

ГЪНКОВИ СТРУКТУРИ ОТ РАЗЛОМНИ ЗОНИ: ПРИМЕР ОТ ЛЕЖАЩИЯ БЛОК НА БОТЕВВРЪШКИЯ НАВЛАК, ЦЕНТРАЛНИ БАЛКАНИДИ

Елеонора Балканска¹, Янко Герджиков¹, Стоян Георгиев², Диан Вангелов¹

¹Софийски университет "Св. Климент Охридски", Геолого-географски факултет, 1504 София;
balkanska@gea.uni-sofia.bg

²Геологически институт, БАН, 1113 София

РЕЗЮМЕ. Ботеввръшкият навлак е един от най-ясните примери за късноалпийската компресионна тектоника в обхвата на Балканидите. При изучаването особеностите на навлачната зона в Централна Стара планина се установи присъствието на неравномерно проявена асоциация от гънкови форми в скалите на лежащия блок. Наблюдаваните структури са почти изцяло привързани към хетерогенните в литоложко и реоложко отношение карбонатно-теригенни седименти с къснокредно-палеоценска възраст. Освен единични гънкови форми, в отделни локалитети се установяват и сложни структурни рисунъци, индикиращи налагането на няколко групи структури. Тъй като гънковите форми са привързани към навлачната зона или към сателитни имбрикации, считаме че те са генетично свързани с процеса на движение на алохтона на Ботеввръшкия навлак. За изследвания район не съществуват данни, които да потвърждават присъствието на структури с ларамийска възраст. Освен гънките, резултат от късноалпийската тектоника, са наблюдавани и редица синседиментационни свлачищни структури в отделни нива на седиментния разрез. Резултатите от изследването ни показват, че използването на гънковите структури за целите на тектонския анализ трябва да става внимателно и с отчитане на градиентите на крайната деформация.

FOLD STRUCTURES WITHIN FAULT ZONES: CASE STUDY FROM THE FOOTWALL OF BOTEV VRAH THRUST, CENTRAL BALKANIDES

Eleonora Balkanska¹, Ianko Gerdjikov¹, Stoyan Georgiev², Dian Vangelov¹

¹Sofia University "St. Kliment Ohridski", Faculty of Geology and Geography, 1504 Sofia; *balkanska@gea.uni-sofia.bg*

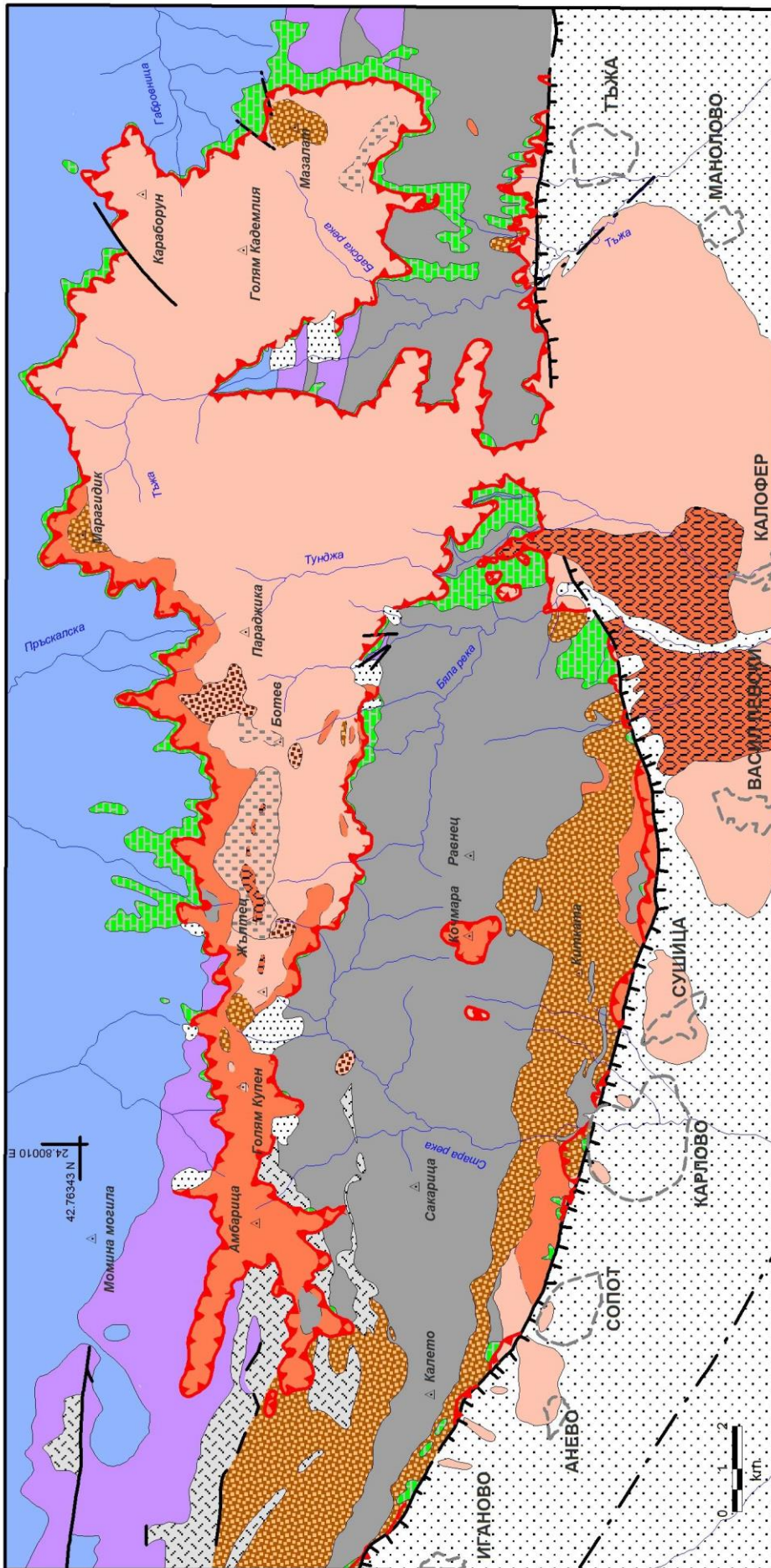
²Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, 1113 Sofia

