

Стробил плауновидного из нижнего карбона Минусинского бассейна

Ю.В. Мосейчик¹, Д.Е. Щербаков²

¹ Геологический институт РАН, 119017, Москва, Пыжевский пер., 7
mosseichik@mail.ru, mosseichik@ginras.ru

² Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, 117647, Москва, Профсоюзная ул., 123
dshh@narod.ru

Введение

О фруктификациях каменноугольных плауновидных ангарской флоры практически ничего не известно. Единичные стробилоподобные остатки указывались М.В. Дуранте из нижнего карбона Южной Монголии. В частности, ею описан монотипный род *Mongolostrobos* Durante [Дуранте, 1989, 2009; Дуранте и др., 2009] на основании единственного слепка предполагаемого стробила (или фертильной зоны побега) с листовидными спорофиллами. Утверждение, что этот остаток является фертильным, основано на предположении, что полуовальные отпечатки, расположенные в нижней части предполагаемых спорофиллов, являются отпечатками спорангиев. Однако эти отпечатки расположены не на адаксиальной, а на абаксиальной стороне спорофиллов, что вообще нетипично для плауновидных. Поэтому не исключено, что указанные отпечатки происходят от иных, нежели спорангии, структур, а *Mongolostrobos* является стерильной облиственной осью неизвестного растения.

В другой работе М.В. Дуранте [Биостратиграфия..., 1983] даны только фотографии фрагмента оси, несущей спорофиллы, которая определена как *Lepidostrobos* sp. Однако общее устройство этой фруктификации и строение ее спор неизвестно, а потому она не может быть уверенно отнесена ни к *Lepidostrobos* Ad.Brongniart, emend. Brack-Nanes et Thomas, ни к какому-либо другому из известных родов для стробиллов плауновидных. Следует отметить, что находки, отмеченные М.В. Дуранте, приурочены к территории, которая, согласно палеогеографическим реконструкциям, в раннем карбоне представляла собой остров, значительно удаленный от побережья ангарского материка [Зоненшайн и др., 2000].

Отсутствие находок стробиллов плауновидных в каменноугольных отложениях Ангариды позволило С.В. Мейену [1987] выдвинуть предположение о том, что у ангарских лепидофитов спорофиллы не были собраны в стробилы, а образовывали фертильные зоны. На этом основании он сближал их с древними плауновидными экваториального пояса и рассматривал как результат *внеэкваториального персистирования* – переживания во внеэкваториальных областях древних морфологических типов, свойственных экваториальной зоне. Однако, эта гипотеза до сих пор не подкреплена достоверными находками в Ангариде осей лепидофитов с фертильными зонами.

Данные о фруктификациях плауновидных южного (нотального) внутротропического пояса, в котором в позднем палеозое располагалась большая часть древнего материка Гондвана, также очень скудны. Однако имеющиеся редкие находки [Lejal-Nicol, Boureau, 1973; Iannuzzi et al., 1998] свидетельствуют о том, что по крайней мере у некоторых каменноугольных лепидофитов Гондваны спорофиллы были собраны в стробилы.

Настоящая статья посвящена описанию микроспорангиатного стробила плауновидного, найденного в нижнем карбоне Южно-Минусинской впадины, располагавшейся в позднем палеозое на южной окраине Ангариды. Эта находка показывает, что среди раннекаменноугольных ангарских лепидофитов существовали формы со стробилами, которые по уровню развития не уступали мужским фруктификациям современных им плауновидных экваториального пояса.

Местонахождение, материал и методика изучения

Материал собран вторым соавтором в составе экспедиционного отряда Палеонтологического института РАН 31 августа 2011 года в так называемом *Изыхском береговом разрезе*, на правом берегу р. Абакан, в 230 м от устья лога, впадающего в реку в 2 км к западу от пос. Изыхские Копи Алтайского р-на Республики Хакасия (53°33'3,90" с.ш., 91°14'31,50" в.д.). Отпечаток и противоотпечаток стробила были найдены неподалеку друг от друга в осыпи, под невысоким коренным обнажением и, очевидно, выпали после паводка из видимого на высоте нескольких метров слоя алевролитов. По заключению В.Е. Сивчикова (СНИИГГиМС, Новосибирск), находка приурочена к средней части байновской свиты, которая по флористическому составу относится к визейскому ярусу [Мосейчик, 2009].

