

УДК 551.243

В. И. АЛЁХИН (д-р геолог. наук, доцент,
Донецкий национальный технический университет, г.Красноармейск

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ МЕЗОСТРУКТУРЫ ФЛИШЕВОЙ ТОЛЩИ СКИБОВОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНЫХ КАРПАТ (участки С. БУБНИЩЕ и п.г.т. СХОДНИЦА)

Изучены геологические мезоструктуры двух участков скибовой зоны Восточных Карпат. Мезоструктуры являются индикаторами условий формирования флишевой толщи Карпат и ее последующих деформаций в процессе альпийского тектогенеза. Детально описаны формы деформаций флишевой толщи: складки, системы тектонических трещин, зеркала скольжения, будинаж, кластические дайки. Приведены геологические признаки, указывающие на внутрипластовые деформации неоднородной толщи флиша. Описаны кластические дайки, условия их формирования и последующих деформаций. Установлена инъекционная природа кластических даек.

Ключевые слова: флиш, тектогенез, складки, трещины, зеркала скольжения, будинаж, кластические дайки

Формирование флиша Восточных Карпат связывают с глубоководными морскими осадками мутьевых потоков (турбидитов). Уже на этапе осадкообразования отмечается появление специфических структур, связанных с гравитационными оползневыми процессами на дне моря. Фрагменты этих структур встречаются в флишевых толщах изученного района. Но наиболее ярко проявлены в этих толщах деформационные мезоструктуры, формирование которых связано с альпийским тектогенезом. В исследуемом районе наиболее активная его фаза проявила себя в миоцене. Основные деформации на этом этапе связаны с горизонтальными тектоническими движениями, которые привели к формированию покровных структур Карпат и связанных с ними крупных складок. Формирование разрывных дислокаций на этом этапе и особенности полей палеонапряжений хорошо описаны в литературе [1, 2]. Но такие структуры исследованного района как внутрислойный кливаж и будинаж неоднородной толщи флиша, а также кластические дайки в отечественных литературных источниках освещены слабо. Так, например, на изучаемой площади на наличие кластических даек указано в работе, посвященной мезоструктурам и полям напряжений в флишевой толще [1]. Но детальная характеристика этих даек в работе не приводится. При создании геосайтов международного проекта «Гео-Карпаты» указано на наличие кластических даек в кремнистых отложениях у села Рыбник Дрогобычского района [3]. Авторы указывают на инъекционную природу этих даек и связывают их формирование с землетрясениями, но не приводят описание этих даек и признаки, указывающие на инъекционный механизм формирования структур. В англоязычной литературе этой теме уделяется гораздо большее внимание. В зарубежных изданиях обычно дается детальное описание минералого-петрографического состава, строения, условия залегания и формирования кластических даек [4-6].

Не получили достаточного отражения в отечественной литературе встречающиеся на площади исследований такие мезоструктуры как послойный кливаж и будинаж. Требуется объяснения и появления во флишевой толще разрывных структур сбросового типа. Эти структуры сложно увязать с горизонтальным сжатием при условии, когда сбросы смещают лежащие складки.

В связи с выше изложенным нами проведены исследования ряда геологических мезоструктур флишевой толщи Восточных Карпат на двух участках – в районе с. Бубнище и п.г.т. Сходница. Выбор участков связан с хорошей обнаженностью пород флишевой толщи в обрывах рек Сукиль и Сходничанка.

Участок исследований в окрестностях села Бубнище расположен в долине реки Сукиль и вытянут вдоль реки на 5,5 км от юго-западной окраины села Поляница к юго-восточной окраине села Бубнище и далее вниз по течению до первого левого притока (рис. 1).

