
ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА
ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, МИНЕРАГЕНИЯ

УДК 553.07:556.3.01:622.33

DOI: [10.46698/VNC.2021.31.82.010](https://doi.org/10.46698/VNC.2021.31.82.010)

Оригинальная статья

О происхождении и морфологии Z-образных расщеплений угольных залежей (на примере Восточного Донбасса)

А.В. Мохов ФГБУН ФИЦ «Южный научный центр РАН», Россия, 344006, г. Ростов-на-Дону, пр.
Чехова, 41, e-mail: mochov@ssc-ras.ru; mokhov_av@mail.ru*Статья поступила: 22.10.2021, после рецензирования: 20.11.2021, принята к публикации: 27.11.2021*

Резюме: Статья посвящена выявлению морфологии и происхождения распространенных во многих угольных регионах мира уникальных углепородных структур – Z-образных расщеплений угольных залежей, впервые обнаруженных автором в Восточном Донбассе. **Актуальность работы** определяется необходимостью разработки научных основ угленакопления для определения промышленной ценности и минерагенических перспектив территорий. **Цель работы.** Совершенствование теории угленакопления и первичного структурообразования в осадочных формациях в целом. **Методы работы.** Вещественно-структурный анализ пересекающихся геологических разрезов угленосной территории западной части Восточного Донбасса известными литолого-структурными методами, сопоставление выявленного Z-объекта с аналогичными структурами других угольных регионов и гипотез о формировании Z-расщеплений. **Результаты работы.** Обнаружено и исследовано первое в Восточном Донбассе Z-образное расщепление угольной залежи. Залежь k2n каменской свиты C25 каменноугольной системы у г. Красный Сулин асимметрична в разрезе и плане. Высота Z-объекта составляет первые десятки метров, площадь – многие десятки км², протяженность с севера на юг превышает 20 км. Объект имеет угольные основание и свод в плане, сопряжение их угольным соединением. Z-образность объекта проявляется в субмеридиональных сечениях. Уникальны односторонняя – с запада – замкнутость соединения, наличие угольных пачек-перемычек, неразвившихся до соединения. Выявлена этапность формирования объекта. На конкретном примере определены условия развития Z-объектов: попеременное фронтальное поступление крупных сбалансированных порций в основном растительного или растительно-минерального материала на смежные участки территории с разных сторон с частичным заходом языка минеральных осадков на покрытый углематеринской массой один из них. Нарушение условий приводит к отклонению облика структуры от типовой либо прекращению ее образования. Механизм поступления материала – разливы рукавов палеодельты. Односторонняя замкнутость соединения в плане вызвана поступлением локальных потоков минерального материала. Ниша седиментации создана процессами тектонического относительного опускания смежных участков территории. Исследованная структура возникла в условиях сочетания тектонических и седиментационных предпосылок, главный вклад в ее формирование принадлежит деятельности палеорусел. В этой связи структура отнесена к аккумулятивному типу. Приведены примеры других Z-объектов. Z-структуры развиты на различных масштабных уровнях. Результаты исследований имеют значение для различных регионов угленакопления и решения общих вопросов седиментации.

Ключевые слова: угольная залежь, Z-образное расщепление, угленакопление, сингенетические палеореки, Восточный Донбасс.

Благодарности: Работа выполнена в рамках реализации Государственного задания ЮНЦ РАН, № Г.р. АААА-А19-11901190181-1.

Для цитирования: Мохов А.В. О происхождении и морфологии Z-образных расщеплений угольных залежей (на примере Восточного Донбасса). Геология и геофизика Юга России. 2021. 11(4): 121-134. DOI: [10.46698/VNC.2021.31.82.010](https://doi.org/10.46698/VNC.2021.31.82.010).

GEOLOGY, PROSPECTING AND EXPLORATION
OF SOLID MINERALS, MINERAGENY

DOI: [10.46698/VNC.2021.31.82.010](https://doi.org/10.46698/VNC.2021.31.82.010)

Original paper

On the origin and morphology of Z-shaped splitting of coal deposits (on the example of Eastern Donbass)

A.V. Mokhov 

Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, 41 Chekhov Ave., Rostov-on-Don
344006, Russian Federation, e-mail: mochov@ssc-ras.ru; mokhov_av@mail.ru

Received: 22.07.2021, revised: 20.11.2021, accepted: 27.11.2021

Abstract: The article is dedicated to the identification of the morphology and origin of unique coal-bearing structures common in many coal regions of the world – Z-shaped splitting of coal deposits, first discovered by the author in the Eastern Donbass. **The relevance of the work** is determined by the need to develop the scientific foundations of coal accumulation to determine the industrial value and mineragenic prospects of the territories. **Aim.** Improvement of the theory of coal accumulation and primary structure formation in sedimentary formations in general. **Methods.** Material-structural analysis of intersecting geological sections of the coal-bearing territory of the western part of the Eastern Donbass using well-known lithological-structural methods, comparison of the identified Z-object with similar structures of other coal regions and hypotheses about the formation of Z-splits. **Results.** The first Z-shaped splitting of a coal deposit in the Eastern Donbas was discovered and investigated. The k_{2n} deposit of the Kamenskaya suite C25 of the Carboniferous system near the town of Krasny Sulin is asymmetric in section and plan. The height of the Z-object is the first tens of meters, the area is many tens of km², and the length from north to south is 20 km wide. The object has a coal base and a vault in plan, their conjugation with a carbon connection. The Z-shape of the object appears in submeridional sections. Unique is the one-sided – from the west – closed connection, the presence of coal bundles-bridges that did not develop before the connection. The stages in the formation of the object are revealed. On a specific example of the conditions for the development of Z-objects: the transverse frontal supply of large balanced portions of mainly plant or plant-mineral material in different parts of the territory from different mineral sediments with a partial entry of the tongue onto one of them covered with a source coal mass. Violation of the conditions leads to a deviation of the structure from the typical one or to the termination of its formation. The mechanism of material receipt is the spill of the paleodelta arms. One-sided closedness of the connection is in terms of providing local flows of mineral material. The sedimentation niche was created by the processes of tectonic relative subsidence of additional areas of the territory. The investigated structure arose under the conditions of a combination of tectonic and sedimentation prerequisites; the main contribution to its formation was the activity of the paleochannels. In this regard, the structure is classified as an accumulative type. Examples of other Z – objects are given. Z-structures are developed at various levels. Research results are of significance for different regions of coal accumulation and solution of general sedimentation issues.

Key words: coal deposit, Z-shaped splitting, coal accumulation, syngenetic paleo-rivers, Eastern Donbass.

