

КРАТКИЕ
СООБЩЕНИЯ

УДК 551.735:(552.122:556.123)477.8]

**СЛЕДЫ ДОЖДЕВЫХ КАПЕЛЬ
В ОТЛОЖЕНИЯХ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПЕРИОДА
НА ЮГО-ЗАПАДНОЙ ОКРАИНЕ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ
ПЛАТФОРМЫ**

© 2004 г. В. Ф. Шульга

*Институт геологических наук Национальной Академии наук Украины
01054 Киев, ул. Олесь Гончара, 556
E-mail: info@igs.org.ua*

Поступила в редакцию 16.07.2002 г.

Приводятся данные о распространении дождей в период образования карбоновой угленосной формации Львовско-Вольнского бассейна, расположенного на юго-западной окраине Восточно-Европейской платформы. Они выражены в форме многочисленных следов дождевых капель, развитых преимущественно в основной промышленно-угленосной (бужанской) свите в пределах окраинных многократно осушающихся частей приморских озер, опресненных лагун и заливов, реже – в поймах рек. Описываемые текстуры в карбоне юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы найдены впервые. Их изучение имеет большой интерес для установления палеогеографических и палеоклиматических условий.

Данная статья является продолжением публикаций, характеризующих текстурные знаки на плоскостях наложения, развитые в угленосных формациях. В дополнение к ранее охарактеризованным следам древних газовыделений [Шульга и др., 2000] в настоящей статье описываются следы, оставленные дождевыми каплями при падении их на земную поверхность.

Хорошо известно, что одним из важнейших факторов, способствующих пышному развитию растительности и образованию в больших объемах материнского вещества углей, является теплый влажный климат с обильными дождями. Исходя из этого, следовало бы ожидать широкого распространения в угленосных формациях следов древних дождей. Однако отпечатки дождевых капель до сих пор относятся к текстурам, которые редко встречаются в ископаемом состоянии. Несмотря на то, что они были описаны более 150 лет тому назад [Шрок, 1950], публикации, посвященные этому вопросу, по-прежнему крайне редки. Полностью отсутствуют работы, характеризующие следы капель дождей в угленосных формациях. В фундаментальных сводках Ю.А. Жемчужникова [1948], Г.А. Иванова [1967] указанные текстуры даже не упоминаются. В то же время их исследование имеет важное значение для познания факторов, определяющих образование угленосных толщ.

В данном аспекте значительный интерес представляют следы дождевых капель, впервые обнаруженные нами в породах карбона Львовско-Вольнского угольного бассейна (ЛВБ), расположенного на юго-западной окраине Восточно-

Европейской платформы вблизи государственной границы Украины с Польшей (рис. 1а).

Визейско-раннебашкирская (визе–намюр А, В, С) паралическая угленосная формация бассейна мощностью свыше 1400 м представлена переслаивающимися песчаниками, алевролитами, аргиллитами, известняками, углями. В формации различаются подформации: нижняя болотно-морская слабоугленосная и верхняя аллювиально-озерно-болотно-лагунная высокоугленосная (см. рис. 1б). На территории ЛВБ с северо-востока на юго-запад выделяются три угленосных района: Нововольнский, Червоноградский и Юго-Западный.

Тектурные знаки, развитые на поверхностях напластования угленосных отложений и трактующие нами как следы дождей каменноугольного периода, обнаружены на всей территории бассейна в 34 разрезах угленосной формации, детально описанных по керну разведочных скважин. При описании каждый слой (независимо от мощности) выделялся и характеризовался как литогенетический тип с определенными первичными генетическими признаками [Давыдова, Гольдштейн, 1947; Жемчужников и др., 1980]. Следы отпечатков дождевых капель были изучены на более чем 200 поверхностях напластования.