Вдоль реки Сукиль на исследованном участке обнажаются коренные выходы пород флишевой толщи различного возраста - от пород верхнего мела до верхнепалеогеновых отложений [1]. Верхнемеловые-нижнепалеогеновые отложения (стрыйская свита) изучались нами

на пунктах наблюдений 866, 869, 870, 873. Песчаники ямненской свиты нижнего палеогена наблюдались на пункте 861. Среднепалеогеновые отложения исследованы в пунктах 875 и 876. Отложение менилитовой свиты верхнего палеогена были встречены и изучены в пунктах исследований 879, 867 (см. рис. 1).

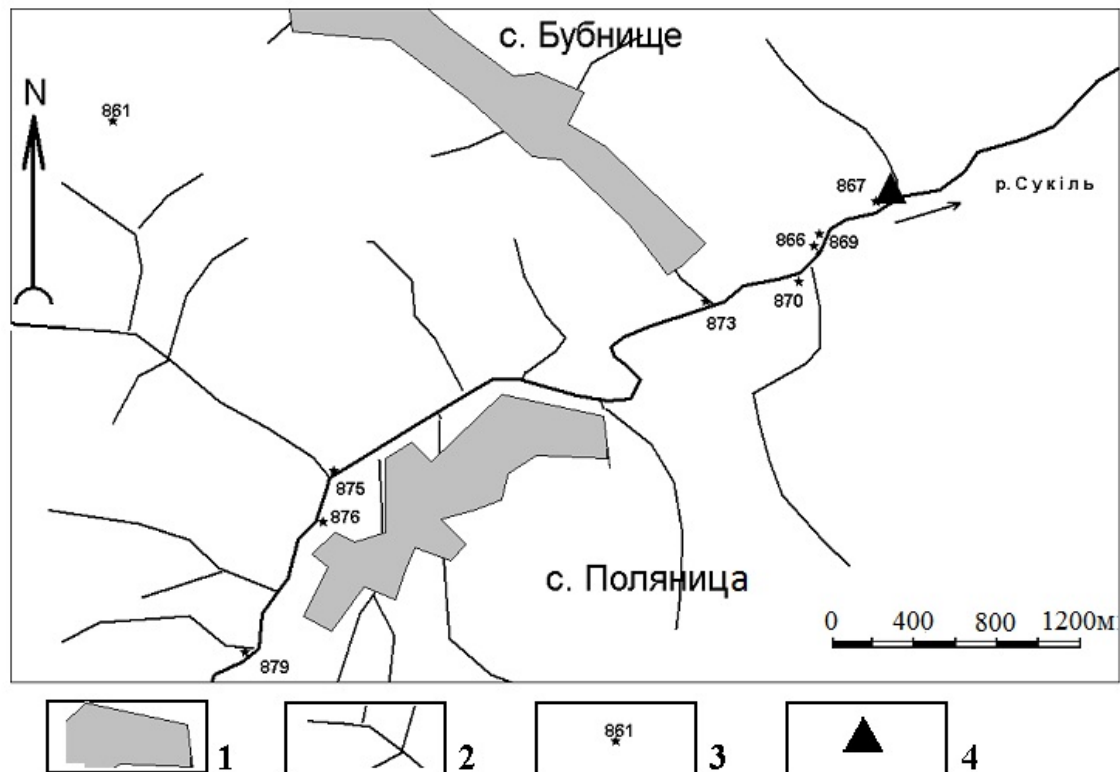


Рис. 1. Пункты геологических исследований флишевых отложений

Оривской скибы вдоль реки Сукуль:

- 1 – села; 2 – речная сеть, 3 – точки геологических исследований и их номера;
4 – место нахождения кластических даек.

На площади исследований кластические дайки наблюдались только на пункте 867. На этом пункте исследований обнажаются аргиллиты, алевролиты (встречаются реже) и серые афанитовые известняки. При этом аргиллиты и алевролиты подстилают известняки. Известняки в нижней части содержат прослой темно-серого до черного известняка, который обогащен органическим материалом. В целом породы залегают моноклинально с падением в юго-западном направлении (азимуты падения $200^{\circ} - 220^{\circ}$) под углами 20-30.

