

**К-14038**

ISSN 0453-8048  
ISSN 0153-1826

**П300246**

# ВЕСТНИК

---

**ХАРЬКОВСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА**

**№ 198**

**ГЕОЛОГИЯ И ГЕОГРАФИЯ  
ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ УКРАИНЫ**

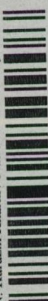
**Выпуск 11**

1 р. 10 к.



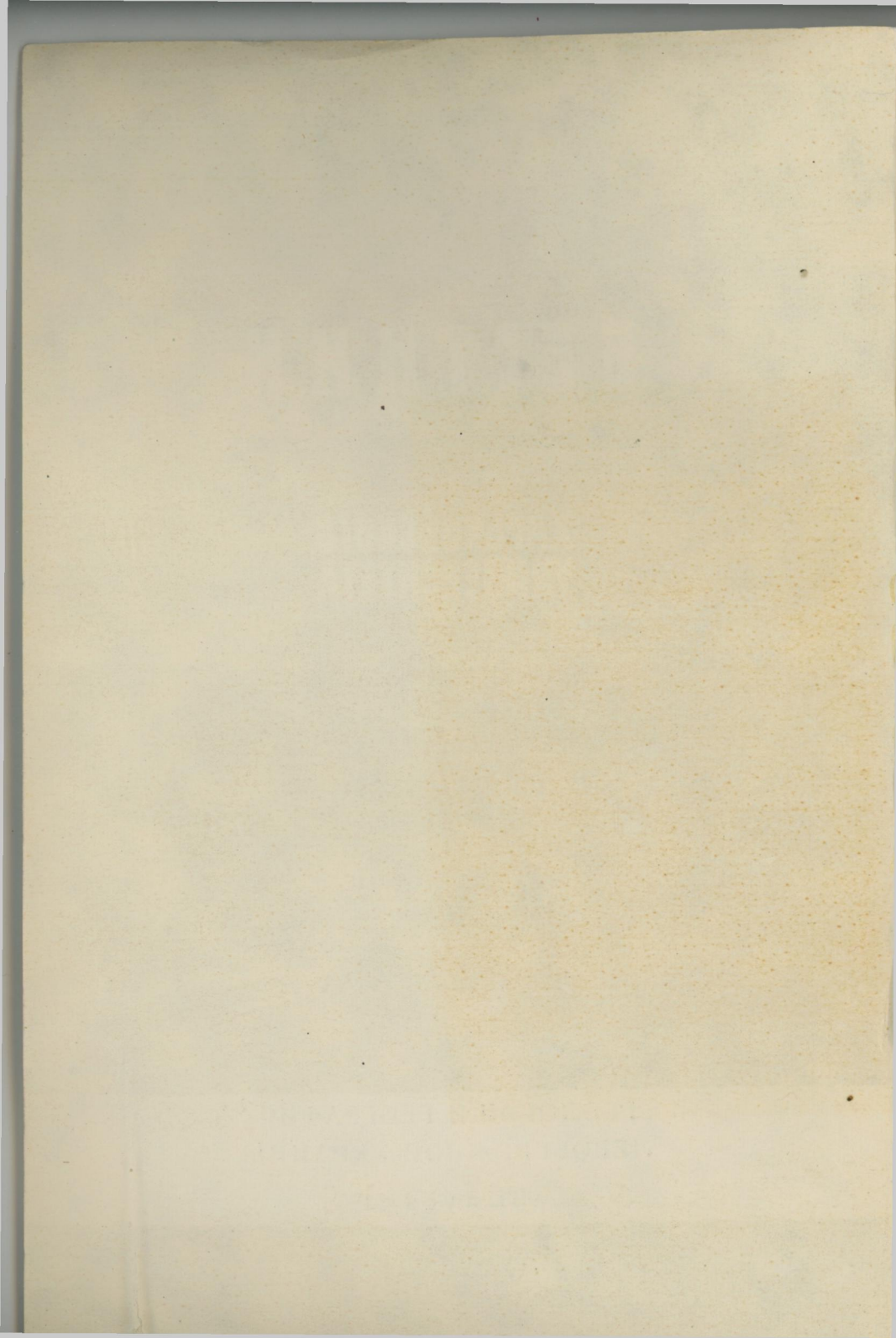
Вестн. Харьк. ун-та, 1980, № 198, 1—96+8.

V.N. Karazin Kharkiv National University



00278629

8



МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР

**ВЕСТНИК**  
ХАРЬКОВСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА  
№ 198

---

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОГРАФИЯ  
ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ УКРАИНЫ

---

ВЫПУСК 11

Основан в 1970 г.