**МОРФОЛОГИЯ СЛЕДОВ
ДОЖДЕВЫХ КАПЕЛЬ**

Рассматриваемые в статье образования обычно развиты в сильно глинистых алевролитах, в алевролитистых аргиллитах с прерывистой гори-

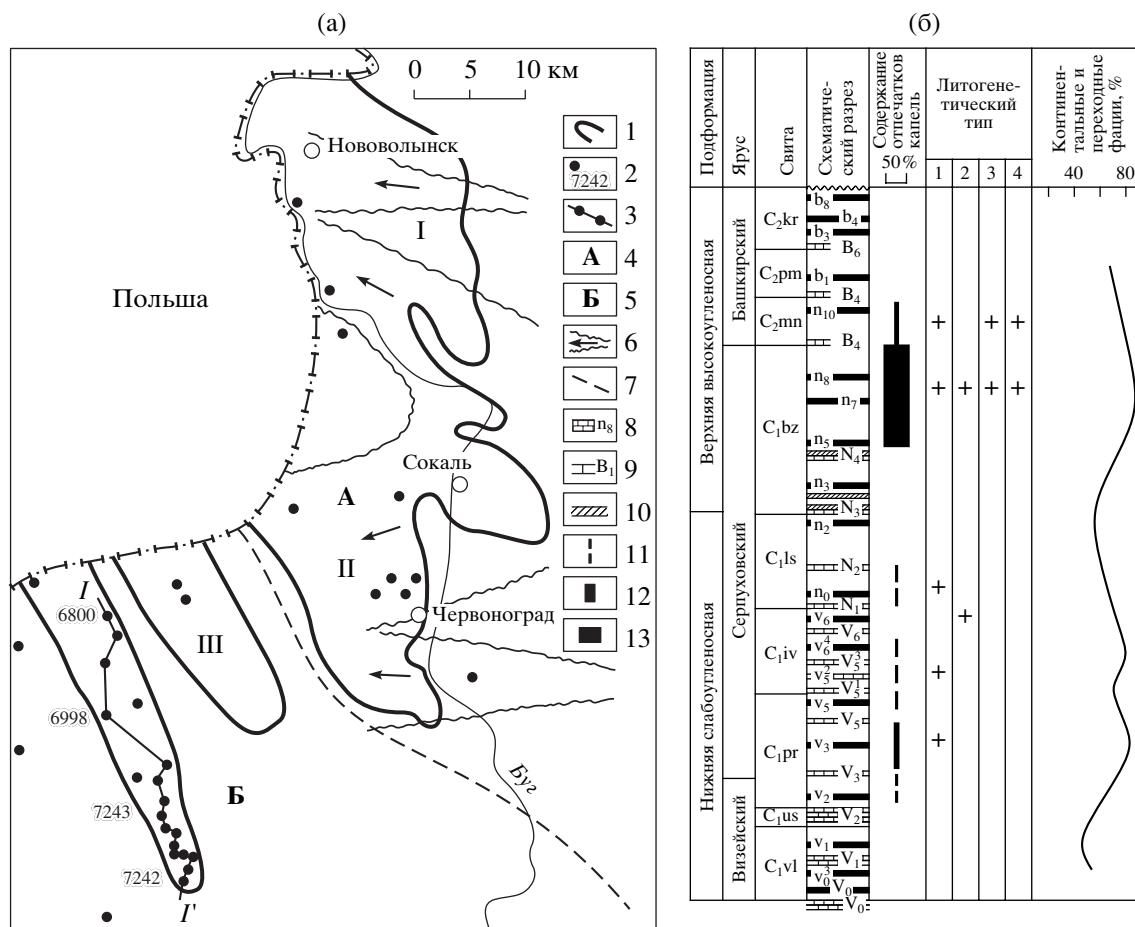


Рис. 1. Литолого-палеогеографическая схема Львовско-Волинского бассейна времени образования верхней угленосной подформации с указанием местоположения разрезов с находками следов капель дождей каменноугольного периода (а) и распределение отпечатков дождевых капель в вертикальном разрезе угленосной формации (б).

1 – контур промышленной угленосности; 2 – разрезы с находками следов капель дождей; 3 – направление фациального профиля; 4–5 – литолого-палеогеографические подзоны: 4 – повышенного распространения песчано-алевритовых осадков устьев и низовьев рек, пониженного развития углистых осадков торфяных болот, алеврито-глинистых и карбонатных осадков приморских озер, лагун, мелкого моря, 5 – пониженного распространения песчано-алевритовых осадков устьев и низовьев рек, повышенного развития углистых осадков торфяных болот, алеврито-глинистых осадков приморских озер и лагун; 6 – палеогеографические системы с указанием преобладающих направлений течений; 7 – граница палеогеографических подзон; 8 – пласт угля и его индекс; 9 – пласт известняка и его индекс; 10 – сидониевый горизонт; 11–13 – содержание следов капель дождя: 11 – единичные находки, 12 – до 10%, 13 – более 10% (показано в масштабе).