На пункте 867 проведены детальные исследования условий залегания даек. Изучен состав вмещающих пород, определены условия их залегания и деформации. Проведены замеры элементов залегания кластических даек, изучен их петрографический состав, строение, морфологические особенности и взаимоотношения с различными типами вмещающих пород.

Всего на пункте выявлено 9 кластических даек мощностью от 3 см до 12 см. Дайки прорывают аргиллиты и известняки. Восемь из девяти даек простираются в северо-западном направлении и прослеживаются на расстояние от 2 до 12м. Одна дайка имеет северо-восточное простирание. Кластические дайки выходят за пределы обнажения в русло реки (южное направление) и под покровные четвертичные отложения (северное направление). Азимуты простирания даек изменяются от 295° до 345° . Простирания большей части исследуемых структур (шесть из восьми) сосредоточено в секторе $320^{\circ} - 345^{\circ}$. Основная часть даек имеет юго-западное падение с углами падения $60^{\circ} - 80^{\circ}$. Остальные структуры падают в северо-восточном направлении под углами $65^{\circ} - 70^{\circ}$. Мощность некоторых даек меняется вдоль простирания. Одна из самых мощных кластических даек (дайка № 3) имеет ярко проявленное зональное строение. Макроскопическое исследование петрографического состава этой дайки по-

казывает, что призальбандовая ее часть представлена кремнем темно-серого до черного цвета. Центральную часть дайки составляет кремнистый песчаник серого цвета. Вдоль зальбандов отмечается обеление пород дайки.

Дайка № 3 смещает трещину субширотного простираения на несколько сантиметров по типу правого сдвига, при этом трещина изгибается под правый сдвиг. Трещина простирается в субширотном направлении на расстояние более 20 м. К востоку от дайки №3 эта трещина смещает другие кластические дайки по типу правого сдвига.

Наблюдение дайки № 3 по простираению позволили установить изменения ее мощности и направления падения после пересечения с субширотными трещинами. Наиболее интересным установленным фактом является то, что аргиллиты на контакте с этой дайкой резко меняют элементы залегания и круто изгибаются, указывая на инъекционный механизм формирования кластической дайки (рис. 2а).

Такие же признаки наблюдаются и для некоторых других кластических даек. Большинство кластических даек, по предварительным данным макроскопических исследований, представлены кремнистыми песчаниками, которые прорывают как аргиллиты, так и известняки.

На площади обнажения установлены также дайки, которые прорывают только известняки. Такие дайки сложены зеленовато-серой тонкозернистой породой. Стальная игла не царапает породу, а оставляет блестящий металлический след, что говорит о кремнистом составе основной массы. Порода на первый взгляд вскипает под действием соляной кислоты, но детальное изучение под лупой показало, что порода пронизана микротрещинами, которые заполнены карбонатным материалом. Одна из таких даек прослежена на расстоянии 12 м по азимуту 305°. Дайка имеет мощность 5-6 см и крутое падение на юго-запад. Для этой дайки характерно зональное строение. Основную часть ее составляет зеленовато-серая тонкозернистая порода, вероятно, кремнистого состава. В породе наблюдаются мелкие зеленые включения глауконита размером не больше 0,5 мм. В приконтактных частях дайки наблюдаются темно-серая до черной порода, в которой включения глауконита встречаются чаще. Кроме глауконита под лупой видны округлые включения стально-серого минерала с ярким металлическим блеском размером в первые десятые доли миллиметра. Не исключено, что черный цвет указывает на обогащение породы органикой. Темно-серая порода, слагающая призальбандовую часть дайки, похожа на обогащенный органикой прослой, залегающий ниже – в основании карбонатных пород. Этот факт может указывать на инъекционный механизм формирования кластических даек, разрывающих известняки.