Acknowledgements: The work was carried out as part of the implementation of the state task of the UNC RAS, state registration number of the project AAAA-A19-119011190181-1.

For citation: Mokhov A.V. On the origin and morphology of Z-shaped splitting of coal deposits (on the example of Eastern Donbass). *Geologiya i Geofizika Yuga Rossii = Geology and Geophysics of Russian South*. (in Russ.). 2021. 11(4):121-134. DOI: [10.46698/VNC.2021.31.82.010](https://doi.org/10.46698/VNC.2021.31.82.010).

Введение

Структура угольных залежей во многом определяет их промышленную ценность и минерагенические перспективы территории, и в этой связи представляет собой объект специальных геологических исследований. Значение геоструктурных предпосылок обнаружения источников минерального сырья непрерывно нарастает в связи с практически предельной изученностью их проявлений на поверхности и актуальностью по этой причине прогноза и поисков глубокозалегающих объектов [Матишов и др., 2011]. Перспективность такого подхода подтверждается результатами различных исследований, например, выполненных на территории Донецкого авлакогена [Davydenko, 2008; Голик и др., 2020; Давыденко, Парада, 2021].

Угольные залежи обычно включают согласно и несогласно залегающие породные безугольные (далее – минеральные) тела. К числу распространенных особенностей залежей принадлежит их расщепление, часто именуемое также расхождением – площадное отдаление одной или нескольких угольных пачек от основного скопления угля. Разделяющие минеральные тела имеют в разрезе таких геоструктур форму клина.

Образование подобных структур является предметом дискуссий и представляет интерес для теории седиментогенеза, с характерным для нее обилием неясных моментов [Фролов, 1993; Шарданова и др., 2017, 2019].

Формирование расщеплений объясняют действием тектонических, гидрологических и иных палеофакторов. Так, известная генетическая классификация расщеплений Западного Донбасса [Сергеев, 1976] различает аккумулятивно-эпейрогенический (формируется в условиях постепенного опускания борта бассейна), тектонический (возникает на участках активных конседиментационных тектонических движений) и аккумулятивный (с определяющим действием сингенетических палеорек) типы структур. По мнению одних исследователей расщепление залежей служит признаком их аллохтонии. Другие связывают появление такого структурного образования, напротив, с автохтонным накоплением [Иванов, 1967].

Известны морфологически различные типы расщеплений, в частности, зетобразное, называемое также зетобразным и Z-образным, открытое Г.А. Ивановым в Остраво-Карвинском бассейне Чехии. Этот исследователь назвал его двухсторонним и результатом колебательных движений при автохтонном способе угленакопления [Иванов, 1967]. Подобные расщепления обнаружены также в других регионах мира.

Эти экзотические объекты сложены угольными и расщепляющими их в противоположные стороны минеральными телами. Z-образность проявляется в вертикальном разрезе и придается соединением угольных по составу кровли-свода и основания объекта наклонной угольной пачкой между расщепляющими телами, нижнее из которых частично перекрыто в пластовой проекции верхним. Эти структурные особенности определяют взбросоподобный облик объекта. Такие структуры трактуются [Иванов, 1967; Митронов, 1995; Шульга и др., 1996а, б] как результат расхождения и схождения (слияния) самостоятельных угольных пластов. Параметры структур ряда регионов приведены в [Кирюков В.В., Пожидаева М.Ф., 1980; Bezruchko K.A., Matrofajlo, 2015].

Происхождение Z-расщеплений в Остраво-Карвинском и Кузнецком бассейнах связывается с тектоническими факторами – смещением волновых прогибов территории то в одну, то в другую сторону от некоторой линии на участке торфообразования, которая разграничивает фациальные обстановки и становится линией расщепления. Погружение части территории под уровень бассейна сменялось вы-

водом ее на поверхность, соответственно, с прекращением и возобновлением торфонакопления. Образование структур произошло в прибрежно-морской обстановке [Иванов, 1967]. Согласно [Шульга и др., 1996а, б, 1997; Matrofailo, 2000; Шульга, Матрофайло, 2008; Shulga et al., 2005, 2010а, б; Bezruchko, Matrofajlo, 2015], их генезис на Любельском месторождении Львовско-Волынского бассейна обусловлен конседиментационными дифференцированными тектоническими опусканиями и поднятиями участков торфяников по сходной с предложенной Г.А. Ивановым схеме.

На Эльгинском месторождении в Южной Якутии решающее участие в их формировании отведено вулканической деятельности, обеспечивающей встречные потоки пирокластического материала. Расщепления находятся между двумя центрами такой деятельности с асинхронным режимом извержения, удаленных не далее 20 км от центра месторождения. Ниша для накопления осадков формировалась здесь в результате дифференцированных тектонических движений, а также опускания поверхности в местах возникшего дефицита масс из-за утечки вещества недр по вулканическим каналам. Угленакопление имело автохтонный характер и происходило в условиях практически постоянной недокомпенсации опускания [Митронов, 1994, 1995].

В Западном Донбассе Э.Н. Брозиной обнаружены Z-образные структуры угольных пластов. Здесь региональные расщепления всех типов образовались под влиянием тектонических движений, определивших режим осадконакопления, локальные – в результате усложнения палеогеографической обстановки [Кирюков, 1980].

Эти представления при всем их разнообразии и несхожести в деталях имеют ряд общих моментов, прежде всего, автохтонность угленакопления и высокую активность тектонических условий бассейна.

Вместе с тем сохраняются затруднения с согласованием аспектов механизма образования Z-расщеплений, что побуждает ряд исследователей отрицать существование этих экзотических геоструктур или предлагать альтернативные сценарии их генерации. На проблемность расшифровки механизма образования расщеплений всех типов указывает В.Т. Фролов [Фролов, 1993]. Таким образом, можно сделать вывод о сохраняющейся неясности вопроса. Выявление новых, изучение и сопоставление Z-расщеплений способствовало бы более глубокому пониманию угленакопления и первичного структурообразования в осадочных формациях в целом.

Первые находки Z-расщеплений в Восточном Донбассе сделаны нами при изучении геологических разрезов угленосных толщ среднекаменноугольного возраста. Темой публикации служит выявление происхождения и детализация морфологии крупного Z-расщепления угольной залежи k_{2n} каменской свиты C₂₅ башкирского яруса каменноугольной системы у г. Красный Сулин (Сулино-Садкинская синклиналь).