ABSTRACT. The Botev Vrah Thrust is one of the most prominent examples for the Late Alpine compression within the Balkanides. Studying the features of the thrust zone in Central Stara Planina Mountain we found the presence of irregularly distributed fold association within the footwall rocks. These structures are observed in the heterogeneous in lithological and rheological aspect carbonate-terrigenous sediments of Late Cretaceous-Paleocene age. Apart from single folds some areas of complex folding, indicating imposing of several groups of structures, have also been described. Since the fold structures are observed within the thrust zone or associated imbricates we assume they are related to Botev Vrah allochthon emplacement. As well no data confirming the presence of Laramide structures exist in the region studied. At some levels of the sedimentary section synsedimentary slump folding are also observed. The results indicate that using fold structures for tectonic interpretation of given region should be carried out cautiously and estimation of finite strain gradient needs to be performed.

Въведение

Анализът на гънковите структури е важна част от структурния анализ (Ramsay, Huber, 1983; Price, Cosgrove, 1990; Twiss, Moores, 1992). В класическия си вид тези методики водят до обособяването на домени, характеризирани се с различна ориентировка и геометрия на гънковите структури, а в редица случаи и присъствие на сложни структурни последователности. Коректното прилагане на техниките на структурния анализ изисква добро познаване на регионалната обстановка и оценка на интензитета на срязващите деформации. Настоящото изследване е концентрирано върху гънковите структури, проявени в скалите от лежащия блок на Ботеввръшкия навлак. До момента те не са били обект на задълбочено

изучаване, а изследванията върху деформациите на скалите от автохтона на навлака са твърде малко (Пиронков и др., 1981; Бакиров и др., 1984). Проученият район обхваща предимно части от южните склонове на Централна Стара планина между меридианите на гр. Сопот и с. Тъжа, както и някои разкрития в северните склонове ЮЗ от х. Плевен и северно от вр. Мазалат (фиг. 1). Тук документираме присъствието на специфичен клас гънкови структури, които са пространствено и генетично свързани с навлачната зона. Заедно с новоустановените синседиментационни структури, те имат важно значение за възстановяването на тектонската еволюция на Балканидния гънково-навлачен пояс.



Фиг. 1. Геоложка карта на Централна Стара планина (съставена по собствени теренни изследвания и данни на Чешитев, 1958 и Миланов и др., 1971).

