

К ПРОБЛЕМЕ ГЕНЕЗИСА ЯНТАРЯ**TO THE PROBLEM OF THE GENESIS OF AMBER****А.В. Иванова, Л.Б. Зайцева, С.А. Мачулина****Ariadna V. Ivanova, Ludmila B. Zaitseva, Svetlana A. Machulina**

Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine, 55-b O. Honchara St., Kyiv, Ukraine, 01601 (Ariadnalv@nas.gov.ua, kievgeosv@ukr.net).

Статья посвящена анализу и критике битумно-буроугольной гипотезы происхождения янтаря. Рассмотрены общепринятые представления о генезисе янтаря и представления авторов битумно-буроугольной гипотезы. По этой гипотезе янтарь образуется из буроугольного битума, источником которого являются смоляные тела, которые высвободились в процессе размыва огромных площадей битуминозного бурого угля. Для опровержения этих взглядов констатируется следующее. Природные битумы представляют собой природные органические соединения с первичной углеводородной основой. Битумы угольные – это смесь восков и смол, которые экстрагируются из угля органическими растворителями. Битумные смолы находятся в угле в диспергированном состоянии. Смоляные тела не могут быть источником битума, так как являются химически инертными. В буром угле Днепровского бассейна они представлены резинитами, содержание которых в угле обычно не превышает нескольких процентов. Кроме того, смола, претерпевшая изменения в условиях восстановительной среды болота, не могла приобрести свойства сукцинита. Мнение о размыве больших объемов угля Днепровского бассейна также является ошибочным и опровергается предыдущими исследованиями. Для сравнения природы и условий седиментации ископаемых смол и смол, извлеченных из битумов бурых углей, была использована диаграмма ван Кревелена атомных соотношений углерода, водорода и кислорода. Показано, что они занимают на диаграмме разные области, что является свидетельством различной природы и разных условий их седиментации. *Ключевые слова:* генезис, янтарь, бурый уголь, битумы, монтан-воск, Днепровский бассейн.

The article is devoted to the analysis and criticism of the bitumen-brown coal hypothesis of the origin of amber. Common views on the genesis of amber and views of the authors of the bitumen-brown coal hypothesis are reviewed. According to this hypothesis, amber is formed from brown coal bitumen, the source of which are resin bodies, which in turn freed up during the erosion of huge areas of bituminous brown coal. To refute these views, the following is stated. Natural bitumen is a natural organic compound with a primary hydrocarbon base. Coal bitumen is a mixture of waxes and resins, which are extracted from the coal with organic solvents. Bitumen resins are retained in the coal in a dispersed state. Resin bodies can not be a source of bitumen since they are chemically inert. In the brown coal of the Dnieper Basin they are represented by resinites, the content of which in coal usually does not exceed a few percent. In addition, the resin, which underwent changes in the conditions of the regenerative environment of the swamp, could not acquire the properties of succinite. The opinion about the erosion of large volumes of coal in the Dnieper basin is also erroneous and refuted by previous studies. To compare the nature and conditions of sedimentation of fossil resins and resins extracted from brown coal bitumen the van Krevelen diagram of the atomic ratios of carbon, hydrogen, and oxygen was used. It is demonstrated that they occupy different areas on the diagram, which is an indication of a different nature and different conditions for their sedimentation. *Keywords:* Genesis, Amber, brown Coal, Bitumen, Montan wax, Dnieper Basin.

ВВЕДЕНИЕ

Статья посвящена анализу и критике битумно-буроугольной гипотезы происхождения янтаря. Заведомо ошибочные взгляды на геологические условия образования янтаря, его эволюцию и пути транспортировки приводят к ошибочным представлениям о его природе, препятствуют разработке рациональных систем прогнозирования, поисков и разведки месторождений.

Месторождения и проявления ископаемых смол достаточно широко распространены, особенно в Северном полушарии и, в частности, на территории Европы. Возраст проявлений – от палеозоя до современного. По литературным источникам собран значительный фактический материал про ископаемые смолы – 253 образца, из них 142 с данными элементного анализа (Орлов, Успенский, 1936; Сре-

бродольский, 1980; Трофимов, 1965 и др.). Этот материал представлен на карте-схеме (рис. 1).