Материалы и методы исследования

Использованы материалы разведочных буровых работ на уголь из производственных отчетов ПГО (ГГП) «Южгеология» (до 1983 г.) в виде палинспастических разрезов, построенных К.Б. Носовой с сотрудниками в 1983 г. Применен стандартный комплекс методов вещественно-структурного анализа угленосного массива, развитый с учетом уникальных свойств и генезиса исследуемых объектов.

Результаты исследований и их обсуждение

Исследование крупного Z-расщепления угольной залежи k_{2n} осуществлено путем вещественно-структурного анализа угленосного массива. Вертикальные геологические разрезы объекта с частично снятыми путем палинспастических постро-

ений тектоническими деформациями представлены на рисунке 1 (по К.В. Носовой и др., 1983 г. с изменениями и дополнениями автора). Размещение профилей угле-разведочных скважин показано на рисунке 2.

Угольная часть объекта образована двумя пластами: нижним k2н-1 и верхним k2н-2, связанными угольной пачкой-соединением. После его сопряжения с пластом k2н-2 слившийся пласт получил наименование k2н.

Изучение геологических разрезов на двух субперпендикулярных профилях скважин показывает клиновидный облик расщепляющих тел, которые простираются на многие километры от точки пересечения профилей – скважины №6050, находящейся у центра Z-структуры. Линия расщепления имеет северо-западное простирание. Объект асимметричен, имеет различные размеры, состав образующих тел в разрезе и плане. Его высота составляет первые десятки метров, протяженность с севера на юг превышает 20 км. Площадь расщепления, условно совпадающая с участком соединения, достигает десятки км². Мощность общего угольного основания (пласт k2н-1) составляет около 0,6 м, покрова (пласт k2н-2) – 0,65 м, соединения пластов – 0,09 м (рис. 1). Тела сложены типичными для бассейна глинистыми и песчаными породами с обугленным растительным детритом – нормальными водно-осадочными образованиями.

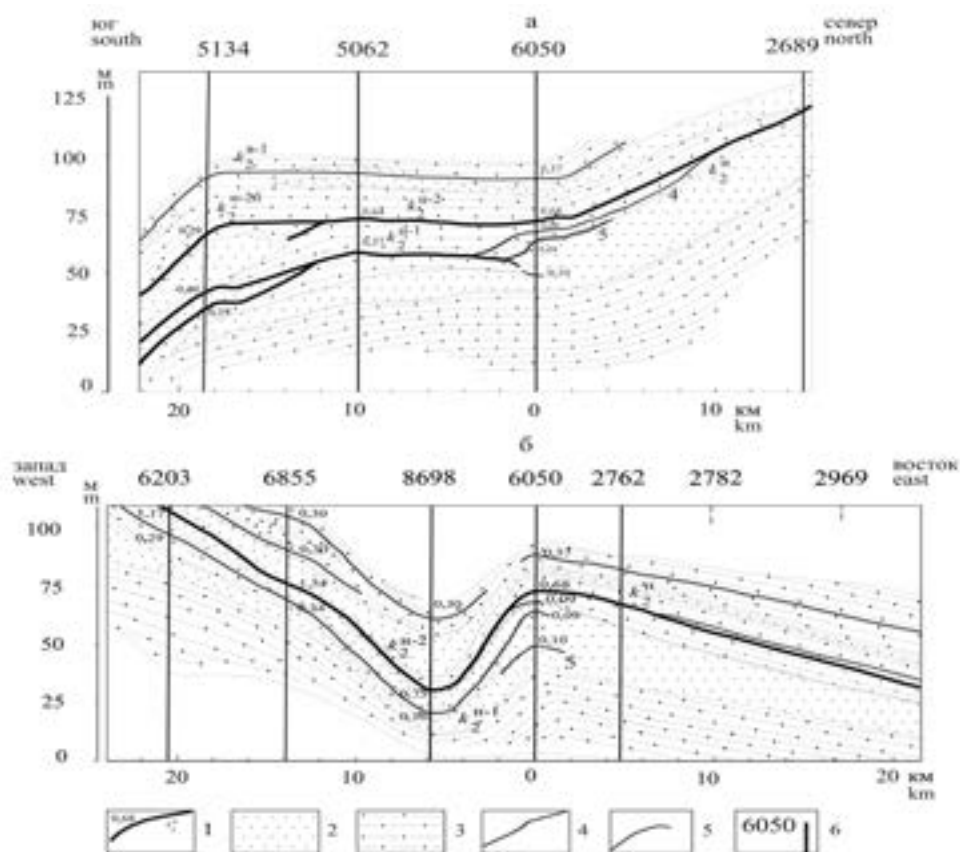


Рис. 1. Геологические разрезы угольной залежи k2н по субмеридиональному (а) и субширотному (б) профилям (по материалам К.В. Носовой и др., 1983):

1 – угольная залежь, ее геологический индекс и мощность угольных пачек, м; 2 – песчаники; 3 – алевролиты и аргиллиты; 4 – соединение; 5 – перемычка; 6 – буровая скважина, ее номер /
 Fig. 1. Geological sections of the k2н coal deposit along the submeridional (a) and sublatitudinal (b) profiles (based on the materials of K.V. Nosova et al., 1983):
 1 – coal deposit, its geological index and thickness of coal packs, m; 2 – sandstones; 3 – siltstones and mudstones; 4 – connection; 5 – junction; 6 – borehole, its number

Можно выделить условно «висячую» (ВЧ) и «лежачую» (ЛЧ) смежные части объекта над и под соединением, соответственно. Соединение как продолжение верха угольного основания ВЧ является на ЛЧ нижней частью угольного перекрытия объекта. Минеральные тела ВЧ и ЛЧ расщепляют залежь в направлении на северо-восток и юго-запад соответственно. По мере приближения к соединению в плане их мощность убывает. Места выклинивания минеральных тел представляют собой в традиционном понимании линии расщепления/отщепления пластов.