Условни обозначения

- | | | |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ••••• алувиални, пролувиални и делувиялни отложения (неоген-кватернер) ■ варовици, глинести варовици, пясъчници конгломерати (K₂ Pg) ■ пясъчници, конгломерати, алевролити, варовици (J - K₁) ■ конгломерати, пясъчници, варовици, доломити (T₁₋₃) ■ вулканити и вулканокластити (перм) | <ul style="list-style-type: none"> ■ Палеозойски гранитоидни скали ■ Ботевършки (къснохерцински) гранити ■ Жълтецки гранодиорити ■ Калоферски гранитоиди ■ Карлово-Рибаришки гранити | <ul style="list-style-type: none"> ■ Амбаришки метагранити ■ нискостепенни метаморфити ■ високостепенни метаморфити ■ разлом с неизяснен характер ■ разсед ■ повърхнинна на Ботевършкия навлак ■ предполагаем разлом |
|--|---|---|

Стратиграфия и особености на скалите от лежащия блок на Ботеввръшкия навлак

Ботеввръшкият навлак (Чешитев, 1958) е структура с регионален характер. Алохтонът му заема значителна площ в Централна Стара планина (фиг. 1) и се разполага върху скали с разнообразен състав и възраст.

Навличането се осъществява в плитки нива на кората при температури в интервала 120–250°C (Balkanska, Gerdjikov, 2010). В случаите, когато навлачната структура съпоставя скали от домезозойската подложка, деформацията е типична за крехки разломни зони и се изразява в образуването на тънки нива (със средна дебелина до няколко cm) и дискретни повърхнини, изградени изцяло от крехки разломни скали и структури.

Различен е характерът на тектонската зона когато лежащият блок на навлака е изграден от горнокредно-палеоценски седименти. Това са най-младите скали от състава на автохтона. Проведените микропалеонтологични изследвания, както и анализът на литоложките, текстурните и фащиалните особености на разрезите в района на Централна Стара планина, показва, че тези седименти изграждат един непрекъснат разрез с възраст кампан-палеоцен (Балканска, 2011).

За разлика от другите скални разновидности, участващи в строежа на навлака, в тези скали деформацията е проникваща и в тях е развита широка до няколко десетки метри зона, характеризираща се с разпределение на срязващото напрежение в значителен скален обем. Въпреки крехкия характер на навличането, деформацията в горнокредно-палеоценските седименти е с крехко-пластичен до пластичен характер на мезониво.

Седиментният разрез на редица места започва с теригенни скали – брекчи или брекчоконгломерати с разнообразен състав на късовете или среднозърнести полимиктови пясъчници до варовити пясъчници. В по-горните части на разреза се разполагат микритни варовици, на места с кремъчни конкреции. В тях се наблюдават нива от дебритни потоци, изградени от късове с пъстър състав и мергелен до глинесто-песъчлив матрикс. На редица места предимно в южното подножие на планината, разрезът се променя бързо в латерално направление и варовиците прехождат в конгломерати, алевролити или глинести варовици, също включващи нива от дебритни потоци. Тези скали са причислявани от предишни изследователи към епиплатформения тип горна креда (Йолкичев, 1989; и др.), но специфичните им белези, установени при настоящото изследване, свидетелстват за седиментация в относително плитък форландов басейн (Балканска, 2011).

Гънкови структури в горнокредно-палеоценските седименти

Синседиментационни гънкови структури

Тези структури се срещат сравнително рядко в горнокредно-палеоценските седименти, но са характерна особеност предимно за нивата, изградени от хетерогенни в литоложко отношение скали. Ориентировката на тези

гънкови структури е хаотична и те не са тясно свързани с навлачната зона. Синседиментационните структури се наблюдават предимно в билните части на планината, западно от х. Рай, където границата между брекчоконгломератите, изграждащи основата на седиментния разрез и разположените върху тях масивни микритни варовици, се бележи от синседиментационно свлачище (фиг. 2).

Подобни гънки в отделни нива се наблюдават и на други места ЗСЗ от х. Рай, З от х. Плевен, както и в подножието на планината северно от Сопот и Карлово.

Тези структури също свидетелстват за отлагане на горнокредно-палеоценските седименти при активна динамика на средата и присъствие на локални склонови отложения.