На пункте наблюдения 869 в прослое песчаника стрыйской свиты наблюдалось проявление вязкого будинажа. Линзы будин разорваны и залегают среди рассланцованных послойным кливажем аргиллитах (рис. 2б). Формирование таких структур обусловлено деформациями неоднородной флишевой толщи, в которой жесткие прослои песчаника подвергались мощному давлению со стороны толщи более пластичных аргиллитов. В нашем случае будинаж согласно Лукиенко [7] можно отнести к 4 стадии, когда расстояние между будинами не превышает их собственной длины.

В обнажении этой же свиты на пункте 866 в прослое алевролитов наблюдалась фестончатость, которая проявляется зубчатой и микроволнистой поверхностью прослая (рис. 2в). Такая структура обусловлена внутрипластовыми кливажными микроразрывами и нагнетанием в них окружающих пластичных аргиллитов [7]. При этом мы наблюдаем поперечные микросмещения (относительно прослая алевролита) по кливажным микротрещинам, которые и формируют зубчатую поверхность прослая алевролита. Эти структуры формируются в условиях реологически неоднородной толщи пород при действии интенсивных сжимающих субгоризонтальных напряжений.

Выше по течению реки в 250 м от пункта наблюдений 866 на правом берегу реки (пункт 870) хорошо обнажается и доступна для изучения опрокинутая складка с изгибающейся осевой поверхностью (рис. 2г). Анализ геологической карты района показывает, что складка приурочена к одному из крупных надвигов флишевой толщи. В данном месте надвиг имеет СЗ-С простираения (азимут простираения 340-350°) и пологое падение в ЮЗ направлении. Измерения азимута шарнира складки в ее нижней части показало аналогичное направление (азимут 350°). Падение пород в крыльях складки в ее нижней части на юго-запад под углом 30°. Выше по разрезу в северо-восточном направлении осевая поверхность складки круто изгибается вверх.

Очевидно, такое поведение складки отражает изменение морфологии поверхности надвига. Надви́ги на выходе к поверхности часто меняют падение с пологого на более крутое.