Остатки препарировались механически, с помощью стальных игл и молоточка. Для извлечения спор применялось химическое препарирование: фрагменты фитолеймы спорангиев помещались на 15 мин. в концентрированную соляную кислоту для удаления карбонатного цемента. После промывки в дистиллированной воде эти фрагменты опускались на 3 часа в концентрированную плавиковую кислоту для растворения глинистых частиц; затем они вновь промывались в дистиллированной воде и заделывались в постоянные препараты на основе глицерин-желатины.

Отпечатки и препараты оболочек спорангиев и спор изучались под микроскопами МБС-10 и Ergaval. Фотографирование производилось с помощью фотоаппарата Nikon Coolpix 5700 и видеоокуляра ScoreTek DCM510.

Систематическое описание

Род *Mirastrobus* gen. nov.

Название рода от *lat.* mirus – удивительный и strobilus – шишка.

Типовой вид – *Mirastrobus sivtchikovi* sp. nov.; Минусинский бассейн; визейский ярус, нижний карбон.

Type species – *Mirastrobus sivtchikovi* sp. nov.; Minusinsk Basin; Viséan, Lower Carboniferous.

Диагноз. Микроспорангиатные стробилы плауновидных со спирально расположенными на неразветвленной оси спорофиллами. Спорофилл состоит из ножки, несущей спорангий, и отогнутого кверху терминального щитка. Спорангий одиночный, прикрепленный вдоль средней части ножки спорофилла на ее адаксиальной стороне. Ножка имеет небольшие латеральные разрастания, не облекающие спорангий. Микроспоры трилетные, с кавой.

Diagnosis. Microsporangiate lepidophytean strobili with sporophylls spirally disposed on an unbranched axis. Sporophyll with pedicel bearing sporangium and upturned distal lamina. Sporangium solitary, with narrow attachment along its length to adaxial surface of pedicel. The latter has small lateral laminae not wrapping a sporangium. Microspores trilete, cavate.

Сравнение. По общей архитектуре фруктификации новый род очень близок к микроспорангиатному роду *Lepidostrobus* [Brack-Hanes, Thomas, 1983] из позднего девона – карбона экваториального пояса, но отличается от него строением спор. Споры *Lepidostrobus* несут экваториальное утолщение (цингулом) и не всегда присутствующую

плечатую оторочку (зону), тогда как у спор *Mirastrobus* подобные структуры отсутствуют, но при этом наблюдается расслоение экзины с образованием полости (кавы), что никогда не отмечалось у микроспор *Lepidostrobus*.

Замечания. В байновской свите, откуда происходит типовой вид *Mirastrobus sivtchikovi*, известны оси эндемичных ангарских плауновидных *Ursodendron* Radczenko, *Tomiodendron* Radczenko, *Angarophloios* S.Meyen [Зорин, 1998]. Одному из этих растений могли принадлежать описываемые фруктификации.

Стробилы типа *Lepidostrobus* связывают с вегетативными осями *Lepidodendron* Sternberg и близких форм (см. [Taylor et al., 2009]) – характерных представителей тропической флоры карбона. Как показал С.В. Мейен [1990; Meyen, 1976], внешняя морфология вегетативных органов бореальных (ангарских) и тропических («еврамерийских») лепидофитов существенно различается. Судя по продолжительности и полноте географической изоляции, «еврамерийские» и ангарские плауновидные карбона не могли быть связаны непосредственным филогенетическим родством. Поэтому сходство в строении стробил *Mirastrobus* и *Lepidostrobus*, по всей вероятности, можно трактовать как результат параллельного развития.

***Mirastrobus sivtchikovi* sp. nov.**

Табл. I, фиг. 1–9; рис. 1, 2

Название вида в честь палеоботаника и геолога В.Е. Сивчикова.



Рис. 1. Схематический рисунок изученного стробила, демонстрирующий поверхность раскола, разделившую его на «отпечаток» и «противоотпечаток», а также поверхность, до уровня которой производилось механическое препарирование «отпечатка»

Голотип – Геологический институт РАН, экз. №4912/1А-1 (табл. I, фиг. 1; рис. 2); Республика Хакасия, правый берег р. Абакан, в 2 км к западу от пос. Изыхские Копи, в окрестностях г. Абакан; байновская свита, визейский ярус, нижний карбон.

Holotype – Geological Institute of RAS, specimen №4912/1A-1 (pl. I, fig. 1; text-fig. 2); Republic of Khakassia, right bank of the river Abakan, 2 km to the west of the village Izykhskie Kopi, near the town Abakan; Bainovskaya Suite (Bainov Formation), Viséan, Lower Carboniferous.