Гънкови структури, резултат от навличането

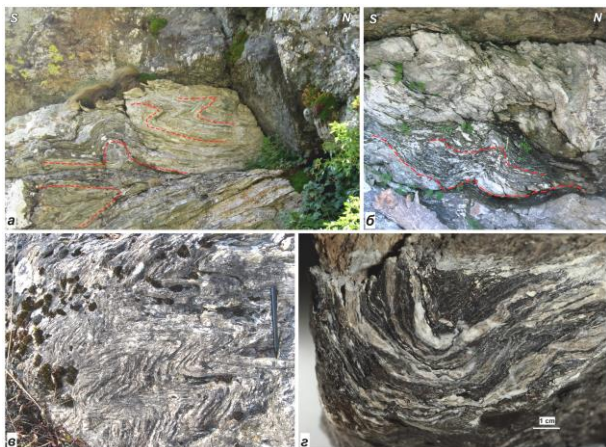
Те са основният обект на изследването и е важно да се отбележи, че предишните изследователи са ги отнасяли към проява на ларамийски и илирски деформации.

Гънки на влачене под навлачната повърхнина. В горнокредно-палеоценските седименти се наблюдават до няколко генерации мезомасщабни (метрови до декаметрови) огъвания на първичната слоестост или на кливажа. Последният е често развита плоскостна структура в скалите, причинена от срязванията в навлачната зона. Кливажните плоскости обикновено са гъсто разположени, заличили първичната слоестост на седиментите и огънати в изоклинални до притиснати гънки. В други случаи, обикновено при по-голямо участие на теригенната компонента в скалите, не се наблюдава формирането на кливаж, а първичната слоестост слабо ондулира. Тези огъвания представляват закуквания или гънки на влачене (*drag folds*), които са характерни за седиментите непосредствено под навлачната повърхнина (фиг. 3а, б). Гънките са най-често северно вергентни с оси, затъващи към И до СИ и ИЮИ (между 35 и 100°) и осови равнини – към Ю до ЮЗ. На някои места (напр. СЗ от х. Рай и западно от вр. Атанас тепе) деформацията на горнокредно-палеоценските седименти се изразява в огъване на цели пластове в многобройни декаметрови гънки под алохтона на Ботеввръшкия навлак. Оценката на реалната дебелина на разреза в тези локалитети, трябва да се направи отчитайки огъванията на седиментите.

Гънки в милонитизирани карбонатни скали. Често срещани в горнокредно-палеоценските седименти са огъвания, породени от пластично течение на скалите, което се наблюдава както в мезо-, така и в микромасщаб. Тези гънки са локализиращи в зони на срязване с дебелина до няколко метра предимно в по-некомпетентната част от теригенно-карбонатния разрез (в глинести варовици и алевролити, фиг. 3в). Обикновено тези скали са силно милонитизирани, частично прекристализирали и в тях се наблюдават черни ултракатаклизитни ивици с високо съдържание на хлорит, които на места са изоклинално огънати. В някои разкрития се установява кренуляционна линейност, определена от осите на гънки от този тип.



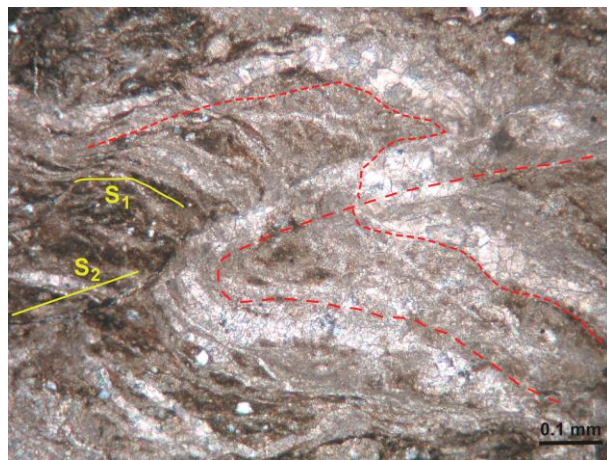
Фиг. 2. Синседиментационни свлачищни гънки в горнокредно-палеоценските седименти от лежащия блок на Ботеввръшкия навлак в разреза ЗСЗ от х. Рай; обозначения: 1 – скали от състава на ДФК; 2 – конгломерати в долната част на разреза на горнокредно-палеоценските седименти със синседиментационно свлачище в горните нива; 3 – микритни варовици; 4 – ниво от конгломерати – дебритни отложения; 5 – микритни варовици