О ПРОИСХОЖДЕНИИ СУКЦИНИТА

По общепринятым представлениям об источнике и путях переноса высокоценного янтаря–сукцинита, которых придерживаются и авторы, он образовался из смолы (живицы) хвойных пород, особенно нескольких видов сосновых (*Pinus*), которые входили в состав эоценовых лесов, покрывавших древнюю Фенноскандию и современную территорию Балтийского моря. Смолы скапливались в лесных почвах, а затем вымывались из них и перетлагались водами трансгрессирующего моря или водными потоками (Василенко, 1933; Савкевич, 1970; Катинас, 1971; Майданович, Макаренко, 1988; Богдасаров, 2006 и др.). Причем, по мнению

В.И. Катинаса (Катинас, 1971), размыв первичных залежей осуществлялся не трансгрессирующим позднеэоценовым (или раннеолигоценовым) морем, а именно реками. Авторы настоящей статьи придерживаются точки зрения о том, что размыв осадков с выносом смол мог осуществляться как непосредственно морем, так и реками и временными водными потоками (Иванова и др., 2011). По поводу места произрастания янтареносного леса И.А. Майданович (Майданович, Макаренко, 1988) считал, что ареалом его распространения была не только Фенноскандия, но и слабо холмистая денудационная равнина Украинского щита с абразионно-аккумулятивным берегом шхерного типа.

Что же происходило с выделившейся живицей в почве янтареносного леса? Немецкий ученый Н.В. Conwentz (Conwentz, 1890) полагал, что в янтарном лесу существовали не только сухие с низким уровнем грунтовых вод участки, но и заболоченные. Живица из деревьев, произраставших в сухих лесах, претерпевала в почве янтарного леса продолжительное окисление. Живица, которая захоронялась в болотах, попадала в анаэробную среду, характерную для торфяников. Во время размыва отложений, на которых произрастал янтарный лес, смола как из сухих, так и заболоченных участков сносилась в морской бассейн и перекрывалась осадками. В осадке и та и другая смола находилась в одинаковой химической обстановке, но воздействие этой среды на смолы

с различной предысторией было разным: в сильно окисленных смолах щелочные иловые воды, обогащенные калием, способствовали специфическим структурным перестройкам, что приводило к формированию сукцинита; в смолах с недостаточной степенью окисления проявлялись свойства, присущие геданиту (Савкевич, 1970).

Нерешенность ряда вопросов относительно генезиса и эволюции ископаемых смол привело к возникновению весьма противоречивой битумно-буроугольной гипотезы происхождения янтаря-сукцинита (Лебідь, Мацуй, 2007а, б; Лебедь, Мацуй, 2008). По этой гипотезе янтарь образуется из буроугольного битума, носителями которого являются смоляные тела, высвободившиеся в процессе размыва огромных площадей коренного первоисточника, каким является битуминозный бурый уголь.

Эту гипотезу наследуют и продолжают Г.И. Рудько и С.Ф. Литвинюк. Они утверждают, что источником янтаря являются «...мощные пласты бурого угля допозднеэоценового возраста Днепробасса с постоянным содержанием в них буроугольного воска (монтан-воска), представленного смоляными телами» (Рудько, Литвинюк., 2017, с. 46).

ОБОСНОВАНИЕ КРИТИКИ БИТУМНО-БУРОУГОЛЬНОЙ ГИПОТЕЗЫ

Авторы данной точки зрения не приняли во внимание, что битум не является монтан-воском,