Угленосные районы: I – Нововольнский, II – Червоноградский, III – Юго-Западный.

Свиты: vl – владимирская, us – устилужская, pr – порицкая, iv – иваничская, ls – лишнянская, bz – бужанская, mr – моровичская, pm – паромовская, kr – кречевская.

зонтальной, горизонтально-волнистой, линзовидной слоистостью, подчеркнутой прослоями мелкозернистого, более светлого алевролита толщиной 1–3 мм, реже – послойным скоплением растительного детрита. Текстуры обнаружены на верхней поверхности аргиллитов на контакте с покрывающими их алевролитами. Они представлены ямками округлой или овальной формы глубиной до 3 мм (рис. 2, За, в, д). Довольно часто края ямок несколько приподняты и имеют форму асимметричных валиков высотой до 1.5 мм. Диаметр углубления колеблется от 1–2 мм до 8–10 мм.

Ямки диаметром до 2 мм, 2–5 мм и более 5 мм составляют соответственно 73, 26 и 1% от их общего количества. На нижней поверхности покрывающих их слоев алевролитов знаки представлены слепками, имеющими форму округлых, реже – конусовидных бугорков (см. рис. 3б, г, е, ж, з). Их диаметр и высота соответствуют текстурам, развитым на верхней поверхности плоскостей наслаения. Вместе с указанными текстурами встречаются следы ползания организмов, а также трещины усыхания, заполненные алевритовым материалом (см. рис. 3з). Развитые на плоскостях напла-

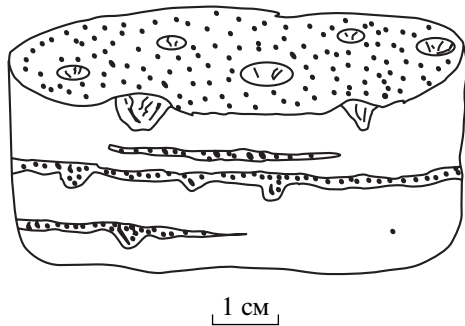


Рис. 2. Характер расположения в керне следов дождевых капель.

тования ямки имеют разные размеры, беспорядочное и неравномерное распределение. Одно углубление встречается на площади от 0.5 до 7 см². В 64% случаев наблюдений над текстурами одно углубление встречается на площади не более 1–2 см². Ямки овальной формы длинной стороной обычно ориентированы в определенном направлении (см. рис. 3д). На этом же рисунке видно наложение друг на друга текстур разных генераций.

Указанные выше знаки имеют характерные, четко выраженные диагностические признаки и аналогичны следам капель дождя, наблюдаемым на поверхностях напластования современных и древних отложений [Дмитриева и др., 1962; Наливкин, 1955; Петтиджон, 1981; Рейнек, Сингх, 1981; Рухин, 1961; Чалышев, 1962; Шрок, 1950; Шванов, 1969; Richter, 1954]. Неправильная округлая и овальная форма ямок отличает их от знаков выделений газа, а небольшие размеры углублений – от сходных с ними следов градин. Влияние на формирование описываемых текстур частичек льда маловероятно из-за того, что в карбоне территория ЛВБ располагалась в пределах экваториального пояса – Вестфальской (Еврамерийской) флористической зоны с жарким тропическим и субтропическим климатом [Мейен, 1987].

ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТЛОЖЕНИЙ

Текстуры, образовавшиеся при падении дождевых капель на земную поверхность, обнаружены в отложениях, представленных четырьмя основными литогенетическими типами:

1. Аргиллит алевритистый, алевролит сильно глинистый серый с горизонтальной волнистой слоистостью, подчеркнутой алевритовым материалом со скоплением растительного детрита и крупных фрагментов растений.