Фиг. 3. Мезомасщабни гънкови структури в горнокредно-палеоценските седименти от лежащото крило на Ботеввръшкия навлак: а) и б) закуквания на седиментите, непосредствено под навлачната повърхнина, в района на х. Рай; в) изоклинално огънати кливирани глинести варовици, района на с. Тъжа; г) полиран срез на образец от милонитизирани варовици с огъвания, породени от пластично течение в зони на срязване, южно от вр. Голям Купен

Често огъванията в карбонатните седименти се оформят от бели тънки (до няколко mm) калцитни прожилки, които са ориентирани паралелно на навлачния контакт (фиг. 3г). Такива огъвания на поликристалинни жили се наблюдават

и в микромасщаб. Обикновено калцитните жили са ориентирани паралелно на фолиационните полоскости, но се срещат и напречни на фолиацията жили, които също са изоклинално огънати. В някои джун-шлифи фолиацията и паралелните на нея калцитни жили огъват, а микрофрактури, успоредни на осовите повърхнини на гънките, образуват кренуляционен кливаж (фиг. 4).



Фиг. 4. Изоклинално огънати калцитни жили, паралелни на фолиацията (S_1) и оформяне на кренуляционен кливаж (S_2) в глинести варовици, южно от вр. Голям Купен

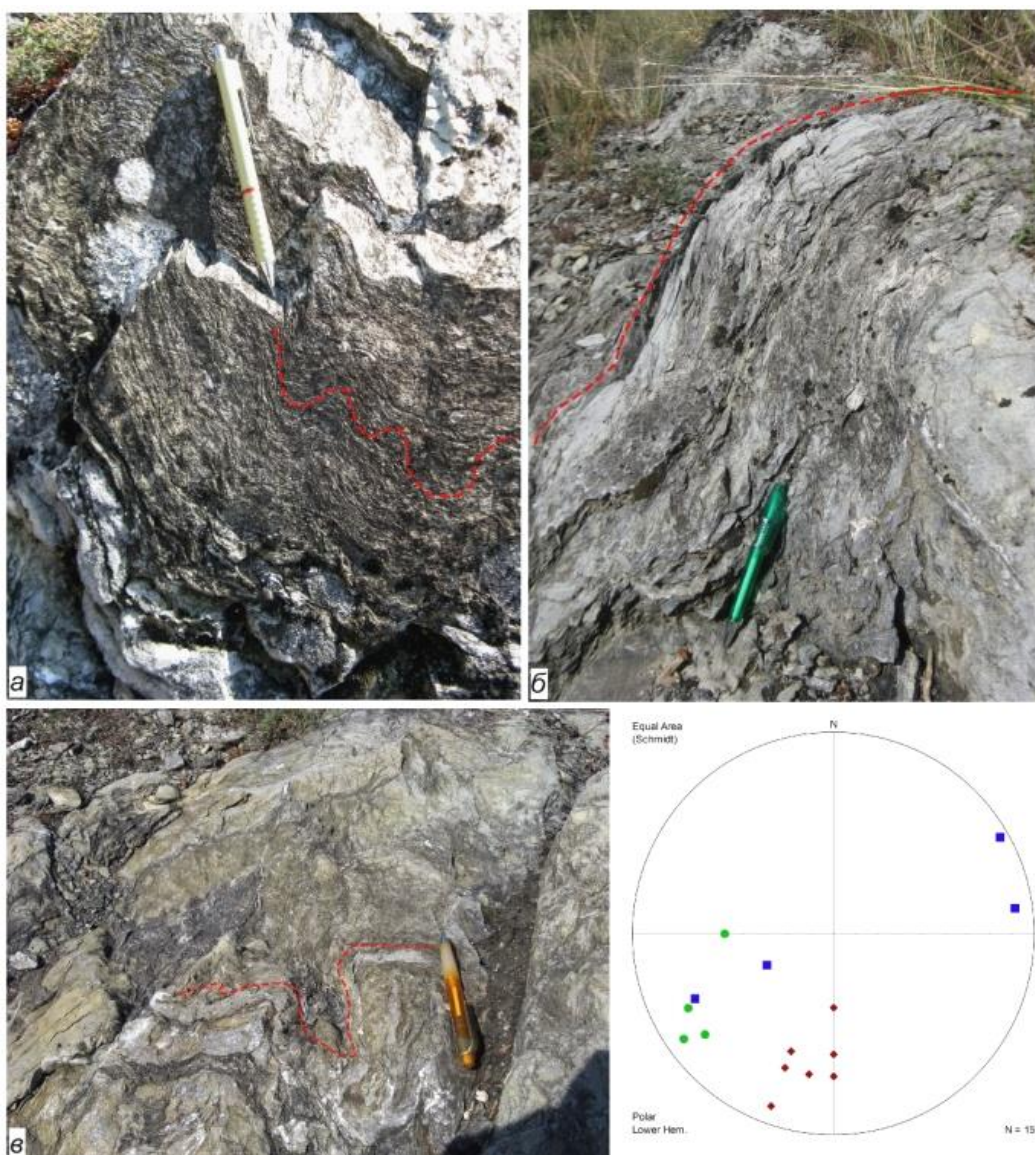
Сложни гънкови рисунъци. В някои части от горнокредно-палеоценския разрез, които са силно хетерогенни в реоложки аспект, се наблюдават сложни гънкови рисунъци. Това са предимно дебритни нива в седиментите, които се характеризират с класти от разнообразни в литоложко отношение скали (карбонати, гранити, вулканити и др.), плувачи в глинесто-карбонатен матрикс. В дебрити и глинести варовици в южното подножие на Централна Стара планина непосредствено под алохтона на Ботеввършкия навлак се разграничават няколко групи гънки с различна ориентировка (фиг. 5). Първата група гънки са изоклинални, дребномащабни, с оси, затъващи към ЗЮЗ и осови равнини – към ЮИ (субпаралелни на ориентировката на проникващия кливаж в седиментите) и представляват кренуляции на кливажните плоскости. Втората група гънки са средномащабни огъвания на кливажните плоскости, предимно отворени, с шарнири, затъващи към запад или изток и субхоризонтални до затъващи към юг осови равнини. Третата група гънки са предимно отворени, с оси, затъващи към юг и стръмни осови равнини към запад и