Диагноз. Цилиндрические стробилы длиной ~4 см и диаметром ~1 см. Диаметр оси стробила ~2 мм. Длина ножки спорофилла 3–4 мм, ее максимальная ширина ~4 мм. На адаксиальной и абаксиальной сторонах ножки присутствует киль. Терминальный щиток продолговато-треугольный, длиной ~16 мм и шириной у основания ~4 мм. Адаксиальная сторона терминального щитка гладкая, абаксиальная несет киль. Спорангии высотой ~2,5 мм, максимальной шириной ~4 мм, содержат микроспоры округло-треугольного очертания, диаметром 42–54 мкм. Поверхность спор гладкая или зернистая.

Diagnosis. Cylindrical strobili ~4 cm long, ~1 cm in diameter. Strobilus axis ~2 mm in diameter. Sporophyll pedicel 3–4 mm long, ~4 mm maximum

wide. Adaxial and abaxial surfaces of pedicel bear keel. Distal lamina elongate, triangular, ~16 mm long, ~4 mm wide at the base. Adaxial surface of distal lamina smooth, its abaxial surface with a keel. Sporangia ~2.5 mm high, ~4 mm maximum wide. Microspores subtriangular, smooth or granulate, 42–54 μ m in diameter.

Описание. Материал представлен единственным фрагментом стробила с сохранившейся фитолемой. Поверхность раскола образца, разделившая шишку на две части (большую – «отпечаток» и меньшую – «противоотпечаток»), прошла косо через верхнюю часть стробила (рис. 1). При этом нижняя часть шишки оказалась закрыта породой. Для выяснения реальных размеров стробила, а также строения спорангиев и спорофиллов у его основания было предпринято механическое препарирование «отпечатка» до поверхности, показанной на рис. 1. Для мацерации были взяты фрагменты фитолеммы нижней части фруктификации, отколотые при препарировании, а также фрагменты ее верхней части, специально отщепленные от «противоотпечатка».

В качестве голотипа выбран большой фрагмент шишки («отпечаток»). Его вид до препарирования запечатлен на рис. 2, после препарирования – на табл. I, фиг. 1.

Фруктификация почти цилиндрическая с заостренной верхушкой, длиной ~4 см и диаметром в средней части ~1 см. Фитолейма оси стробила не сохранилась, но исходя из размеров полости, оставшейся на месте оси и заполненной породой, можно заключить, что ось достигала в диаметре ~2 мм. Спорофиллы расположены по спирали, плотно друг к другу. Они состоят из ножки, которая отходит почти под прямым углом от оси, и терминального щитка, который отогнут почти перпендикулярно по отношению к ножке. Развитой пятки нет.

Длина ножки спорофилла 3–4 мм. Как видно на поперечных сколах фитолеммы ножки, она не облекает спорангий и в своей дистальной части достигает в ширину ~4 мм. На адаксиальной и абаксиальной сторонах ножки присутствует киль.

Терминальный щиток продолговато-треугольный, его длина ~16 мм, ширина у основания ~4 мм. Адаксиальная сторона терминального щитка практически гладкая, на абаксиальной наблюдается киль, что хорошо видно на поперечном сколе фитолеммы спорофилла. На отпечатках терминального щитка хорошо различима срединная жилка. Ее ширина у основания щитка ~1 мм, к его верхушке она постепенно сужается. Терминальные щитки спорофиллов, расположенных в верхней части оси, смыкались между собой, образуя заостренную верхушку стробила.

Спорангий в горизонтальном сечении округло-треугольного очертания, в вертикальном – округло-ромбического. Его ширина близка к ширине ножки спорофилла, высота ~2,5 мм. Спорангий прикрепляется не ко всей поверхности ножки спорофилла, а только вдоль ее средней части.

При мацерации фитолейм спорангиев удалось выделить небольшое число однотипных спор (табл. I, фиг. 2–9). Стробил оказался микроспорангиатным. Споры трилетные, в полярном положении округло-треугольного очертания, диаметром 42–54 мкм. У многих зерен наблюдается расслоение экзины с образованием кавы. Поверхность спор гладкая или несет мелкую скульптуру, вероятно, зернистого типа. Изученные споры, согласно заключению палинологов Л.Н. Петерсон и Н.Б. Доновой, могут быть отнесены к нескольким родам дисперсных миоспор: *Endoculeospora* (Staplin) Turnau, *Vallatisporites* Hacquerbard, *Diaphanospora* (Balme et Hassell) Evans, *Turrissporites* Lubert, *Stenozonotriletes* (Naumova) Hacquerbard, *Archaeozonotriletes* Naumova.