2. Аргиллит с прерывистой тонкой горизонтальной слоистостью, подчеркнутой алевритовым материалом, с пресноводными двустворками, редкими лингулами.

3. Аргиллит алевритистый с крупными ленто-видной формы растительными остатками на плоскостях наслоения, редкими пресноводными двустворками.

4. Аргиллит с четкой тонкой горизонтальной слоистостью, подчеркнутой алевритовым материалом, а также изменением цвета породы, без фауны и растительных остатков.

Как показал формационный анализ угленосных отложений бассейна [Шульга и др., 1992], первые три литогенетических типа являются отложениями приморских озер, сильно опресненных лагун и заливов (фашия Оп). Помимо широкого развития горизонтально- и волнисто-слоистых текстур, весьма характерным признаком данных образований является присутствие в них многочисленных эвригалинных пресноводных двустворчатых моллюсков: *Najadites truemanus f. normalis*, *N. cf. truemanus f. samsonowiczii*, *N. moravicus f. lata*, *Curvirimula belgica f. normalis*, *Curvirimula rolandi*, *C. cf. ludmilae*, *Anthraconaia lenisulcata*. В породах встречаются чешуя рыб *Elonichthys robbisoni*, *E. egertoni*, *E. geikiei*, *Drydenius sp.*, а также лингулы. На плоскостях наслоения располагается многочисленный обугленный растительный детрит, реже – крупные, плохой сохранности, перетолженные фрагменты каламитов: *Mesocalamites cistiformis*, *M. cf. ramifer*, *M. roemeri*. Встречаются редкие листья и фрагменты листьев птеридоспермов: *Cordaites principalis*, а также *Neuropteris gigantea* и *Mariopteris sp.* Располагающиеся на плоскостях наслоения крупные лентовидные растительные остатки, характерные для третьего литогенетического типа, по-видимому, являются фрагментами аппендиксов стигмарий.

Отложения приморских озер, сильно опресненных лагун и заливов имеют мощность 0.3–5.0 м и обычно располагаются непосредственно на угольных пластах в трансгрессивной части седиментационных циклов первого порядка (рис. 4). Около 75% находок следов капель дождей расположено в слоях мощностью 0.3–1.5 м.

Четвертый литогенетический тип относится к фашии алевритовых, песчаных и глинистых осадков пойм. Его формирование происходило в небольших озерных или старичных водоемах, существовавших в устьях и низовьях рек [Шульга и др., 1992]. Обычно эти отложения образуют небольшие по мощности (1–1.5 м) и невыдержанные по площади слои, располагающиеся среди аллювиальных и пойменных образований в подугольной регрессивной части литоциклов первого порядка.

Примерно 95% находок следов капель дождей обнаружено в фашии Оп. Из них около 75% – в первом литогенетическом типе. Наименьшее распространение текстур отмечается в пойменных аргиллитах.