представляват плавни ондулирания на кливажните плоскости.

Гънковите структури асоциират с разнообразни плоскостни и линейни структури, формирани в резултат на навличането – минерална и браздова линейност, имбрикации, будинаж, риделови срязвания, сигмоидално деформирани класти в литоложки хетерогенните скални разновидности и др.

Обсъждане на резултатите

Представените резултати имат отношение както към регионални проблеми, така също и към по-обща методични въпроси на структурния анализ. Присъствието на синседиментационни гънки в горнокредно-палеоценския разрез е още един мотив за разглеждането на тези скали като формирани в преднавлачен басейн. Анализът на широк спектър от данни (Балканска, 2011) показва, че формирането на Ботеввършкия навлак е протекло в един голям времеви диапазон, обхващащ вероятно интервала мастрихт-среден еоцен. Това налага съществена преоценка на по-ранните възгледи, базираци се на представите



Фиг. 5. Сложни гънкови рисунъци в глинести варовици под алохтона на Ботеввършкия навлак, СИ от Сопот. Обозначения на структурната диаграма, изработена на долна полусфера, с нанесени ориентировки на оси на гънки, и снимките: първа група гънки (кръгове, а); втора група (квадрати, б); трета група (ромбове, в)

за проявата на структуро-образователните процеси в рамките на дискретни в темпорално отношение орогенни фази. Описаните тук гънкови структури са интерпретирани в по-ранни изследвания като резултат от тектонски събития, проявени преди формирането на Ботеввръшкия навлак (ларамийски – Бошев, 1942; Бакиров и др., 1984). При настоящите изследвания не са установени разлики в тектонския стил на деформацията в горнокредно-палеоценските седименти, а привързаността на гънковите форми към навлачната зона или към сателитни имбрикации, свързани с формирането на навлака, потвърждават генетичната им връзка с процеса на движение на алохтона. Описаните “съхранени” гънки в блокове от варовици в състава на по-груботеригенните седименти (Бакиров и др., 1984) са вероятно синседиментационни (каквито са често срещани в горнокредно-палеоценския разрез) или резултат от навличането, което на места деформира само по-некомпетентните нива в литоложки хетерогенните седименти.