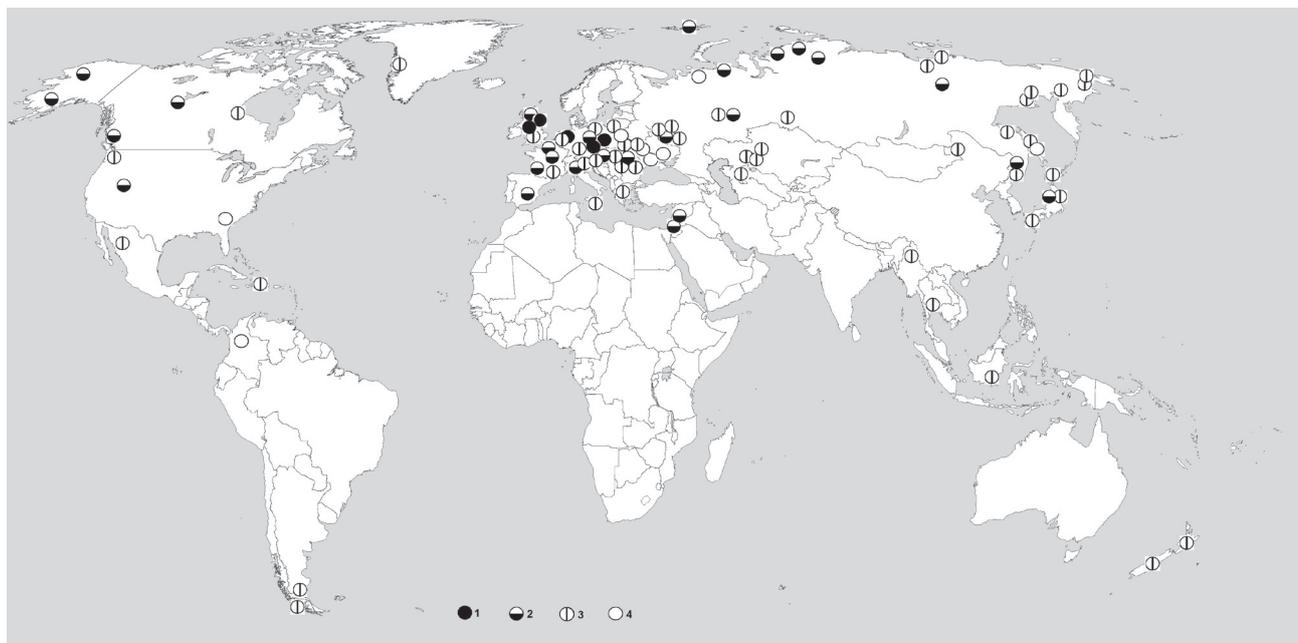


Рис. 1. Карта-схема распространения ископаемых смол:

1 – палеозойского, 2 – мезозойского, 3 – кайнозойского, 4 – четвертичного возраста.

Fig. 1. Index-map of fossil resin spreading:

1 – Paleozoic; 2 – Mesozoic; 3 – Cenozoic; 4 – Quaternary age.

а монтан-воск не может быть представлен смоляными телами. Природные битумы представляют собой органические соединения с первичной углеводородной основой (Российская угольная энциклопедия, 2004). Битумы угольные – это смесь восков и смол в разном соотношении, которые экстрагируются из угля спиртобензолом (то есть легко растворяются в органических растворителях). Битумы находятся в буром угле в диспергированном состоянии (Сябряй, 1959). Смоляные тела не могут быть источником битума, так как являются химически инертными. В буром угле Днепробасса они представлены ретинитами, (по В.Т. Сябряю) или терпеновыми резинитами по Н.А. Игнатченко (Игнатченко, Зайцева, 1981). По данным микроскопических исследований содержание резинита в угле обычно не превышает нескольких процентов (рис. 2). Как невозможно себе представить образование концентрированных обособленных выделений смолы из рассеянного в угольном веществе битума, так и невозможно образование сукцинита из резинита. Во-первых, из-за небольшого количества включений резинита. Во-вторых, как отмечалось выше, живица, попавшая в болото, не могла приобрести свойства сукцинита, тем более не могла приобрести их смола, которая дополнительно подверглась серии превращений, обусловленных химизмом буроугольного пласта.

Мнение авторов гипотезы о размыве больших объемов угля, в частности Днепровского бассейна, который в эоцене еще находился в состоянии торфяника, опровергается исследованиями А.Я. Радзивилла с соавторами: «Буроугольные залежи Днепробасса в связи с унаследованностью тектонических зон в течение кайнозоя не претерпели больших размывов и в большинстве случаев сохранили свои первоначальные очертания» (Радзивилл и др., 1987, с. 22).