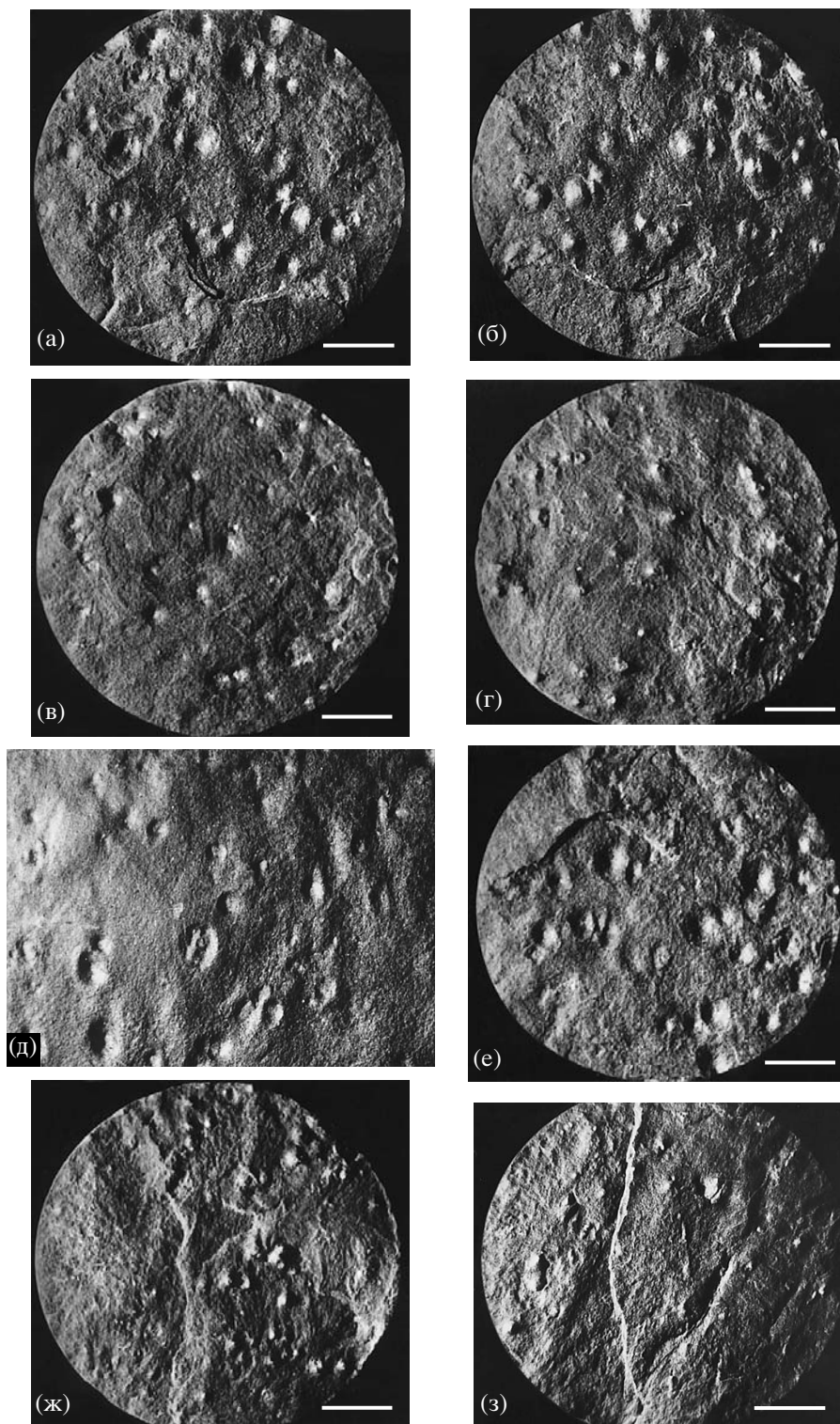


Рис. 3. Следы капель дождей на поверхностях наслоения отложений бужанской свиты.

а – ск. 9667 (инт. гл. 565.6–566.1 м), верхняя поверхность слоя (Червоноградский район); б – то же, нижняя поверхность; в – скв. 9180 (инт. гл. 420.7–421.2 м), верхняя поверхность слоя (Червоноградский район); г – то же, нижняя поверхность; д – скв. 6044 (инт. гл. 1059.8–1060.8 м), верхняя поверхность слоя (Юго-Западный район), X2; е – с в. 9667 (566.1–566.6 м) верхняя поверхность слоя (Червоноградский район); ж – скв. 9180 (инт. гл. 421.2–421.5 м), нижняя поверхность слоя (Червоноградский район); з – скв. 6800 (инт. гл. 829.4–830.9 м), нижняя поверхность слоя (Юго-Западный район).

Масштабная линейка – 1 см. Освещение – слева.