От методична гледна точка ще се спрем на два въпроса. Първо, формирането на гънкови структури и асоциации в тектонски зони не е само ограничено до случаи в пластични зони на срязване, но е феномен, присъщ и за някои зони, развити в горни корови нива и акомодирани срязванията главно чрез разривна деформация. Специфично в изследвания случай е поведението на глинестите варовици, които поради присъствието на глинещо вещество и нискотемпературната пластичност и разтворимост на калцита показват белези за пластично поведение на мезониво. Структурите в тези нива наподобяват в голяма степен тези от пластичните зони на срязване. На второ място трябва да се подчертае необходимостта от внимателна оценка на произхода на гънковите структури. Традиционно в българската литература те се разглеждат като породени от процеси, „независими“ от проявата на разломяванията. Проведеното изследване ясно показва генетичната връзка между процесите на навличане и формиране на мезомасщабни гънкови структури и асоциации.

Заклучение

Изследването ни документира присъствието на свързани с навличанията гънкови структури и асоциации, локализиращи в сравнително тясна зона в непосредствения лежащ блок на Ботеввръшкия навлак. Генезисът на тези структури е само отчасти изяснен – голяма част от тях са приразломни огъвания, докато други са свързани с пластичното на мезониво течение на глинестите варовици. Разрезите на навлачната зона дават възможност да се покаже важността на един недостатъчно оценен въпрос – възможността за формирането на локално проявени гънкови структури и асоциации в обхвата на относително тесни разломни зони, формиращи в горните части на земната кора. Това са структури, на чието значение сравнително наскоро бе обърнато внимание (Shah et al., 2012). В регионален аспект, тези

данни, както и документирането на присъствието на синседиментационни гънки, показват нуждата от преоценка на разбиранията ни за къснокредно-терциерната геодинамика и еволюция и придържането към класическия модел за ролята на дискретните гънкови фази при оформянето на орогенните постройки.

Благодарности. Проведените изследвания са подпомогнати от договори №ВУ-13/06 и ДМУ-03-41 към Министерството на образованието и науката. Изследването на синседиментационните гънкови структури бе извършено с помощта на гл. ас. Явор Стефанов, на когото изказваме благодарност.

Литература

- Бакиров, А. Б., М. Бац-Мошашвили, К. Брежнянски, Е. А. Георгиев, П. С. Пиронков, Й. Славковски, С. С. Стоянов, Ц. В. Цанков, В. Ярошевски. 1984. Структурная характеристика полосы Старопланинского гранитного надвига между г. Сопот и с. Тыжа (Центральные Балканиды). – *Геотектоника, тектонофизика, геодинамика*, 17, 3-34.
- Балканска, Е. 2011. *Строеж и механизми на възникване на Ботеввръшкия навлак, Централна Стара планина*. Дисертационен труд, С., СУ “Св. Климент Охридски”, 237 с.
- Бошев, С. 1942. Предварителни бележки върху геоложкия строеж на Стара планина над Сопот, Карлово и Калофер. – *Сп. Бълг. геол. д-во*, 13, 2, 115-124.
- Йолкичев, Н. 1989. *Стратиграфия на епиконтиненталния тип горна креда в България*. С., Изд. Соф. унив., 184 с.
- Миланов, Л., С. Куйкин, Я. Герчева, Ст. Христов, В. Кунева. 1971. Геологичен строеж на Източна Троянска планина. – *Год. Ком. геол.*, 18, 199-222.
- Пиронков, П., С. Стоянов, Ц. Цанков, Е. Георгиев. 1981. Общие черты строения Старопланинского гранитного надвига. – В: *Складчато-надвиговое строение Средней Стара планины*. С., 78-102.
- Чешитев, Г. 1958. Геология на високата част на Стара планина между Троянския и Шипченския проход. – *Год. УГП*, 9, 1-27.
- Balkanska, E., I. Gerdjikov. 2010. New data on the structure of Botev Vrah thrust along the southern foot of Central Stara Planina Mountain. – *Compt. rend. Acad. Bulg. Sci.*, 63, 10, 1485-1492.
- Price, N. J., J. W. Cosgrove. 1990. *Analysis of geological structures*. Cambridge University Press, 502 p.
- Ramsay, J. G., M. I. Huber. 1983. *The Techniques of Modern Structural Geology: Strain Analysis. Vol. 1*. Academic Press, 307 p.
- Shah, J., D. C. Srivastava, S. Joshi. 2012. Sinistral transpression along the Main Boundary Thrust in Amritpur area, Southeastern Kumaun Himalaya, India. – *Tectonophysics*, 532-535, 258-270.
- Twiss, R. J., E. M. Moores. 1992. *Structural Geology*. W. H. Freeman, San Francisco, 532 p.