Для сравнения природы и условий седиментации смол и углей была использована диаграмма с атомными соотношениями углерода (С), водорода (Н) и кислорода (О). Первоначально диаграмма с параметрами $H/C_{ат}$ и $O/C_{ат}$ была предложена D.W. Krevelen (Krevelen, 1961) для характеристики углей и процессов, происходящих при углефикации органического вещества (ОВ). Позднее она использовалась для изучения керогенов нефтегазоматеринских пород (Тиссо, Вельте, 1978). Оказалось, что указанная диаграмма очень информативна и для характеристики других углеродсодержащих веществ, в том числе и для ископаемых смол. На диаграмме (рис. 3) показаны эволюционные кривые главных типов ОВ и соответствующие им группы мацералов в углях.

ОВ типа I содержит большое количество алифатических цепочек при небольшом содержании ароматических ядер, имеет высокие значения $H/C_{ат}$ и низкие $O/C_{ат}$. ОВ состоит из липидов, обра-

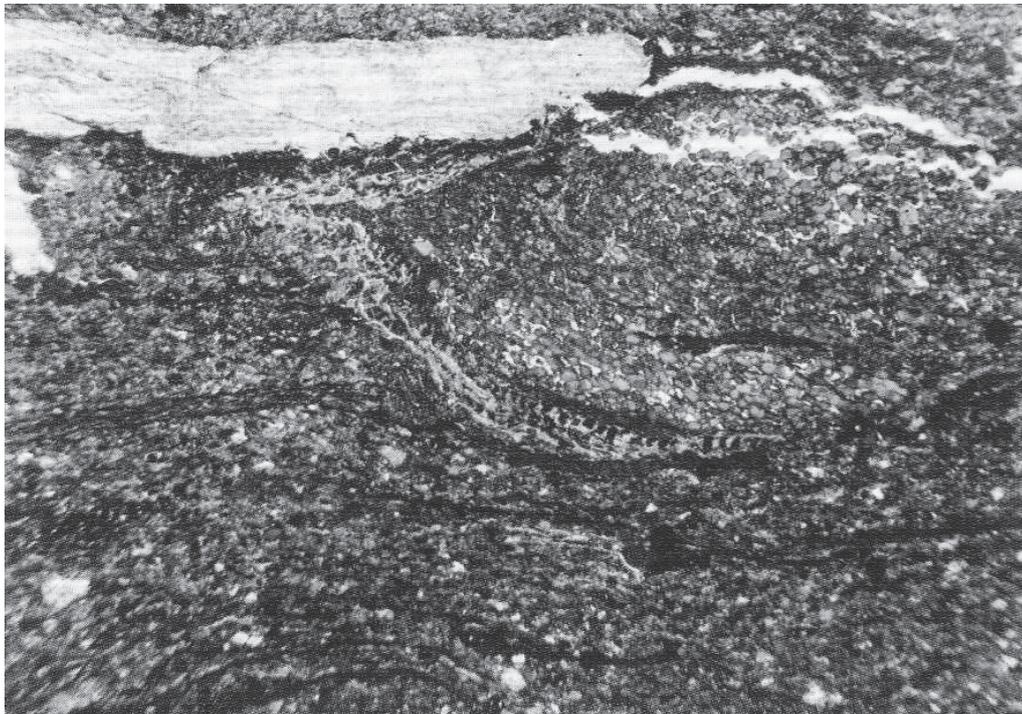


Рис. 2. Резинит в буром угле (Днепробасс).

Fig. 2. Resinite in brown coal (Dnieper Basin).

зовавшихся из водорослевого материала или из ОВ, подвергшегося интенсивному биологическому разложению. Соответствует микрокомпоненту углей альгиниту.

ОВ типа II содержит больше ароматических и нафтеновых структур, имеет относительно высокие значения H/C_{at} и низкие O/C_{at} . Оно обычно связано с ОВ морского происхождения (фито- и зоопланктон, бактерии), отложившимся в восстановительной обстановке. Соответствует микрокомпоненту углей экзиниту.

ОВ типа III содержит конденсированные полиароматические структуры и кислородсодержащие функциональные группы, имеет низкие значения H/C_{at} и высокие исходные значения O/C_{at} . ОВ происходит из высших наземных растений и соответствует микрокомпоненту витриниту.

Начальные точки эволюционных кривых определяются различными значениями параметров

H/C_{at} и O/C_{at} , которые обусловлены природой исходного ОВ и условиями седиментации. Кривые сходятся в нижней части диаграммы, которая отвечает образцам углеродистых веществ, приближающихся по составу к чистому углероду.