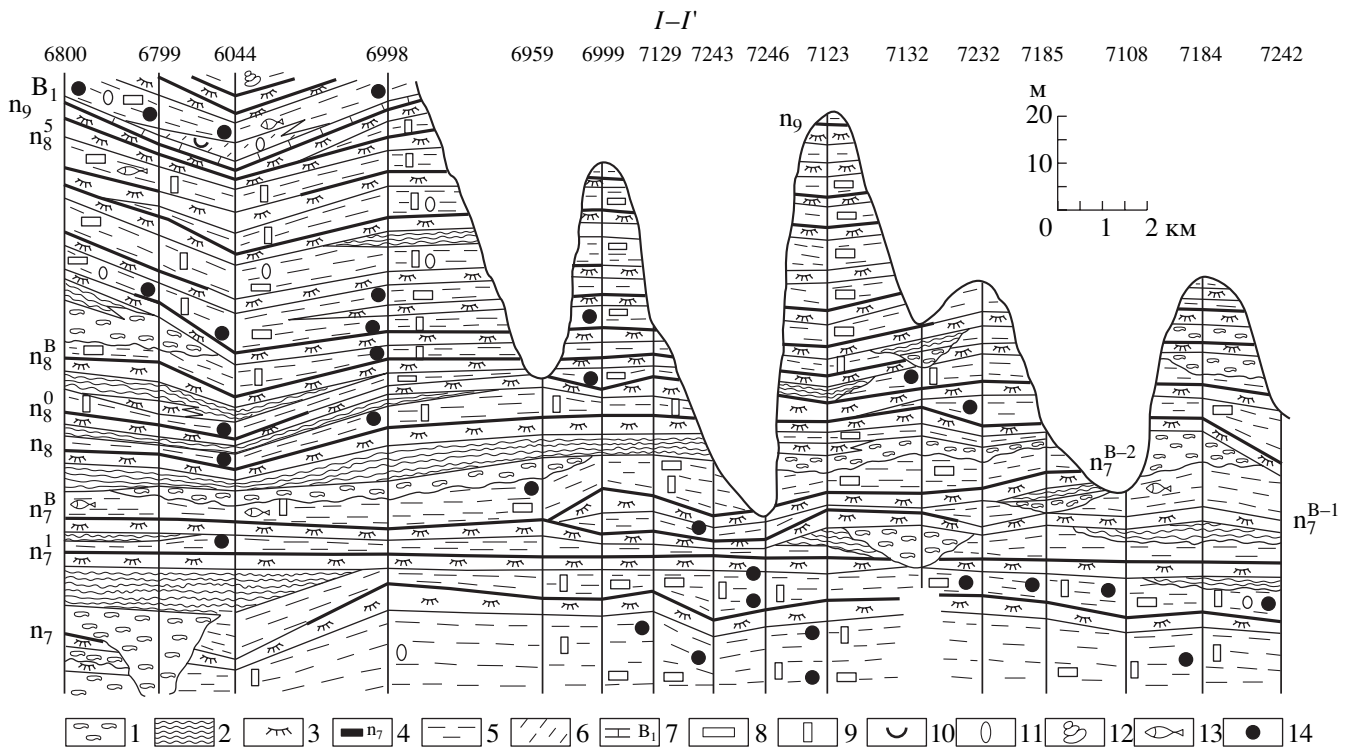


Рис. 4. Фациальный профиль верхней части бужанской свиты с указанием находок следов капель дождей.

1–7 – фации: 1 – алевритовых и песчаных осадков устьев и низовьев рек, 2 – алевритовых и глинистых осадков пойм, 3 – алевритовых и глинистых осадков заболоченных приморских низменностей, 4 – углистых осадков торфяных болот и сапропелевых озер (угольный пласт и его индекс), 5 – глинистых и алевритовых осадков приморских озер, сильно опресненных лагун, 6 – глинистых и алевритовых осадков лагун, 7 – карбонатных осадков моря (пласт известняка и его индекс); 8 – пресноводные двустворки; 9 – двустворки; 10 – брахиоподы; 11 – лингулы; 12 – гастроподы; 13 – рыбы; 14 – следы дождевых капель.

Направление профиля см. рис. 1а.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ СЛЕДОВ КАПЕЛЬ ДОЖДЕЙ

Вертикальное распространение следов дождевых капель оценивалось процентным содержанием слоев с указанными текстурами в седиментационных циклах 3-го порядка (интервалы разреза мощностью 80–100 м). При этом было установлено довольно широкое и в то же время неравномерное распространение отпечатков капель дождей в разрезе угленосной формации (см. рис. 1б). Наибольшее их развитие характерно для высокоугленосной лагунно-болотной подформации, а именно для верхней части основной промышленно-угленосной (бужанской) свиты. В интервале разреза между известняками N_4 и B_1 располагается более 60% общего количества находок отпечатков капель дождей. Указанные текстуры пока не обнаружены в самой нижней и верхней частях разреза угленосной формации, а также в интервале разреза между известняками N_2 и N_4 .