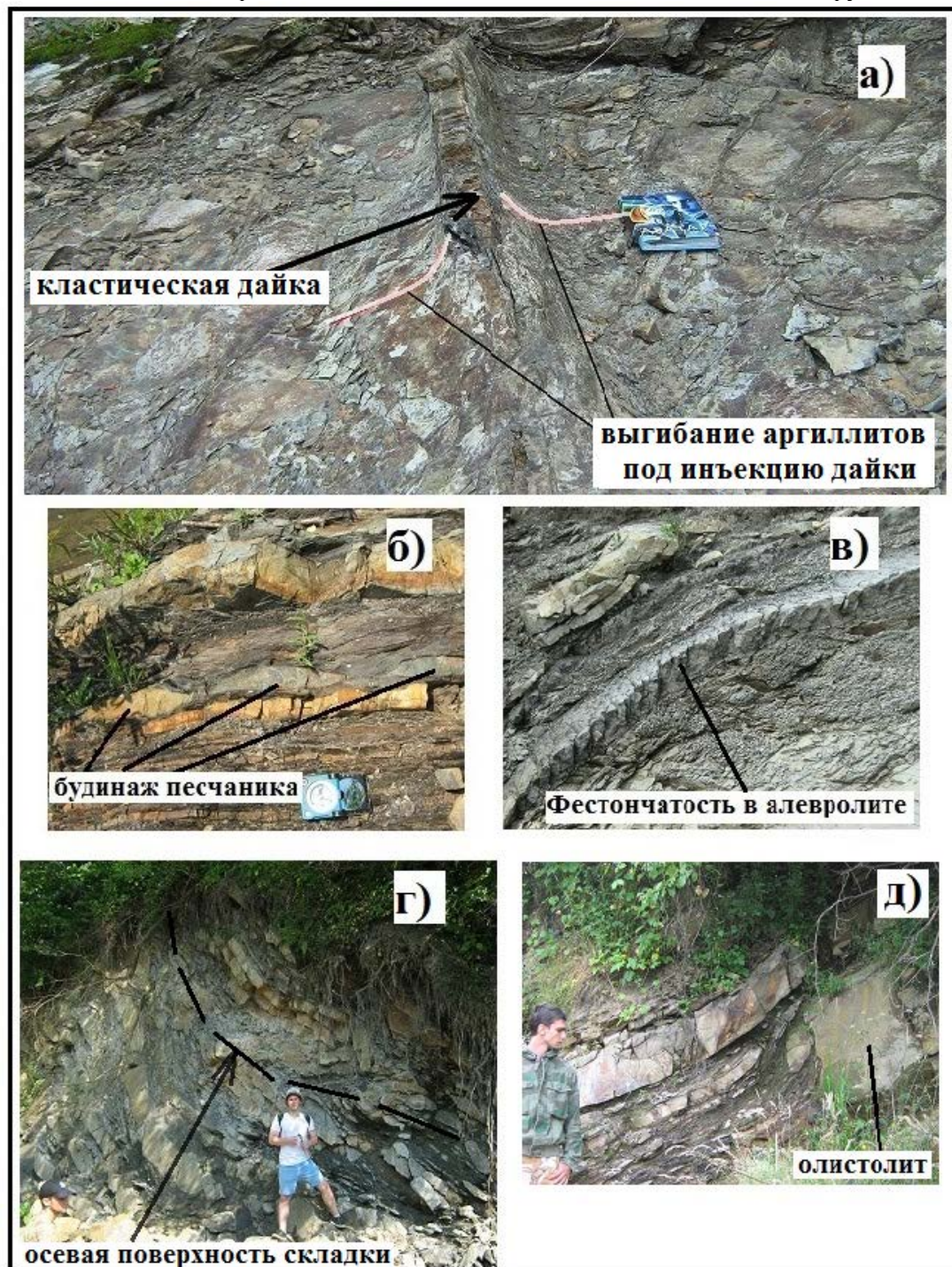


Рис. 2. Мезоструктуры флишевой толщи в обнажениях реки Сукиль (окрестности сел Бубнище и Поляница).

а) – инъекционная кластическая дайка кремнистого песчаника на пункте 867; б) – вязкий будинаж прослая песчаника на пункте 869; в) – фестончатость в прослое алевролита, обусловленная кливажем, на пункте 866; г) – приразломная складка с изгибающейся осевой поверхностью на пункте 870; д) олистолит песчаника в аргиллитах на пункте 879.

На пункте 873 нами наблюдалось разлинзование пластов песчаника, при этом на пологих поверхностях линз наблюдались зеркала скольжения надвигового типа. Размеры линз в

длину достигали 5-8м. При этом форма этих мезолитонов и их контакты свидетельствуют о вязком механизме формирования [7].

На пункте 875 на левом берегу реки Сукиль во флишевой толще встречены мощные прослои карбонатных пород и песчаников, в которых отмечаются хорошо выраженные зеркала скольжения. В 300 метрах выше по течению на правом берегу реки в пункте 876 зеркала скольжения образуют парагенетическую ассоциацию L и R-сколов, указывающие на сбросовый тип разрывных деформаций. Детальные исследования штрихов скольжения и уступов на поверхности зеркал скольжения L-сколов подтвердили сбросовый характер деформаций. Анализ соотношений разрывных дислокаций надвигового и сбросового типов в одновозрастных отложениях на данных точках, а также в точках, обследованных ниже по течению, указывает на явно более молодой возраст деформаций сбросового типа.

Мезоструктуры, формирование которых могло быть связано с подводными оползневыми явлениями на стадии осадконакопления, были встречены на пункте 879. Здесь на левом берегу речки Сукиль обнажаются аргиллиты вмещающие прослои песчаника. В толще аргиллитов встречен олистолит песчаника (рис. 2д). В нижней части структуры контакт аргиллитов и обломка песчаника резко несогласный, выше аргиллиты огибают олистолит. В данном случае мы имеем дело с элементом гравитационных олистостром терригенного подтипа [7].