На диаграмме показаны также три последовательные стадии разложения и преобразования ОВ по мере его погружения: диагенез (протокатагенез, по Н.Б. Вассоевичу (Вассоевич, 1957), катагенез (мезокатагенез) и метагенез (апокатагенез).

Следует рассмотреть, какое место на диаграмме эволюции ОВ занимают изучаемые ископаемые смолы, битумы и битумные смолы бурых углей и сами бурые угли. Мезозойские и эоцен-миоценовые ископаемые смолы располагаются в области кривой I и выше нее, в основном в зоне диагенеза. Сукциниты более обособлены, занимая центральное положение в зоне расположения ископаемых смол. Буроугольные битумы и смолы ложатся в зону катагенеза в области

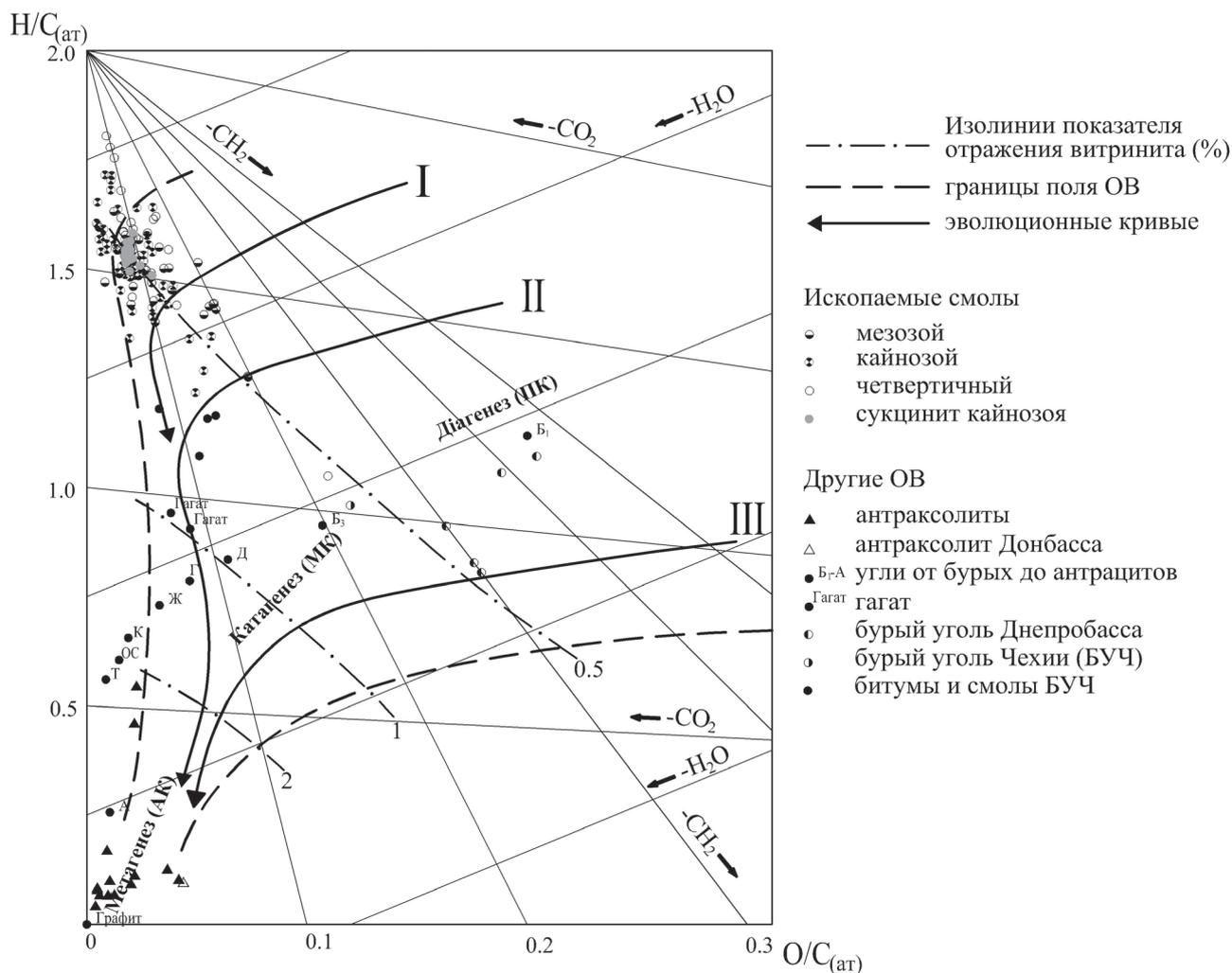


Рис. 3. Расположение смол и углей на диаграмме эволюции ОВ.
 Fig. 3. Disposition of resin and coals on diagram of organic matter.