Для отпечатков дождевых капель характерно неравномерное их распределение в пределах отдельных слоев. Как правило, они приурочены к

небольшим по мощности (10–30 см) прослоям. Благодаря небольшой удаленности описанных разрезов друг от друга (1–3 км) удалось установить, что помимо локального местонахождения следов капель дождей, они располагаются также в пределах относительно выдержанных по площади горизонтов, находящихся в кровле угленосных пластов (см. рис. 4). На площади бассейна количество находок отпечатков дождевых капель в верхней угленосной подформации увеличивается в юго-западном направлении от Нововольнского района к Юго-Западному (см. рис. 1а).

Приуроченность большинства найденных нами текстур к фации Оп подтверждает представления многих исследователей [Градинский и др., 1980; Попов и др., 1963; Хворова, 1957; Чалышев, 1962; Richter, 1954] о существовании наиболее благоприятных условий для захоронения следов ударов дождевых капель о поверхность влажных глинистых и алевритовых осадков на прибрежных, наиболее мелководных участках озер, лагун и заливов, часто осушающихся из-за сгонно-нагонных, приливно-отливных явлений. В поймах рек следы капель дождя связаны только с отло-

жениями небольших озерных водоемов (четвертый литогенетический тип). Из-за небольших шансов для захоронения указанные текстуры в других континентальных отложениях нами не были обнаружены.

Зависимость образования и захоронения следов капель дождя от фациальных обстановок четко отразилась в распределении указанных текстур в вертикальном разрезе угленосной формации и по площади бассейна. Широкое развитие переходных и континентальных фаций в верхней угленосной подформации обусловило наибольшее распространение отпечатков дождевых капель в бужанской свите. Здесь они были обнаружены в четырех литогенетических типах фаций Оп и речных пойм (см. рис. 1б). Напротив, значительное распространение морских обстановок определило более ограниченное развитие (и даже полное отсутствие) отпечатков капель дождей в нижней угленосной подформации, где они были найдены только в одном литогенетическом типе фации Оп.

Касаясь установленных ранее особенностей распределения следов дождевых капель по площади бассейна, в первую очередь следует отметить, что в период образования верхней угленосной подформации область сноса находилась в 50–60 км к северо-востоку от современных границ ЛВБ [Шульга и др., 1992]. Юго-западнее располагалась обширная приморская низменность, часто заливавшаяся в периоды ингрессий и трансгрессий моря, которое находилось юго-западнее изученной территории. Это определило существование на территории ЛВБ двух литолого-палеогеографических подзон северо-западного простирания (см. рис. 1а). Для формирования следов дождевых капель и перехода их в ископаемое состояние наиболее благоприятные условия существования во второй подзоне с более широким (по сравнению с первой подзоной) распространением переходных обстановок от континентальных к морским. Этим объясняется указанная выше тенденция увеличения распространения отпечатков капель дождей по площади ЛВБ в юго-западном направлении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложенные в статье материалы указывают на широкое распространение около 320 млн. лет тому назад дождей в карбоне на территории Евразийской флористической зоны. Они были разной степени интенсивности и часто сопровождалась ветрами. Вместе с тем, отсутствие отпечатков капель крупных размеров указывает на специфический характер дождей, возможно связанный с особенностями атмосферы каменноугольного периода. Наши наблюдения подтверждают выводы ряда исследователей [Попов и др., 1963; Селли, 1981] о возможности массового захо-

ронения следов дождевых капель не только в аридном, но и в других климатических поясах, а также о широком распространении указанных текстур в окраинных, многократно осушающихся частях водоемов.

Настоящей публикацией мы хотели привлечь внимание геологов к изучению следов капель дождей. Массовые, систематические наблюдения позволят уточнить их диагностические признаки, особенности вертикального и латерального распространения, генезис, что будет способствовать расширению существующих представлений о палеоклиматических и палеогеографических условиях накопления угленосных формаций.