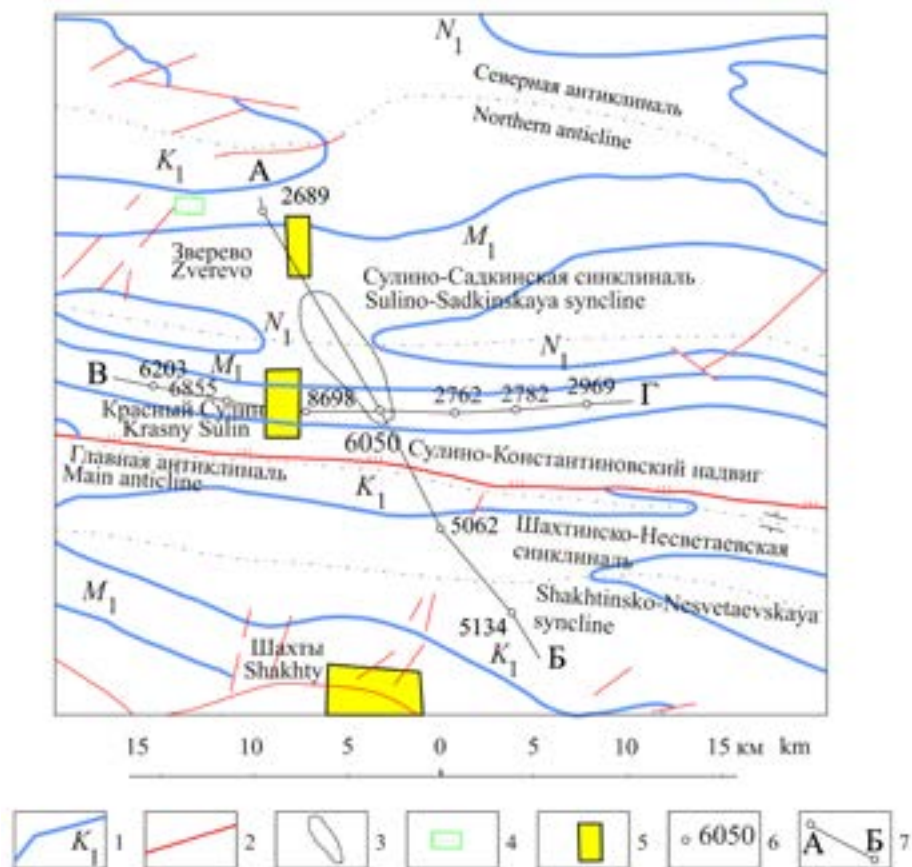


Рис. 2. Геолого-структурная карта каменноугольных отложений в западной части Восточного Донбасса (Геологическая основа ПГО «Южгеология», 1990).

1 – выход слоя известняка на поверхность и его геологический индекс; 2 – крупное разрывное нарушение; 3 – участок размещения исследуемого Z-объекта; 4 – микро-Z-объект на угольной шахте; 5 – населенный пункт; 6 – разведочная скважина; 7 – линия геологического разреза /

Fig. 2. Geological and structural map of Carboniferous deposits in the western part of the Eastern Donbas (Geological basis of PGO “Yuzhgeologiya”, 1990):

1 – outcropping of the limestone layer to the surface and its geological index; 2 – major fault; 3 – site for the location of the studied Z-object; 4 – micro-Z-object in a coal mine; 5 – settlement; 6 – exploration well and its number; 7 – geological section line

На субмеридиональном разрезе соединение отходит вверх от пласта k2н-1 под небольшим углом. Геометрические построения показывают криволинейность конфигурации линий отхода соединения от пласта k2н-1 и примыкания его к пласту k2н-2. Внутри ЛЧ имеется угольная перемычка между минеральными телами, не достигающая общего угольного покрытия – пласта k2н-2. В субширотном сечении присутствуют две перемычки, одна из которых известна и на субмеридиональном разрезе, а другая проявляется в виде соединения. Здесь соединение и перемычка

незамкнуты полностью в плане – не смыкаются с пластом k2н-2 на востоке (рис. 1б). Эти данные показывают, что Z-образность объекта проявляется только в субмеридиональных сечениях.

На ЛЧ доминируют песчаники, ВЧ – породы глинистого состава. Угольное основание ЛЧ короткое и тонкое, имеется крупное скопление песчаников в почве нижнего пласта k2н-1 на контакте с ним (рис. 1). В основании ВЧ залегают пачки пород глинистого состава, которые подстилаются толщей песчаников – продолжение этой толщи под ЛЧ. На восточном фланге соединения и перемычки песчаное по составу минеральное тело ЛЧ продолжается на ВЧ.

На субмеридиональном разрезе в направлении полного оформления структуры градиент нарастания мощности расщепляющего тела на ВЧ к югу от скважины №6050 составляет менее 0,7 м/км, к северу на ЛЧ – около 4,2 м/км. В широтном направлении мощность толщи к западу довольно стабильна, к востоку – быстро нарастает.

Несомненны следующие возрастные соотношения элементов объекта: соединение и перемычки старше породных тел над ними и моложе перекрытых тел, включая низы угольного основания. Они распространились на поверхности свежего минерального осадка – будущего расщепляющего тела, имеют падение в сторону ВЧ, содержащей в значительной части более молодые, чем ЛЧ минеральные тела. Перемычка может считаться неразвившимся соединением и хронологически сформировалась раньше него.

Таким образом, морфологическая специфичность исследуемой структуры создана осадочными процессами.

Отметим, что, по мнению ведущих исследователей, угленосная толща Донбасса имеет дельтовую природу [Наливкин, 1956; Ягубянц, 1978]. Ввиду наличия в ней довольно тонких известняков с фауной нормально соленого моря можно сделать вывод о периодическом прерывании дельтовой обстановки появлением на короткое время морского водоема.

Имеются признаки нескольких крупных актов генерации исследуемой структуры, совершавшихся, как можно судить по совпадению мощности перемычек и соединения через сопоставимые и короткие промежутки времени.

Выявляется следующая хронология событий на фоне непрерывного накопления на участке растительного материала в условиях общего опускания территории.

Образование угольного основания объекта получило старт после сокращения поступления песков. Отложение крупных минеральных масс прекратило угленакопление на площади будущей ЛЧ. Последующее снижение поступления этих масс вновь создало условия здесь для угленакопления, возможности заложения соединения и его фациального продолжения – низов угольного пласта k2н на ЛЧ. Затем в условиях продолжения накопления растительного вещества на ЛЧ, на другой части будущего объекта (то есть, будущей ВЧ) оно прерывается крупным поступлением минерального материала, что приводит к погребению здесь углеобразующей массы. После резкого сокращения притока на ВЧ минерального материала угленакопление возобновляется на всем участке с формированием угольного покрытия структуры.

Указанные события отражают существование разновременных автономных фронтальных потоков минерального материала с разных сторон к линии будущего расщепления. Анализ формы объекта показывает, что распространение образующих залежь осадков произошло в целом на больших площадях в короткое время.

Разрыв формирования ВЧ и ЛЧ во времени невелик и указывает на высокую интенсивность и кратковременность поступления крупных объемов минерального вещества. Имеются следы слабых потоков материала, которые проявились особенно сильно в низах структуры в распространении на обособленных участках залежи k_{2n-1} , в линзовидности крупных глинистых тел, сужении и прекращении образования перемычки, сужении соединения, отразив локальные вариации обстановки седиментации.