эволюционной кривой II. К сожалению, авторы располагают данными элементного анализа битумов и смол только бурых углей Чехии (Кухаренко, 1960). Бурые угли как чешские, так и Днепровского бассейна завершают ряд углей в зоне диагенеза, располагаясь между генетическими кривыми II и III. Таким образом, ископаемые смолы и смолы, извлеченные из битумов бурых углей, занимают на диаграмме разные позиции, что является свидетельством различной природы и разных условий их седиментации.

ВЫВОДЫ

Проведенный анализ еще раз подтвердил обоснованность классических представлений и отсутствие аргументов для их опровержения в новой битумно-буроугольной гипотезе, продемонстрировавшей свою несостоятельность.

REFERENCES

Bogdasarov M.A., 2006. Problem of amber and other fossil resins formation. *Neoloho-mineralohichnyi visnyk*, № 2 (16), pp. 18-26. (In Russian).

Vasilenko P.I., 1933. Prospecting for amber, conducted by the URGRU team in the district Staropetrivka – Vyshhorod in the Kyiv region in 1929. *Materials for geology and minerals of Ukraine. A series of minerals*, iss. 9, 48 p. (In Ukrainian).

Vassoevich, N. B., 1957. Terminology used for designating stages and steps of lithogenesis. *Geology and Geochemistry*. Leningrad: Gostoptekhizdat, iss. 1 (7), pp. 156-176 (In Russian).

Ivanova A.V., Machulina S.A., Zaitseva L.B., 2012. Epochs of the Formation of Amber and Its Distribution in Nature. *Lithology and Mineral Resources (Litoholiya i poleznye iskopayemye)*. №1, pp. 21-25. (In Russian).

Ignatchenko N.A., Zaitseva L.B. 1981. Petrography of brown coal of the Dnieper basin and their bituminosity. *Kyiv, IGS AS USSR*, 61 p. (In Russian).

Katinas V., 1971. Amber and amber-bearing deposits of the southern Baltic area. *Transaction*, iss. 20. Vilnius, «MINTIS», 150 p. (In Russian).

Kukharensko T.A., 1960. Chemistry and genesis of fossil coals. *Moscow: Goshortekhizdat*. 328 p. (In Russian).

Lebid M.I., Matsuy V.M., 2007a. On possible participation of brown-coal bitumen in formation of native primary sources of amber placers. *Ukrainian Geologist (Heoloh Ukrainy)*, № 3, pp. 62-68. (In Ukrainian).

Lebid M., Matsuy V., 2007b. Space-time association of amber and brown coal in European Kainozoic. *Geologist Ukrainian (Heoloh Ukrainy)*, № 4, pp. 16-18. (In Ukrainian).

Lebed M., Matsuy V. 2008. On the paragenesis of amber-like resins and bituminous-brown coal rocks. *Ukrainian Amber World: Abstracts, of the Second International Scientific and Practical Conference*. Kyiv, October 1-17, 2008. Kyiv, pp. 9-10. (In Russian).

Бурый уголь, в частности Днепровского бассейна, со всех точек зрения, в том числе по своему петрографическому составу и качественным характеристикам, не может быть источником «первичного протоянтаря».

Поисковые признаки проявлений и месторождений янтаря-сукцинита не могут основываться на предложенных авторами битумно-буроугольной гипотезы оценках размытости угленосной толщи.

Предложенное этими авторами уточнение существующих классификаций природных ОБ – каустобиолитов, заключающееся в присоединении янтаря к угольному ряду, как показано выше, лишено смысла и неприемлемо, так как янтарь и уголь имеют разную природу и неодинаковые условия седиментации.