Участок исследований в окрестностях п.г.т. Сходница расположен на северо-западной окраине населенного пункта. Здесь на левом берегу реки Сходница в обрыве обнажается крупная лежачая складка (рис. 3). Шарнир складки падает под углом 20° в юго-западном направлении (азимут падения $210-215^\circ$). Структура сложена породами менилитовой свиты верхнего палеогена, представленными переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов. Обнажение горных пород протягивается вдоль берега реки по азимуту 130° на расстояние 70-80 м. Складка



Рис. 3. Лежачая складка в обнажении пород менилитовой свиты верхнего палеогена на левом берегу реки Сходница

зажата между двумя сбросами, амплитуда перемещения по сбросу, расположенному в ЮВ части обнажения составляет более 2 м. (см. рис. 3). Сбросовый характер этого разрывного нарушения хорошо определяется по смещению характерной толщи обломочных пород бурого цвета, наличию в шовной зоне тектонической брекчии, линзам кальцита. Разрывное нарушение

имеет северо- западное падение под углом $65-70^\circ$ (азимут падения 295°). Анализ борозд и штрихов на зеркале скольжения вдоль шовной зоны разрывного нарушения показал, что кроме сбросового типа деформации наблюдается и сдвиговый (правый сбросо-сдвиг). По взаимному перекрытию штрихов и их сохранности установлено, что сдвиговые подвижки по сбросу моложе сбросовых.

В крайней юго-восточной части обнажения прослеживаются две кластические дайки, выполненные песчаником. Дайки деформированы и имеют сложную извилистую форму, местами смяты в микроскладки и разбиты зеркалами скольжения (рис. 4). Эти мезоструктуры пересекают всю толщу пород, мощность их меняется от 6см до 25см. В нижней части дайки № 2 в результате внутрислойных пластических деформаций сформировалась и хорошо выражена микроскладка (см. рис. 4).

