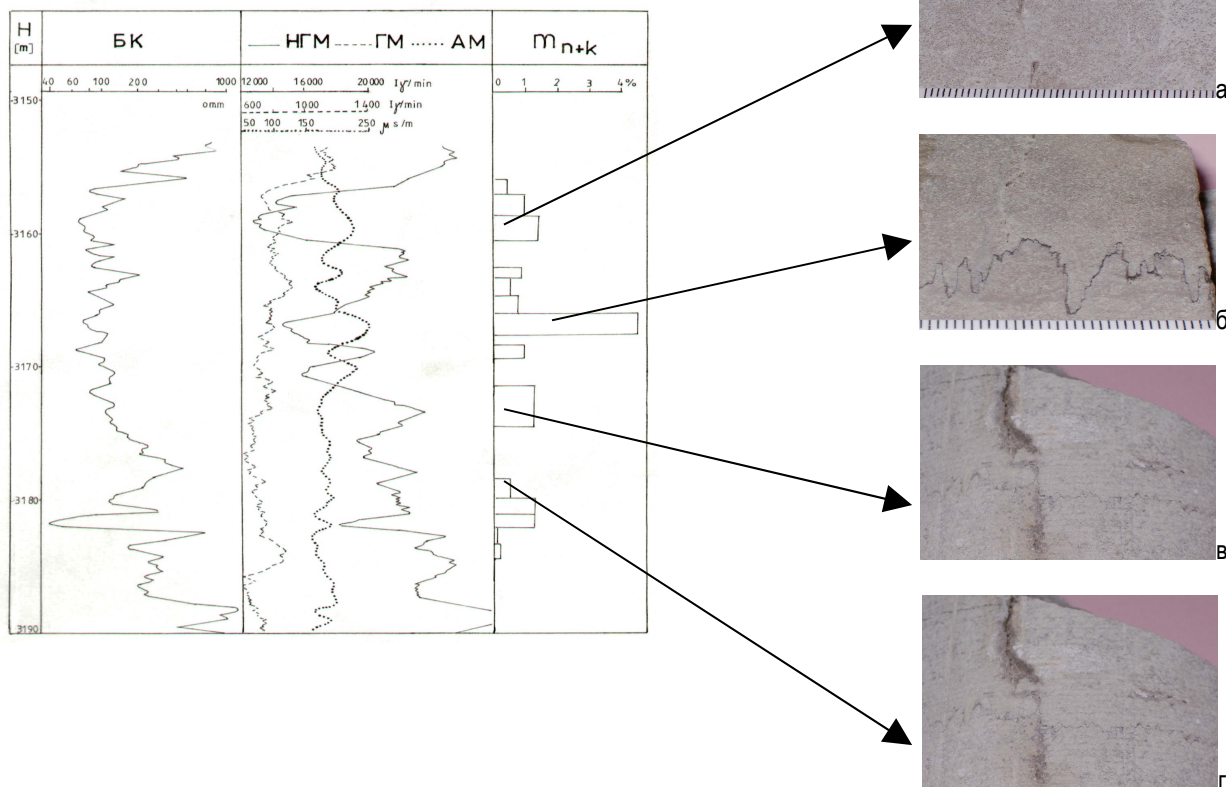
Пукнатинно-каверновата система има значително развитие в границите на колекторното тяло. Макро- и микропукнатините са ориентирани вертикално, косо и хоризонтално на насляването. Вертикалните пукнатини са с относително по-голям дял и освен самостоятелно, те най-често са спрегнати с останалите групи. По тях се наблюдава насищане с въглеродороди.

Пукнатините са предимно вътрешнопластови. Дължината им е разнообразна и по този признак се класифицират като къси, средни и дълги. Късите са в границите на минералните пукнатини и представляват части от тях. От този тип са и междуфрагментарните пукнатини, често нефтонаситени. Средните се ограничават от стилолитови повърхнини

(фиг.1б). Дългите са междупластови, с дължина до 1-2 м. По данни от интерпретацията на сондажно-геофизичните изследвания дължината им варира от 0,4 до 12 м. Отделните групи пукнатини са от 1 до 3 броя. Косите пукнатини често са с различна ориентация (под ъгъл от 45° или 75°) и тогава в разреза присъстват 4 групи. Това определя неравномерната плътност на пукнатините както по разрезите, така и в площта. Обикновено тя се променя от единици до 40 1/m, рядко повече. Най-често срещаните стойности са между 10 и 20 1/m.