Богдасаров М.А. Проблема образования янтаря и других ископаемых смол / М.А. Богдасаров // *Геолого-мінералогічний вісник*. – 2006. – № 2 (16). – С. 18-26.

Василенко П.І. Геолого-розшукові роботи на бурштин (янтарі), проведені партією УРГРУ в районі с. Старопетрівці – Вишгород на Київщині року 1929 / П.І. Василенко // *Матеріали до геології та корисних копалин України. Серія корисних копалин*. – Вип. IX. – Київ, 1933. – 48 с.

Вассоевич Н.Б. О терминологии, применяемой для обозначения стадий и этапов литогенеза / Н.Б. Вассоевич / *Геология и геохимия*. – Л.: Гостоптехиздат, 1957. – Вып. 1 (VII). – С. 156-176.

Иванова А.В. Эпохи образования и закономерности распространения янтаря в природе / А.В. Иванова, С.А. Мачулина, Л.Б. Зайцева // *Литология и полезные ископаемые*. – 2012. – № 1. – С. 21-25.

Игнатченко Н. А. Петрография бурых углей Днепровского бассейна и их битуминозность / Н. А. Игнатченко, Л. Б. Зайцева. – К.: ИГН, 1981. – 61 с.

Катинас В. Янтарь и янтареносные отложения Южной Прибалтики / В. Катинас. *Тр. Лит. НИГРИ*. – Вильнюс: Минтис, 1971. – Вып. 20. – 150 с.

Кухаренко Т.А. Химия и генезис ископаемых углей / Т.А. Кухаренко. – М.: Госгортехиздат, 1960. – 328 с.

Лебідь М.І., Про можливу участь буровугільного бітуму у формуванні корінних першоджерел бурштину / М.І. Лебідь, В.М. Мацуй // *Геолог України*. – 2007а. – № 3. – С. 62-68.

Лебідь М.І., Просторово-часова асоціація бурштину й бурого вугілля у кайнозої Європи / М.І. Лебідь, В.М. Мацуй // *Геолог України*. – 2007б. – № 4. – С. 16-18.

Лебедь М.И. О парагенезе янтареподобных смол и битумно-буроугольных пород / М.И. Лебедь, В.М. Мацуй // *Український бурштиновий світ: Тези доп. Другої міжнарод. наук.-практ. конф.*, Київ, 1–17 жовтня, 2008. – Київ: 2008. – С. 9-10.