Горизонты со следами капель дождей, установленные в ЛВБ, подобны raindrops horizons A1, A2, E1, E2 вестфала В Кампинского горного района Бельгии [Parrot и др., 1983] и в дальнейшем могут быть использованы в качестве дополнительных маркирующих признаков при корреляции угленосных разрезов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Градзинский Р., Костецкая А., Радомский А. и др. Седиментология. М.: Недра, 1980. 640 с.
- Давыдова Т.Н., Гольдштейн Ц.Л. Выделение литогенетических типов отложений как основа литогенетического исследования угленосных толщ // Тр. Ин-та геол. наук АН СССР. 1947. Вып. 90. № 2. С. 85–95.
- Дмитриева Е.В., Ершова Г.И., Орешникова Г.И. Атлас текстур и структур осадочных горных пород. М.: Госгеолтехиздат, 1962. Ч. 1. 576 с.
- Жемчужников Ю.А. Общая геология ископаемых углей. М.: Углетехиздат, 1948. 491 с.
- Жемчужников Ю.А., Яблоков В.С., Боголюбова Л.И. и др. Строение и условия накопления основных угленосных свит и угольных пластов среднего карбона Донецкого бассейна. М.: Изд-во АН СССР, 1959–1960. Ч. I. 332 с.
- Иванов Г.А. Угленосные формации. Л.: Наука, 1967. 407 с.
- Мейен С.В. Основы палеоботаники. М.: Недра, 1987. 403 с.
- Наливкин Д.В. Учение о фациях. Т. I. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 534 с.
- Петтиджон Ф.Д. Осадочные породы. М.: Недра, 1981. 751 с.
- Попов В.И., Макарова С.П., Филлипов А.А. Руководство по определению осадочных фациальных комплексов и методика фациально-палеогеографического картирования. Л.: Госгоптехиздат, 1963. 714 с.
- Рейнек Г.Э., Сингх И.Б. Обстановки терригенного осадконакопления. М.: Недра, 1981. 439 с.
- Рухин Л.Б. Основы литологии. 2-е изд. Л.: Госгоптехиздат, 1961. 779 с.
- Селли Р.К. Введение в седиментологию. М.: Недра, 1981. 340 с.

Хворова И.В. Изучение текстурных знаков на поверхностях наложения // Методы изучения осадочных пород. М.: Госгеолтехиздат, 1957. С. 88–94.

Чальшиев В.И. Находка отпечатков дождевых капель // Докл. АН СССР. 1962. Т. 145. № 1. С. 150–179.

Шванов В.Н. Песчаные породы и методы их изучения. Л.: Недра, 1969. 248 с.

Шрок Р. Последовательность в свитах слоистых пород. М.: ИЛ, 1950. 564 с.

Шульга В.Ф., Лелик Б.И., Гарун В.И. Атлас литогенетических типов и условия образования угленосных от-

ложений Львовско-Волынского бассейна. Киев: Наукова думка, 1992. 176 с.

Шульга В.Ф., Лукин А.Е., Лелик Б.И. Ископаемые знаки выделений газа в угленосных отложениях Львовско-Волынского бассейна // Литология и полез. ископаемые. 2000. № 5. С. 554–560.

Paprot E., Duser M., Bless M. Bio- and lithostratigraphic subdivisions of the Silesian in Belgium, a review // Annal. de la Soc. Geol. de Belg. 1983. Т. 106. Р. 241–283.

Richter R. Marken von Schaumblasen als Kennmal des Auftauch-Bereichs im Hunsruckschicfer-Meer // Senck. leth. 1954. В. 35. № 1/2. S. 101–106.

Сдано в набор 23.03.2004 г.

Подписано к печати 20.05.2004 г.

Формат бумаги 60 × 88¹/₈

Офсетная печать

Усл. печ. л. 14.0

Усл. кр.-отт. 3.0 тыс.

Уч.-изд. л. 14.0

Бум. л. 7.0

Тираж 207 экз.

Зак. 8514

Учредители: Российская академия наук,
Геологический институт РАН

Адрес издателя: 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90

Оригинал-макет подготовлен МАИК “Наука/Интерпериодика”

Отпечатано в ППП “Типография “Наука”, 121099 Москва, Шубинский пер., 6