Замечания. Стробилы плауновидных, содержащие, подобно *Mirastrobus sivitckovi*, микроспоры, которые можно отнести к разным таксонам дисперсных миоспор, неоднократно описывались в литературе [Leisman, 1970; Chitale, Pigg, 1996; Libertín et al., 2005]. Это явление может быть связано, с одной стороны, с естественной изменчивостью спор, с другой – с недостатками палинологической систематики.

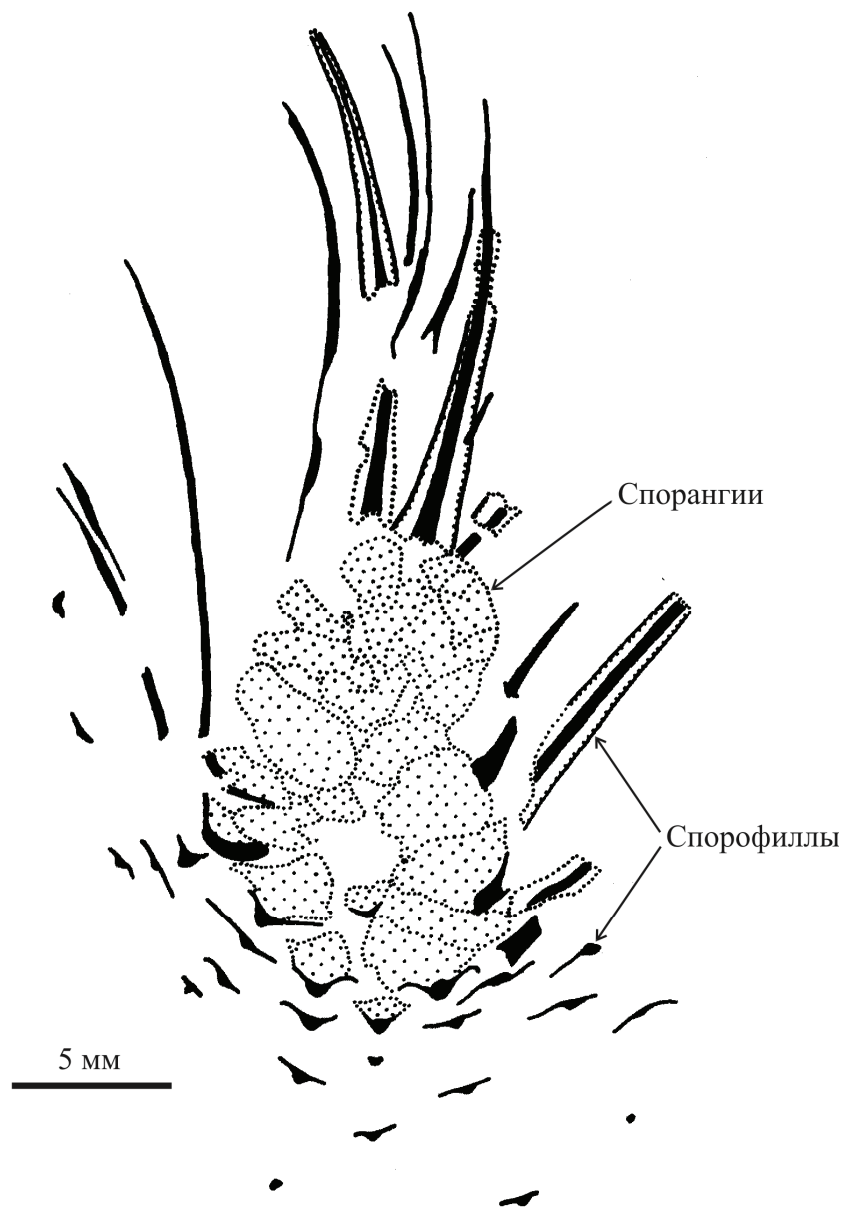


Рис. 2. *Mirastrobus sivitckovi* sp. nov., голотип №4912/1А-1: большая часть фитолеймы стробила («отпечаток») до препарирования; на поверхности раскола видны косые, поперечные и продольные срезы фитолейм спорангиев, терминальных щитков и ножек спорофиллов; в верхней части наблюдаются отпечатки терминальных щитков, часто представленные только толстой жилкой

Благодарности

Авторы признательны И.А. Игнатьеву (ГИН РАН, Москва) за ценные замечания при подготовке статьи, В.Е. Сивчикову за консультации по стратиграфии Минусинского бассейна, а Л.Н. Петерсон и Н.Б. Доновой (ОАО «Красноярскгеолсъемка», Красноярск) – за комментарии по поводу строения и систематического положения изученных микроспор.