Пукнатините често са минерализирани. В продуктивния хоризонт е регистрирана доломит-целестинова минерализация. Частично запълнените пукнатини са с налепи от доломит, а целестинът представлява по-късна генерация, която понякога изцяло ги затваря. Те са с променлива отвореност - от 0,08 до 0,2 mm, като средната стойност е предимно 0,1 mm. Често тя бързо намалява и макропукнатините преминават в микропукнатини или в минерални пукнатини.

Каверните и порите представляват верижно разположени уширения по хода на макро- и микропукнатините (фиг.1а,б,в). Те са удължени до силно удължени, рядко изометрични. Диаметърът им най-често се изменя от 0,04 до 15 mm. Тяхното присъствие е доста неравномерно по разреза на сондажите и в площта. Представени са по вертикалните и по-рядко по косите пукнатини. По сондажно-геофизични данни дължината на интервалите, съдържащи каверни (не е изключено тук да са включени и каверните в матрицата) е от 0,4 до 10 m.



Фиг. 1. Пример за разпределение на пукнатинно-каверновата вместимост ( $m_{n+k}$ ) в сондажен разрез и характерни макропукнатини (а, б, в и г), с уширения и нефтонасищане в пелетно-биотетритните варовици

Стилолитите са характерен елемент за скалните разновидности. В продуктивния разрез се проявяват на границата на литотипните разновидности. Рядко се срещат по коси пукнатини, импрегнирани от нефт. Стилолитите присъстват основно като една група. Ролята им във филтрацията на флуидите е нищожна. Те са предимно запълнени от глинещо вещество (фиг.1б). По рядко по тях са развити хоризонтални пукнатини. Когато се пресичат от вертикални пукнатини по тях се наблюдава частична импрегнация от нефт. В тези случаи са съпроводени и с развитие на нефтонаситени каверни.

## Генезис на пукнатините

Формирането на напукването винаги се разглежда във връзка със структурно-тектонските особености на изследвания район. Основна роля в това отношение имат тектонските сили, които определят интензитета при оформянето на структури и образуването на разломи с определена посока (Finkbeiner et al., 1997). Установено е, че посоката на регионалния тектонски стрес съвпада с посоката на главните разломни нарушения, който е и определящ за посоката на пукнатините.

Локализирането на посоката на пукнатините в конкретните условия е свързано с оформянето на Селановската структура. Тя е разположена в източната част на Ярловско-Селановската валоподобна ивица. В тази част тя граничи от юг със Селановския грабен. Тези тектонски единици са отделени от разлом с посока запад-изток, който продължително време (още от триаса) е играл роля в развитието на района (Боков и др., 1997, непубл. данни). Следвайки основния фактор на влияние, може да се предположи, че посоката на пукнатините ще бъде паралелна на този разлом - запад-източна. По-точното определяне на посоката и ориентацията (вертикални, наклонени или хоризонтални) на пукнатините е възможно чрез използване на графичен модел на ориентирана ядка, при който се отчита отклонението на сондажа и наклона на пластове в оформената структура (Narg, 1991). Поради липса на тази информация изучаването на генетичната природа на пукнатинната система е доста затруднено.

Опитът за отделяне на различни генерации пукнатини е направен на базата на наблюденията основно върху взаимоотношенията на пукнатините помежду им, както и със стиололитовите повърхнини (фиг.1б,в,г). Първоначалното присъствие на отворени пукнатини с различна ориентация и различна морфология е благоприятствало развитието на процесите на излужване. В резултат на тези процеси по дължината на пукнатините са образувани разширения с различна дължина и форма. От друга страна, показателна е последователността на запълването им с минерално вещество. Варовиците, изграждащи продуктивния разрез, се характеризират със специфична минерализация, предизвикана от проникване на разтвори, носители на доломит и целестин. Обикновено целестинът окончателно запечатва пукнатините. Тъй като той се среща в значителна част от отворени пукнатини, това позволява да се предполага, че част от пукнатинната система е била развита още преди процесите на инфилтрация на тези разтвори. В този смисъл, към по-раната генерация следва да се отнесат предимно частично запълнените пукнатини.

С по-късната генерация са свързани изцяло отворените пукнатини. Тези пукнатини имат по-голяма дължина (до 1-2 m). Те пресичат стиололити и хоризонтални пукнатини (фиг.1в,г), като по този начин формират основната проводяща система на продуктивния хоризонт. Към по-късната генерация могат да се отнесат и някои частично отворени под действието на тектонските сили минерални пукнатини на ранната генерация, макар че механизмът на тази изява е неясен.