- Majdanovich I.A., Makarenko D.E., 1988. Geology and Genesis of amber-bearing Deposits of the Ukrainian Polissia. Kyiv: Naukova Dumka, 84 p. (In Russian).
- Matsuy V.M., 2016. Evolution of self-producing vegetation and formation of deposits of fossil resins. Kiev: Naukova Dumka, 143 p. (In Russian).
- Orlov N.A., Uspenskiy V.A., 1936. Mineralogy of Kaustobiolites. Moscow, Leningrad: Academy of Sciences of USSR, 198 p. (In Russian).
- Radzivil A.Ya., Guridov S.A., Samarin M.A., Metallidi S.V., Oksenchuk R.M., 1987. Dnieper brown coal basin. Kyiv: Naukova Dumka, 328 p. (In Russian)
- Rudko H.I., Litvinyuk S.F., 2017. Amber deposits in Ukraine and their economic-geological evaluation. (Ed. Rudko H.I.) Kyiv; Chernivtsi: Bukrek, 240 p. (In Ukrainian).
- Savkevich S.S., 1970. Amber. Leningrad: Nedra, 190 p. (In Russian).
- Srebrodolskiy B.I., 1980. Amber of Ukraine. Kyiv: Naukova Dumka, 122 p. (In Russian).
- Syabryay V.T., 1959. Dnieper brown coal basin. Kyiv: Academy of Sciences of URSR, 222 p. (In Ukrainian).
- Tissot B.P., Welte D.H., 1978. Petroleum formation and occurrence. Moscow: Mir, 554 p. (In Russian).
- Trofimov V.S., 1965. Amber-fields and their genesis. In: Geology of fields. Moscow: Nauka, pp. 77-97. (In Russian).
- Conwentz H.W., 1890. Über die Verbreitung des Succinites, besonders in Schweden und Dänemark. In: Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig. Danzig. Band 7. Heft 3. (In Germany).
- Van Krevelen D.W., 1961. Coal. Typology-Chemistry-Physics-Constitution. Amsterdam, London, N. Y. Princeton: Elsevier, 514 p. (In English).
- Майданович І.А. Геологія і генезис янтареносних отложений Українського Полісся / І.А. Майданович, Д.Е. Макаренко. – Київ: Наукова думка, 1988. – 84 с.
- Мацуї В.М. Еволюція смолопродукуючої растительності і формування залежій ископаємих смол / В.М. Мацуї. – Київ: Наукова думка, 2016. – 143 с.
- Орлов Н.А., Успенський В.А. Мінералогія каустобиолітів / Н.Ф. Орлов, В.А. Успенський. – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1936. – 198 с.
- Радзивил А.Я. Дніпровський бурогольний басейн / А.Я. Радзивил, С.А. Гуридов, М.А. Самарин, С.В. Металіди, Р.М. Оксечук. – Київ: Наукова думка, 1987. – 328 с.
- Рудько Г.І., Литвинюк С.Ф. Родовища бурштину України та їх геолого-економічна оцінка / За ред. Г.І. Рудька. – Київ-Чернівці: Букрек, 2017. – 240 с.
- Савкевич С.С. Янтарь / С.С. Савкевич. – Ленінград: Недра, 1970. – 190 с.
- Сребродольський Б.І. Янтарь України / Б.І. Сребродольський. – Київ: Наукова думка, 1980. 122 с.
- Сябряй В.Т. Дніпровський буровугільний басейн. – Київ: Вид-во АН УРСР, 1959. – 222 с.
- Тиссо Б., Вельте Д. Образование и распространение нефти / Б. Тиссо, Д. Вельте. – М.: Мир, 1978. – 554 с.
- Трофимов В.С. Янтарные россыпи и их происхождение / В.С. Трофимов // Геология россыпей. – М.: Наука, 1965. – С. 77-97.
- Conwentz H.W. Über die Verbreitung des Succinites, besonders in Schweden und Dänemark. / H.W. Conwentz // Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig. – Danzig, 1890. – Band 7. – Heft 3.
- Van Krevelen D.W. Coal. Typology-Chemistry-Physics-Constitution / D.W. Van Krevelen. – Amsterdam, London, N. Y. – Princeton: Elsevier, 1961. – 514 p.

Manuscript received September 30, 2018;
revision accepted November 1, 2018

Інститут геологічних наук НАН України,
Київ, Україна

ДО ПРОБЛЕМИ ГЕНЕЗИСУ БУРШТИНУ

А.В. Іванова, Л.Б. Зайцева, С.О. Мачуліна

Стаття присвячена аналізу й критиці бітумно-буровугільної гіпотези походження бурштину. Були розглянуті загально прийняті уявлення про генезис бурштину і уявлення авторів бітумно-буровугільної гіпотези. За цією гіпотезою бурштин утворюється з буровугільного бітуму, джерелом якого являються смоляні тіла, що звільнилися в процесі розмиву величезних площ бітуминозного бурого вугілля. Для спростування цих поглядів констатується наступне. Природні бітуми представляють собою природні органічні утворення з первинною вуглецеводневою основою. Вугільні бітуми – це суміш воску і смол, які екстрагуються з вугілля органічними розчинниками. Бітумні смоли знаходяться у вугіллі в диспергованому стані. Смоляні тіла не можуть бути джерелом бітумів тому, що вони хімічно інертні. У бурому вугіллі Дніпробаса вони представлені резинітами, вміст яких у вугіллі не перевищує декількох відсотків. Крім того, смола, яка набула змін у відновленій середі болота, не могла набути властивостей сукциніта. Думка про розмив великих об'ємів вугілля Дніпробасу також помилкова і вона спростовується попередніми дослідженнями. Для порівняння природи і умов седиментації викопних смол і смол, що були добуті з бітумів бурого вугілля, була використана діаграма атомних співвідношень вуглецю, водню і кисню ван Кревелена. Показано, що вони займають на діаграмі різні області, що свідчить про неоднакову природу і різні умови їх седиментації.

Ключові слова: генезис, бурштин, буре вугілля, бітуми, монтан-воск, Дніпробас.