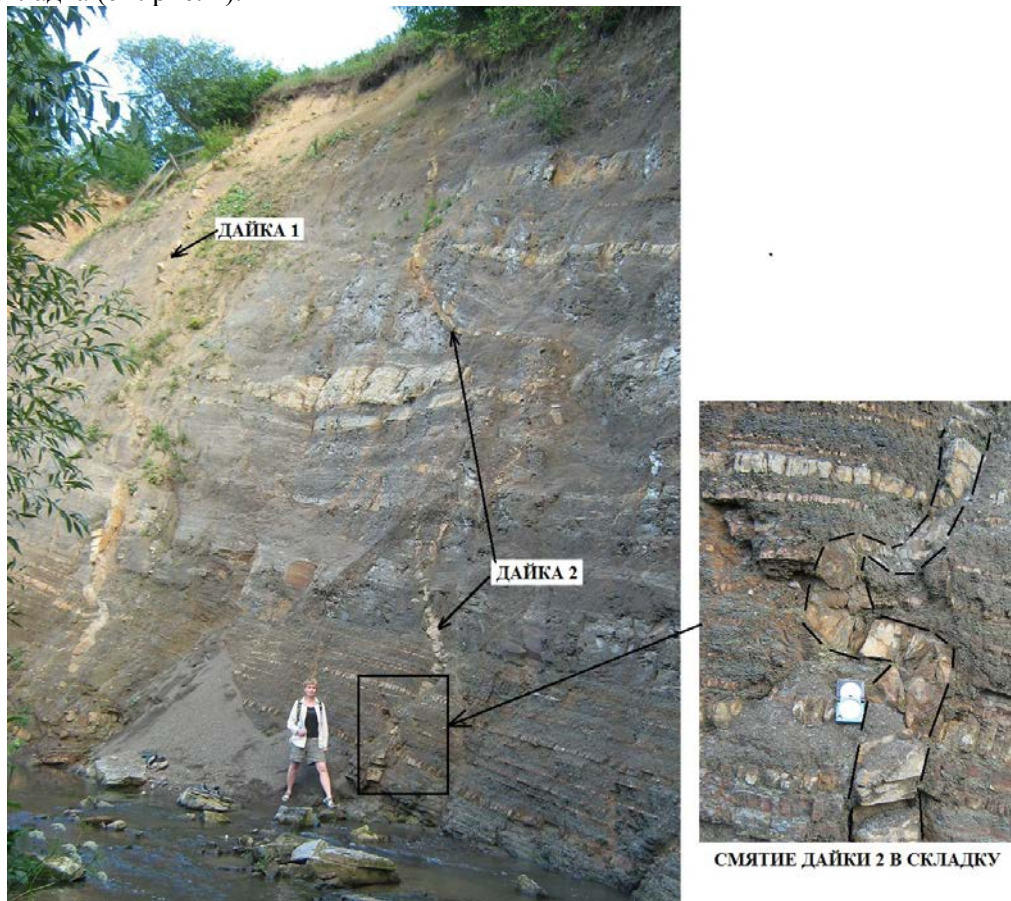


Рис.4. Кластические дайки в юго-восточной части обнажения пород менилитовой свиты на левом берегу реки Сходница

Развитие пластических деформаций в вертикальном сечении обнажения выражено неравномерно. Встречаются участки, где в аргиллитах наблюдаются внутрислойные лежащие микроскладки, а более жесткие песчаники под действием высоких напряжений разрываются и затаскиваются в толщу аргиллитов, образуя сдвоенные пропластки. В толще пород отмечаются многочисленные мелкие разрывы и трещины с зеркалами скольжения. На зеркалах скольжения отмечены следы сбросовых, взбросовых и сдвиговых подвижек. Все эти разрывные дислокации секут складчатые деформации и дайки, что указывает на их более молодой возраст. Анализ взаимоотношений различных мезоструктур указывает на многоэтапность и многообразия условий формирования дислокаций флишевой толщи на данном участке. В первом приближении намечается несколько этапов развития деформаций. Вероятно, на первом этапе формировалась главная структура - лежащая складка, затем эта складка разрывалась кластическими дайками, возможно в результате землетрясений. В свою очередь дайки деформировались в результате дальнейших внутрислойных пластических деформаций. Разрывные дислокации формировались на заключительных этапах – они секут все ранее сформированные в условиях пластических

деформацій структури. В свою череду ці структури мають різний вік, а формування їх проходило в різних типах полів палеонапружень – сбросовому, взбросовому і сдвиговому. Соотношення во времени взбросового і сбросового типів розривів поки не достатньо ясно. Для вивчення цього питання необхідні спеціальні детальні тектонофізическі дослідження. Що стосується сдвигових подвижок по розривам на досліджуваній території, то можна з впевненістю сказати, що вони належать до наймолодших деформацій флішевої товщі.

В якості висновків можна відзначити складність і різноманітність умов формування мезоструктур на досліджуваних ділянках. Виявлені найбільш ранні структури гравітаційного підводного сползання терригенного матеріалу на дні океану в період формування фліша.

Встановлено різні форми мезоструктур, що відображають розвиток більш пізніх пластических деформацій неоднорідної флішевої товщі в головну фазу альпійського тектогенезу. Ці деформації формувалися всередині окремих тектоніческіх пластин, розділених пологими надвигами. При цьому відзначається різке відхилення в деформаціях аргілітів і пісчаників на мезо і мікрорівні.

Вивчено особливості складу і морфології кластическіх даек. Для деяких з них по однозначним ознакам визначено інжекційну природу. Для кластическіх даек ділянки Сходницької передбачається така ж інжекційна природа, але вимагається ретельне вивчення взаємозв'язків цих структур з вмещаючою товщею. Ознаки інжекційного механізму формування даек цієї ділянки можуть бути встановлені за даними мінералогіко-петрографіческіх досліджень порід даек під мікроскопом.

Встановлено різні типи розривних мезоструктур флішевої товщі, які формувалися в різних полях палеонапружень, але займають сучасне положення відносно складчатих деформацій мезо і мікрорівня. Останній факт свідчить про їх більш молодий вік. Серед цих розривних деформацій сдвиговий тип належить до наймолодших образунків.