Морфологическая близость восточной и северной частей объекта структурам «конского хвоста» (рис. 1) отражает рождение их в обстановке поочередного преобладания накопления углеобразующих и минеральных масс в импульсном режиме. Из рисунка 1а следует, что ЛЧ объекта сформировалась в два главных приема с малым временным разрывом между поступлениями крупных порций минерального материала с севера и северо-востока. Первая из них имела повышенный объем, разубоживала растительную массу и, прекратив, таким образом, угленакопление, не позволила перемычке превратиться в соединение. К югу от ВЧ (рис. 1а) также сложилась позже этапность седиментации, о чем свидетельствуют следы прерывания накопления пласта k_{2n-2} вторжением песчаной массы, на которой затем стал формироваться пласт $k_{2n-2б}$.

Сопряженность геологических тел на объекте и направленность основных потоков минерального материала иллюстрирует рисунок 3. Ориентировочное расположение Z-структуры в плане (с учетом падения угленосной толщи) показано на рисунке 2.

На средней стадии пески поступали на участок широким фронтом с севера и северо-востока. С юга происходило проникновение преимущественно глинистого материала. Периодически осуществлялась доставка песков также в виде отдельных субмеридиональных струй в основном в левых квадрантах (у стыка I-ого и IV-ого квадрантов) относительно скважины № 6050 (на ранней стадии формирования пласта k_{2n-1}) и с востока от скважины в I-ом квадранте (на зрелой стадии). Аналогичная струя субширотного направления действовала несколько южнее скважины на той же стадии, что привело к появлению бреши в распространении пласта (рис. 1). При этом происходило местное подавление угленакопления вдоль трасс движения повышенных объемов минеральных веществ, что прекратило превращение зачатка одной из перемычек в соединение и развитию второй из них – более поздней – до соединения в субмеридиональном разрезе. Это соединение имеет одностороннее – на западе – смыкание с пластом k_{2n-2} и отсутствие смыкания с противоположной стороны – уникальную, неизвестную ранее форму. Зона смыкания расширяется по мере развития процесса накопления углеобразующей массы (рис. 3).

Исследуемый объект был сформирован несколькими разновременными потоками материала, сходящимися на площади будущего соединения, контуры которых не совпадают, что предопределяет различную по рисунку виргацию линий расщепления.

Языковой характер поступления разновременных потоков материала по разным – не обязательно строго встречным – направлениям объясняет вариации простираения соединения и перемычек, включая криволинейность линии их отхода от пласта k_{2n-1} и примыкания соединения к пласту k_{2n-2} .

Узкие субмеридиональные потоки обломочного материала появлялись и после завершения формирования пласта k_{2n-2} до прихода морского водоема, что видно

по присутствию локальных тел песчаников и отсутствию известняков на вышележащих интервалах массива между скважинами №6855 и №6050 (рис. 1б).

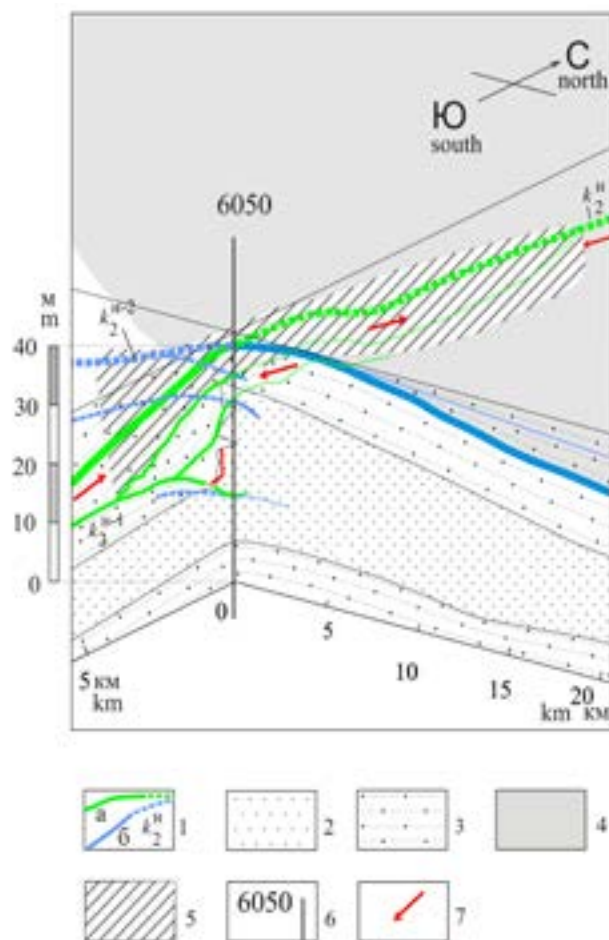


Рис. 3. Объемная структура Z-расщепления угольной залежи k2n в окрестностях скважины №6050 (по материалам К.В. Носовой и др., 1983)

1 – следы угольных частей залежи в видимых и невидимых сечениях (а – субмеридиональном, б – субширотном) и их геологические индексы; 2 – песчаники; 3 – глинистые породы (преимущественно алевролиты); 4 – поверхность кровли залежи; 5 – вероятная поверхность кровли угольного соединения; 6 – буровая скважина и ее номер; 7 – основные потоки терригенного материала /

Fig. 3. The 3-D structure of Z-splitting of the k2n coal deposit in the vicinity of well No. 6050 (based on materials by K.V. Nosova et al., 1983)

1 – traces of coal parts of the deposit in visible and invisible sections (a – submeridional, b – sublatitudinal) and their geological indices; 2 – sandstones; 3 – clayey rocks, mainly silts tones; 4 – the surface of the top of the deposit; 5 – probable surface of the roof of the coal joint; 6 – borehole and its number; 7 – main flows of terrigenous material

Условием формирования Z-объектов является попеременное осаждение крупных порций в основном растительных или минеральных веществ по разные стороны от будущего соединения сначала на участке будущей ЛЧ, затем – ВЧ, с заходом языка осадков с ВЧ на часть площади формирующейся ЛЧ. Объемы поступления минеральных и растительных веществ должны находиться в соотношениях, обеспечивающих формирование геологических тел соответствующего состава.