Литература

- Биостратиграфия, фауна и флора карбона хребта Дэнг-Нуру в Южной Монголии. – М.: Наука, 1983. – 104 с. (Тр. Совместной советско-монгольской палеонтологической экспедиции. Вып. 21).
- Дуранте М.В. Нижнекаменноугольная флора Монголии // М.А. Ахметьев (ред.). Палеофлористика и стратиграфия фанерозоя. – М., 1989. – С. 17–31.
- Дуранте М.В. Валидизация некоторых таксонов плауновидных из раннего карбона Монголии // *Lethaea rossica*. Российский палеоботанический журнал. – 2009. – Т. 1. – С. 51–54.
- Дуранте М.В., Макулбеков Н.М., Лувсанцэден У. Класс Лусородиорсида. Плауновидные // А.Ю. Розанов (гл. ред.). Палеонтология Монголии: Флора фанерозоя. – М.: ГЕОС, 2009. – С. 62–70.
- Зоненшайн Л.П., Казьмин В.Г., Натанов Л.М. и др. Палеогеографический атлас Северной Евразии – М.: Ин-т тектоники литосферных плит, 2000. – 26 л. (компакт-диск).
- Зорин В.Т. Нижний карбон Минусинского прогиба (стратиграфия, флора). – СПб.: Изд-во Разумовой Н.А., 1998. – 144 с.
- Мейен С.В. Основы палеоботаники: Справочное пособие. – М.: Недра, 1987. – 404 с.
- Мейен С.В. Каменноугольные и пермские лепидофиты Ангариды // С.В. Мейен. Теоретические проблемы палеоботаники. – М.: Наука, 1990. – С. 76–124.
- Мосейчик Ю.В. Корреляция нижнекаменноугольных отложений Европы и Ангариды по палеоботаническим данным // Ископаемые растения и стратиграфия позднего палеозоя Ангариды и сопредельных территорий. – М.: ГЕОС, 2009. – С. 48–50.
- Brack-Hanes S.D., Thomas B.A. A re-examination of *Lepidostrobus* Brongniart // Bot. J. Linn. Soc. – 1983. – Vol. 86. – №1/2. – P. 125–133.
- Chitale S., Pigg K.B. *Clevelandodendron ohioensis*, gen. et sp. nov., a slender upright lycopsid from the Late Devonian Cleveland Shale of Ohio // Amer. J. Bot. – 1996. – Vol. 83. – P. 781–789.
- Iannuzzi R., Pfefferkorn H.W., Díaz-Martínez E., Al-leman V., Suarez-Soruco R. La flora Eocarbonífera de la Formación Siripaca (Grupo Ambo, Bolivia) y su correlación con la flora de Paracas (Grupo Ambo, Perú) // Boletín de la Sociedad Geológica del Perú. – 1998. – Vol. 88. – P. 39–51.
- Leisman G.A. A petrified *Sporangiostrobus* and its spores from the Middle Pennsylvanian of Kansas // Palaeontographica B. – 1970. – Bd 129. – S. 166–177.
- Lejal-Nicol A., Boureau Éd. Sur deux Lycophytes du Carbonifère inférieur de Fort-Polignac (Sahara central) // C. R. 96^e Congr. national des sociétés savants, Toulouse, 1971. Sciences. – 1973. – Т. 5. – P. 11–35.
- Libertín M., Bek J., Dašková J. Two new species of *Kladnostrobus* nov. gen. and their spores from the Pennsylvanian of the Kladno-Rakovník Basin (Bolsvian, Czech Republic) // Geobios. – 2005. – Vol. 38. – P. 467–476.
- Meyen S.V. Carboniferous and Permian lepidophytes of Angaraland // Palaeontographica B. – 1976. – Bd 157. – S. 112–157.
- Taylor T.N., Taylor E.L., Krings M. Paleobotany: The biology and evolution of fossil plants. 2nd ed. – N.Y.: Acad. Press, 2009. – XXII+1230 pp.

Объяснения к фототаблице

Таблица I

Фиг. 1–9. *Mirastrobus sivtchikovi* sp. nov.; правый берег р. Абакан, в 2 км к западу от пос. Изыхские Копи, в окрестностях г. Абакан; байновская свита, визейский ярус: 1 – голотип

№4912/1А-1, наибольшая часть фитолеймы стробила («отпечаток») после препарирования; 2 – оболочка спорангия с микроспорами, извлеченная из «противоотпечатка» голотипа, экз. №4912/1В-1; 3–9 – отдельные микроспоры из того же экземпляра.