Бібліографіческій список

1. Віхоть Ю. Поля напружень у флішовій товщі скиб Орівської, Сколівської та Парашки (за дослідженнями у басейні ріки Сукіль) / Ю. Віхоть, І. Бубняк // Геодинаміка – 2011. – № 1(10). – С. 75-82.
2. Тектонофізическій і палинспастическій розрізи Українських Карпат вздовж геотраверса DOBRE-3 (PANCAKE) / [О. Б. Гинтов, І. Н. Бубняк, Ю. М. Віхоть та ін.] // Геофізическій журнал. – 2014. – Т. 36, №3. – С. 3-33.
3. ГеоКарпати – польсько-український туристичний шлях / [О. Яцожинський, А. Бучинська, Л. Скакун та ін.] – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2013. – 28 с.
4. Aspler, L.B. Penecontemporaneous sandstone dykes, Nonacho Basin (Early Proterozoic, Northwest Territories): Horizontal injection in vertical, tabular fissures / L.B. Aspler, J.A. Donaldson // Canadian Journal of Earth Sciences. – 1985. – V. 23. – P. 827-838.
5. Eyal Y. Sandstone dikes as evidence of localized transtension in a transpressive regime, Bir Zreir area, eastern Sinai / Y. Eyal // Tectonics. – 1988. – V. 7. – P. 1279-1289.
6. Kenkmann T. Dike formation, cataclastic flow, and rock fluidization during impact cratering: an example from the Upheaval Dome structure / T. Kenkmann // Earth and Planetary Science Letters. – 2003. – 214. – P. 43-58.
7. Лукієнко О. І. Структурна геологія: Підручник / Лукієнко О. І. – Київ: КНТ, 2008. – 350 с.

Надійшла до редакції 14.04.2014

В. І. Альохін

Донецький національний технічний університет, м.Красноармійськ

ГЕОЛОГІЧНІ МЕЗОСТРУКТУРИ ФЛІШОВОЇ ТОВЩІ СКИБОВОЇ ЗОНИ СХІДНИХ КАРПАТ (ДІЛЯНКИ С. БУБНИЩЕ І С.М.Т. СХІДНИЦЯ)

Вивчені геологічні мезоструктури двох ділянок скибової зони Східних Карпат. Мезоструктури є індикаторами умов формування флішевої товщі Карпат і її подальших деформацій у процесі альпійського тектогенезу. Детально описані форми деформацій флішевої товщі: складки, системи тектонічних тріщин, дзеркала ковзання, буди́наж, кластичні дайки. Наведені геологічні ознаки, які вказують на внутрішньопластові деформації неоднорідною товщею флішу. Описані кластичні дайки, умови їх формування і подальших деформацій. Встановлено ін'єкційна природа кластическіх даек.

Ключові слова: фліш, тектогенез, складки, тріщини, дзеркала ковзання, буди́наж, кластичні дайки

V. I. Alekhin

Donetsk national technical university, Krasnoarmejsk

GEOLOGICAL MESOSTRUCTURES IN THE FLYSCH STRATA OF THE THRUST ZONE OF EASTERN CARPATHIANS (BUBNYSHE AND SKHODNITSA AREAS)

The geological mesostructures in the flysch strata of the thrust zone of Eastern Carpathians were studied on two sites. Mesostructures are indicators of conditions of formation of the Carpathian flysch strata and its subsequent deformation during the Alpine orogeny. The forms of deformations flysch strata are described in detail: folds, systems of tectonic joints, slickensides, boudinage, clastic dykes. The geological indications of deformations inside the layers of nonuniform flysch strata are presented. Clastic dykes, the conditions of their formation and subsequent deformations are described. It was found, that the clastic dykes have injectable nature.

Keywords: flysch, tectogenesis, folds, joints, slickensides, boudinage, clastic dykes