Отклонение от этой схемы приводит к видоизменению структуры по сравнению с типовой формой (варьированию первичного угла наклона соединения и пере-

мычек к горизонтали, количества перемычек и проч.), в сильно выраженном случае – прекращению ее образования, появлению одностороннего расщепления, объектов типа «конский хвост», схождению угольных тел и проч. При отсутствии кулисовидного перекрытия участков седиментации на ЛЧ эта часть структуры не оформляется, минеральные тела проявляются как выдержанные или прерывистые слои пород различной морфологии и распространения между угольными телами.

Анализ разрезов (рис. 1) показывает, что исследуемый объект размещается между субширотными полосами руслового аллювия сингенетичных формирования угленосной толщи палеорек. Породный, преимущественно, песчаный по составу, массив в основании геоструктуры (и ее ЛЧ) сложен пойменным аллювием, непосредственно продолжающем на расстояние нескольких десятков километров русловые отложения – раздувы массива песчаников расположенного к северу и северо-востоку от скважины №6050 извилистого рукава дельты. С удалением от него происходит выклинивание расщепляющего тела. Генезис объекта можно вполне определенно связать с деятельностью крупной реки (рек).

Как можно судить по характеру отложений, главными источниками поступления крупных обломочных масс в оптимальных для образования структуры объемах и временной последовательности явились находившиеся к северу, северо-востоку и югу крупные речные рукава. Ближайший активный палеорукав, сформировавший ЛЧ, располагался к северу и северо-востоку не далее 10 км от скважины №6050 и около 14 км от линии отхода соединения на разрезе от пласта k2н-1 соответственно. Малоактивный рукав, проявляющийся в виде обнаруженного узкой полосы-раздува песчаника и непосредственно прилегающий с юга к этой линии – в 14 км от скважины, – производил доставку небольшого объема песчаного материала, что не оказало существенного влияния на формирование ВЧ. Распределение фаций в южной части субмеридионального разреза (рис. 1а), указывает на присутствие здесь другого более удаленного неразведанного крупного рукава далее к югу. Данное палеоруло явилось, по-видимому, источником преимущественно глинистого материала для ВЧ. С северо-запада и юго-востока приблизительно вдоль основного простирания линий расщепления удаленность разведанных рукавов намного больше, что затрудняет значительные поступления крупнообломочного минерального вещества отсюда.

Общий облик исследуемого объекта показывает, что формирование структуры развилось там, где существовали стабильные ниши для накопления материала. Мощные разливы речных вод являлись, по мнению И.П. Попова (1991), важным способом доставки илистого материала на площадь угленакопления в регионе.

Как следует из приведенных выше сведений и результатов их анализа, приоритет в накоплении основного объема углематеринской массы принадлежит аллохтонной седиментации. Имея вполне автохтонное зарождение, на что указывает присутствие кучерявчика в почве, пласт k2н-1 формировался в дальнейшем аллохтонным путем.

Рассматриваемый объект образовался в результате суперпозиции тектонических и осадочных процессов. Роль тектонического фактора несомненна и необходима для создания общих условий (емкости ниши, интенсивной денудации и т.п.) седиментации на большой площади и образования многих надпородных структур. Амплитуда опускания дна ЛЧ, приблизительно оцененная по мощности литифицированного осадка, составила не менее 20 м, ВЧ – 10 м. С учетом реального фоново-

го действия фактора тектоники он является по нашему мнению (и в соответствии с классификацией [Сергеев, 1976]) в большей мере аккумулятивным образованием.

Исследуемый объект морфологически подобен Z-образным частям малого углепородного тела (рис. 4 по [Mokhov, 2019] с изменениями) пласта k2 одной из шахт к северу от скважины №6050 (рис. 2). Здесь имеются также односторонние расщепления, схождения, бифуркации, линзовидность малых угольных тел, породные прослои, что отражает универсальность механизма седиментации на сравниваемых масштабных уровнях. Происхождение этой малой структуры и определивших ее Z-образность частей имеет аккумулятивную природу и связано с пульсирующей деятельностью малых элементов гидросети. Ясна также геологическая изохронность размывоподобной структуры и вмещающей ее угольной матрицы.

Развитие Z-структур в условиях тонких угольных пластов в миниатюре указывают на скоротечность формирования этих углепородных объектов. Реконструкция формирования структуры указывает на наличие площадного смещения участков угленакопления в течение коротких промежутков времени.

В структурах «конского хвоста» на контактах песчаных и глинистых тел (рис. 1) роль расщепляющих тел играют минеральные образования и угольные пласты. Расщепления породных компонентов толщи угольными телами как и расщепления последних минеральными служат продуктом деятельности палеорек, что указывает на близость генезиса обломочных и угольных элементов массива. Данный вопрос, восходящий к конвергенции теорий аллохтонного и автохтонного угленакопления, развивается рядом исследователей региона, например, [Троценко, 2017], (Попов, 1991).

На основе сложившихся представлений следует сделать заключение о наличии внутри Z-объекта в общей сложности двух крупных линий расщепления пласта k2н-1 и одной линии отщепления угольной пачки от пласта k2н-2.

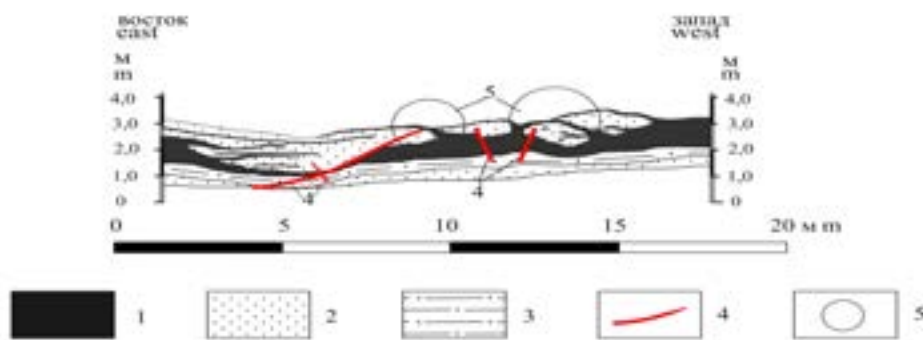


Рис. 4. Зарисовка угольного пласта k2 в стенке штрека (по [Mokhov, 2019] с изменениями и дополнениями)

1 – уголь; 2 – песчаник; 3 – алеврит; 4 – разрывное нарушение; 5 – Z-структура /
Fig. 4. Sketch of a coal seam k2 in the roadway wall (according to [Mokhov, 2019] with changes and additions)

1 – coal; 2 – sandstone; 3 – siltstone; 4 – fault; 5 – Z-structure

Заключение

Вещественно-структурный анализ указывает на образование геоструктур, именуемых «зет-образными (зетобразными, Z-образными) расщеплениями угольных пластов (залежей)», в результате асинхронных поступлений оптимальных объемов растительного и минерального материала с разных сторон.