## Количествена характеристика на пукнатинно-каверновата система

По данни от визуалните наблюдения пукнатинната вместимост на варовиците варира в границите от 0,01 до 0,57%. Преобладаващите стойности са между 0,1 и 0,3%. Свързаната с уширенията по пукнатините кавернова вместимост се изменя от 0,1 до 0,7%. Когато към вместимостта на пукнатините се прибави и тази на привързаните към тях каверни и пори, средната сумарна вместимост е в границите от 0,04 до 1,03%. Пукнатинната проницаемост на варовиците е доста променлива по разреза на продуктивния хоризонт. Стойностите съставляват от 200 до 980 md, но най-често не превишава 650 md.

По данни от интерпретацията на детайлните геофизични изследвания в сондажите средната стойност на пукнатинната вместимост се променя в границите от 0,56 до 1,66%. Дължината на интервалите, съдържащи каверни е от 0,4 до 10 m. Стойностите на каверновата вместимост варират в границите от 0,2 до 1,8%. Средните стойности на пукнатинно-каверновата вместимост варират от 0,99 до 2,1%. Те са по-високи от изчислените по данни от визуалните наблюдения стойности, тъй като включват и вместимостта на каверните от матрицата. Пример с маркирано присъствие на пукнатини е показан на фиг.1.

Различията в количествените показатели на пукнатинно-каверновата система, получени по отделните методи, основно се дължи на факта, че визуалните изследвания отразяват точковите измервания на индивидуалните пукнатини, докато сондажно-геофизичните разглеждат измененията по всеки разглеждан интервал. Независимо от това, съпоставката на данните позволява да се направят корекции и то главно по отношение на каверновата вместимост.

Присъствието на пукнатинно-каверновата система в разреза на продуктивния хоризонт от Селановското находище дава основание да се дефинират два основни типа колектори: пукнатинен и порово-каверново-пукнатинен (с елементи на каверново-пукнатинен) (Балинов и др., 2001). Значителното ѝ развитие предопределя формирането на единна в хидродинамично отношение система, която характеризира продуктивния хоризонт по филтрационен потенциал като единно литолого-физично тяло.

## Заклучение

Пукнатинно-каверновата система в природния резервоар от Селановския тип е изучена на примера на Селановското нефтено находище. Тази система е с нестандартно развитие в сравнение с това на известните у нас карбонатни колектори. Отличава се от тях по присъствието на каверни и пори, развити по дължината на пукнатините, чрез които се увеличава пукнатинната вместимост на варовиците.

Пукнатините са предимно вътрешнопластови и по-рядко междупластови.

За характеризирането на пукнатинно-каверновата система е използван комплекс от геолого-геофизични изследвания. Разгледани са плътността, ориентацията и разпределението на пукнатините, както и пукнатинно-каверновата вместимост и проницаемост. Съпоставката на данните от визуалните и сондажно-геофизичните изследвания позволява да се направят корекции главно по отношение на каверновата вместимост. Анализът на последователността на минералното запълнение и на съотношението между пукнатините и стилолитите очертава присъствието на две генерации пукнатини. По-късната генерация формира основната проводящата система на продуктивния хоризонт.

## Литература

Балинов, В., Е. Занева-Добранова, А. Атанасов, П. Митов, Й. Йорданов. 2001. Резервоарни особености на биогенните варовици в среднетриаския разрез от

Селановска площ. - *Геол. и минер.ресурси*, септ., 28-31.

Балинов, В., А. Атанасов, Е. Занева-Добранова, М. Дончева, П. Митов. 2002. Селановски тип природен резервоар в среднетриаския разрез от Ломската депресия. - *Минно дело и геология*, 3-4, 43-48.

Смехов, Е. М. 1969. Методика изучения трещиноватости горных пород и трещинных коллекторов нефти и газа. Недр. Ленинград.

Дончева, М., С. Бояджиев, В. Балинов. 2003. Разграничаване на съвкупности от линейно подредени многомерни наблюдения в петролната геология. - *Год. МГУ*, ч.1, 73-76.

Finkbeiner, T., C. A. Barton, M. D. Zoback. 1997. Relationships among In-Situ Stress, Fractures and Faults, and Fluid Flow: Monterey Formation, Santa Maria Basin, California. - *AAPG Bulletin*, v. 81/12, p. 1975-1999.

Narr, W. 1991. Fracture density in the deep subsurface: techniques with application to Point Arguello oil field. - *AAPG Bulletin*, v. 75, p. 1300-1323.