Основной механизм доставки их материала – паводковые разливы рукавов дельты синхронной угленакоплению палеореки.

Условием формирования Z-объектов является попеременное фронтальное поступление крупных сбалансированных порций в основном растительного или минерального материала на смежные участки с разных сторон с частичным заходом языка минеральных осадков на покрытый углематеринской массой один из них. Отклонение от этой схемы, появление локальных струй материала приводит к видоизменению структуры по сравнению с типовой формой или прекращению ее образования, либо генерации других пространственных комбинаций угольных и минеральных тел.

Главный вклад в формирование исследованной геоструктуры принадлежит деятельности палеорусел, в связи с чем она отнесена автором к аккумулятивному типу.

Выводы статьи представляются общими для объектов рассмотренного типа различных регионов угленакопления.

Литература

1. Голик В.И., Бурдзиева О.Г., Дзеранов Б.В. Управление геомеханикой массива путем оптимизации технологии разработки. // *Геология и геофизика Юга России*. – 2020. – Т. 10. №1. – С. 127–137. DOI: 10.23671/VNC.2020.1.59070
2. Давыденко Д.Б., Парада С.Г. Опыт разделения потенциальных полей Донбасса на фоновую, остаточную и локальную составляющие и некоторые результаты интерпретации. // *Геология и геофизика Юга России*. – 2021. – Т. 11. №1. – С. 22–37. DOI: 10.46698/VNC.2021.23.67.003
3. Иванов Г.А. Угленосные формации (закономерности строения, образования, изменения и генетическая классификация). – Л.: Наука, 1967. – 407 с.
4. Кирюков В.В., Пожидаева М.Ф. Расщепление угольных пластов в Западном Донбассе. // *Межвуз. сб. науч. трудов «Геология, поиски и разведка горючих полезных ископаемых»* – Пермь: Пермский политехнический ин-т, 1980. – С. 113–121.
5. Матишов Г.Г., Парада С.Г., Давыденко Д.Б. Технологии прогнозирования залежей углеводородов и минеральных месторождений будущей России (на примере южного региона). // *Геология и геофизика Юга России*. – 2011. – №1. – С. 20–31.
6. Митронов Д.В. Особенности строения мощных угольных пластов Эльгинского месторождения Южно-Якутского бассейна. // В Сборнике научных трудов «Угленосные отложения и угли Якутии». – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1994. – С. 48–61.
7. Митронов Д.В. Формирование Z-образных расщеплений угольных пластов Эльгинского месторождения. // *Межвуз. науч. темат. сборник «Геология угольных месторождений»*. Вып. 5. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. горн. ун-та, 1995. – С. 132–135.
8. Наливкин Д.В. Учение о фациях. Т.1. – М.-Л.: Известия АН СССР, 1956. – 534 с.
9. Сергеев В.В. Расщепление угольных пластов как индикатор проявления конседиментационной тектоники. // *Сов. геол.* – 1976. – №8. – С. 138–141.
10. Трощенко В.В. Терригенный компаунд как макрофагия среднекарбонowego осадконакопления в Восточном Донбассе. // *Наука Юга России*. – 2017. – Т. 13. №2. – С. 41–49.
11. Фролов В.Т. Литология. Кн. 2: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 432 с.
12. Шарданова Т.А., Фадеев Н.П., Хомяк А.Н., Косоруков В.Л. Особенности строения и формирования высокоуглеродистых комплексов. // *Отечественная геология*. – 2017. – №3. – С. 74 – 84.
13. Шарданова Т.А., Хомяк А.Н., Хао Юэсян. Литолого-фациальный анализ высокоуглеродистых комплексов. // В сб. научных материалов: *Экзолит-2019. Фациальный анализ в литологии: теория и практика*, Москва, 27-28 мая 2019 г. – М.: МАКС Пресс, 2019. – С. 157–159.

14. Шульга В.Ф., Матрофайло М.Н. Об атектонических расщеплениях пластов угля во Львовско-Волынском угольном бассейне. // Доклады НАН Украины. – 2008. – №5. – С. 131–136.

15. Шульга В.Ф., Лелик Б.И., Брынюк А.Н., Гирный Е.И. Морфология и генезис зетообразных расщеплений угольных пластов в карбоне Львовско-Волынского бассейна. // Межвуз. науч. темат. сборник «Геология угольных месторождений». Вып. 6. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. горн. ун-та, 1996а. – С. 123–132.

16. Шульга В.Ф., Храпкин С.Г., Гирный Е.О. и др. Проявление конседиментационных тектонических движений в Львовско-Волынском угольном бассейне. // Доклады НАН Украины. – 1996б. – №1. – С. 68–72.

17. Шульга В.Ф., Лелик Б.И., Гирный Е.О. и др. Открытие зетообразных расщеплений угольных пластов в угленосной формации Львовско-Волынского бассейна. // Геологический журнал. – 1997. – №3-4. – С. 102–107.

18. Ягубянец Т.А. О связи древнего торфонакопления с цикличностью осадконакопления в Донбассе. // Сов. геол. – 1978. – Т. 1. №10. – С. 83-84.

19. Bezruchko K.A., Matrofejlo M.N. Typification and areal distribution of splittings in coal seams of the Lviv-Volyn basin. // Naukovyi Visnyk NHU. – 2015. – No.4. – pp. 5–12. ISSN 2071-2227.

20. Davydenko D.B. Analytical Model of the Dynamics of Paleoshelf Morphostructures as an Element of Sedimentological Analysis of Petroleum-Promising Associations. // Reports Earth Sciences. – 2008. – Vol. 422. P. 1. – pp. 1021–1024.

21. Matrofejlo, M.M. Typification of splittings of coal seams of the Lviv-Volyn Basin. // Heologia i Heokhimiia Horiuchykh Kopalyn. – 2000. – No.2. – pp. 99-103.

22. Mokhov A.V. Morphology and Genesis of Washout-Like Structures in a Coal Seam (Eastern Donbass). // Reports Earth Sciences. – 2019. – Vol. 487. P. 1. – pp. 769-772. DOI: 10.1134/S1028334X19070249.

23. Shulga V., Matrofejlo M., Kostik J. et al. The Relation of splittings with tectonics in the coal seams of the Lvov-Volynian coal Basin. // Mater. XXVIII Symposium “Geologia formacji weglonosnych Polski”. – Krakow. – 2005. – pp. 103-108.

24. Shulga V., Kostyk J., Matrofejlo M. et al. Formation conditions of coal seams of the lower coal-bearing subformation of the Lvov-Volyn Basin. // Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften. Heft 68. – 2010. – pp. 516-517.

25. Shulga V., Konovalova V., Nikolaeva S. The Serpukhovian-Bashkirian Boundary in the Lvov-Volyn Basin. // Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften. Heft 68. – 2010. – pp. 517-518.

References

1. Golik V.I., Burdzieva O.G., Dzeranov B.V. Management of massif geomechanics through optimization of development technologies. *Geology and Geophysics of Russian South*. 2020. No.10 (1). pp. 127-137. DOI: 10.23671/VNC.2020.1.59070 (In Russ.)

2. Davydenko D.B., Parada S.G. The experience of dividing the potential fields of Donbass into background, residual and local components and some results of interpretation. *Geology and Geophysics of Russian South*. 2021. No.11 (1). pp. 22-37. DOI: 10.46698/VNC.2021.23.67.003 (In Russ.)

3. Ivanov G.A. Coal-bearing formations (patterns of structure, formation, changes and genetic classification). Leningrad. Nauka, 1967. 407 p. (In Russ.)

4. Kiryukov V.V., Pozhidaeva M.F. Splitting of coal seams in the Western Donbass. In: *Proceedings Geology, prospecting and exploration of combustible minerals*. Perm. Perm Polytechnic Institute, 1980. pp. 113-121. (In Russ.)

5. Matishov G.G., Parada S.G., Davydenko D.B. Technologies for forecasting hydrocarbon deposits and mineral deposits of the future Russia (on the example of the southern region). *Geology and Geophysics of Russian South*. 2011. No.1. pp. 20-31. (In Russ.)

6. Mitronov D.V. Features of the structure of thick coal seams of the Elga deposit in the South Yakutsk basin. In: Proceedings Coal deposits and coals of Yakutia. Yakutsk. YANTS SO RAN, 1994. pp. 48-61. (In Russ.)
7. Mitronov D.V. Formation of Z-shaped splitting of coal seams of the Elga deposit. In: Proceedings Geology of coal deposits. Issue 5. Yekaterinburg. Ural State Mining University, 1995. pp. 132-135. (In Russ.)
8. Nalivkin D.V. Facies doctrine. Vol. 1. Moscow-Leningrad. Izvestia of the Academy of Sciences of the USSR, 1956. 534 p. (In Russ.)
9. Sergeev V.V. Splitting of coal seams as an indicator of manifestation of consedimentation tectonics. Sov. geol. 1976. No.8. pp. 138-141. (In Russ.)
10. Troshchenko V.V. Terrigenous compound as a macrofaciation of Middle Carboniferous sedimentation in the Eastern Donbass. Science of Russian South. 2017. Vol. 13. No.2. pp. 41-49. (In Russ.)
11. Frolov V.T. Lithology. Book. 2. Textbook. Moscow. MSU, 1993. 432 p. (In Russ.)
12. Shardanova T.A., Fadeev N.P., Khomyak A.N., Kosorukov V.L. Features of the structure and formation of high-carbon complexes. Otechestvennaya geologiya. 2017. No.3. pp. 74-84. (In Russ.)
13. Shardanova T.A., Khomyak A.N., Hao Yuexiang. Lithological-facies analysis of high-carbon complexes. In: Proceedings Exolite-2019. Facial analysis in lithology: theory and practice, Moscow, May 27-28, 2019. Moscow. MAKS Press, 2019. pp. 157-159. (In Russ.)
14. Shulga V.F., Matrofailo M.N. On atectonic splitting of coal seams in the Lvov-Volyn coal basin. Dopovidi NAS of Ukraine. 2008. No.5. pp. 131-136. (In Russ.)
15. Shulga V.F., Lelik B.I., Brynyuk A.N., Girny E.I. Morphology and genesis of z-shaped splittings of coal seams in the Carboniferous of the Lvov-Volyn basin. In: Proceedings Geology of coal deposits. Issue 6. Yekaterinburg. Ural State Mining University, 1996a. pp. 123-132. (In Russ.)
16. Shulga V.F., Khrapkin S.G., Girny E.O., et al. Manifestation of consedimentary tectonic movements in the Lvov-Volyn coal basin. Dopovidi NAS of Ukraine. 1996b. No.1. pp. 68-72. (In Russ.)
17. Shulga V.F., Lelik B.I., Girny E.O. et al. Discovery of z-shaped splitting of coal seams in the coal-bearing formation of the Lvov-Volyn basin. Geol. journal. 1997. No.3-4. pp. 102-107. (In Russ.)
18. Yagubyants T.A. On the connection between ancient peat accumulation and the cyclicity of sedimentation in the Donbass. Soviet geology. 1978. Vol. 1. No.10. pp. 83-84. (In Russ.)
19. Bezruchko K.A., Matrofajlo M.N. Typification and areal distribution of splittings in coal seams of the Lviv-Volyn basin. Naukovyi Visnyk NHU. 2015. No.4. pp. -12. ISSN 2071-2227.
20. Davydenko D.B. Analytical Model of the Dynamics of Paleoshelf Morphostructures as an Element of Sedimentological Analysis of Petroleum-Promising Associations. Reports Earth Sciences. 2008. Vol. 422. P. 1. pp. 1021-1024.
21. Matrofajlo, M.M. Typification of splittings of coal seams of the Lviv-Volyn Basin. Heologiiia i Heokhimiia Horiuchykh Kopalyn, 2000. No.2. pp. 99-103.
22. Mokhov A.V. Morphology and Genesis of Washout-Like Structures in a Coal Seam (Eastern Donbass). Reports Earth Sciences. 2019. Vol. 487. P. 1. pp. 769-772. DOI:10.1134/S1028334X19070249.
23. Shulga V., Matrofajlo M., Kostik J. et al. The Relation of splittings with tectonics in the coal seams of the Lvov-Volynian coal Basin. Mater. XXVIII Symposium "Geologia formacji weglonosnych Polski". Krakow. 2005. pp. 103-108.
24. Shulga V., Kostyk J., Matrofajlo M. et al. Formation conditions of coal seams of the lower coal-bearing subformation of the Lvov-Volyn Basin. Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft fur Geowissenschaften. Heft 68. 2010. pp. 516-517.
25. Shulga V., Konovalova V., Nikolaeva S. The Serpukhovian-Bashkirian Boundary in the Lvov-Volyn Basin. Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft fur Geowissenschaften. Heft 68. 2010. pp. 517-518.