ХАРЬКОВ  
ИЗДАТЕЛЬСТВО ПРИ ХАРЬКОВСКОМ  
ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ  
ИЗДАТЕЛЬСКОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ «ВИЩА ШКОЛА»

1980

26.3+26.8

УДК 551.453

**Геология и география Левобережной Украины, вып 11.**  
— Вестн. Харьк. ун-та, № 198. — Харьков. Изд-во  
при Харьк. ун-те. Вища школа. 1980. — 96+8 с.

В вестнике описаны направления поисков месторождений некоторых неметаллических полезных ископаемых, рассмотрены вопросы стратиграфии и биогеохимии, литологии и палеогеографии, а также формирования и охраны подземных вод. Приведены результаты исследований по физической и экономической географии.

Для научных работников, специалистов и студентов.  
Списки лит. в конце статей.

*Редакционная коллегия:* Г. Д. Соболев (отв. ред.),  
О. И. Бублай (отв. секр.), Г. П. Дубинский,  
П. В. Зарицкий, П. В. Ковалев, И. И. Литвин,  
Г. Г. Малеваный.

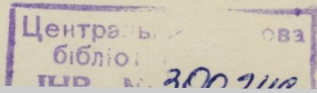
Печатается по решению Ученого совета геолого-географического факультета Харьковского государственного университета (протокол № 7 от 16 марта 1979 г.).

*Адрес редакционной коллегии:* 310077, Харьков-77,  
пл. Дзержинского, 4, университет, геолого-географический факультет, тел. 40-17-69

Редакция естественнонаучной литературы

2182  
20700—030  
В М(226)04

© Харьковский  
государственный  
университет, 1980



УДК 553.623 (477.52)

И. И. ЛИТВИН, канд. геол.-минерал. наук,  
М. Ф. ХИЖНЯК, Е. А. РЯЗАНОВ, Б. Г. ЧЕРВОНЫИ

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПЛОЩАДИ ДЛЯ ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЕСКОВ В СУМСКОЙ ОБЛАСТИ

Возросшие объемы строительных работ в Сумской области требуют усиления обеспеченности строительной промышленности необходимым сырьем и строительными материалами, в том числе песками, пригодными для изготовления бетона, строительных растворов, силикатных изделий, строительства дорог и др. В связи с этим была проведена прогнозная и геолого-экономическая оценка месторождений строительных песков с целью выявления в пределах различных продуктивных горизонтов для поисков новых месторождений наиболее перспективных площадей. Обоснованием выделения последних послужили результаты анализа и обобщения обширных материалов геологической съемки, инженерно-геологических, гидрогеологических и геологоразведочных работ, а также данные полевых обследований месторождений, малоизученных залежей и проявлений строительных песков и их опробования в карьерах и обнажениях. Одновременно выясняли занятость выделенных перспективных площадей и наличие в их пределах свободных земель с целью отторжения под карьеры.

Под продуктивными горизонтами понимаются стратиграфические подразделения, к которым приурочены пески, пригодные для строительных работ и залегающие в благоприятных для разработки горнотехнических условиях (мощность вскрышных пород не более 10—15 м).

Ниже приводится краткая характеристика основных перспективных площадей в пределах различных продуктивных горизонтов для поисков месторождений строительных песков.

**Четвертый продуктивный горизонт.** В пределах четвертичного продуктивного горизонта на территории Сумской области выделено 35 перспективных площадей. Из них наибольшего внимания заслуживают следующие площади.

*Площадь 1.* Охватывает пойменную и боровую террасы р. Десны в Серединобудском районе. Ее размеры достигают 50 км<sup>2</sup>, из них примерно 15 км<sup>2</sup> приходится на незалесенную пойму (боровая терраса покрыта лесом). Мощность песков на пойме 8—10 м, на боровой террасе — до 25 м. Модуль круп-

ности песков — 0,65—1, глинистая составляющая — 2,94—15,32%. При разработке этих песков гидромеханическим способом могут быть получены отмученные пески, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 8736—77 к мелким заполнителям бетона и пескам для изготовления строительных растворов.

Транспортные условия площади не совсем благоприятные. Имеются, главным образом, грунтовые дороги, железная дорога проходит в 10—15 км к востоку от нее. При разработке месторождений песков наиболее целесообразен их вывоз баржами до ст. Пироговка, а дальше — железной дорогой. Ожидаемые запасы песков на пойменной части площади оцениваются примерно до 150 млн. м<sup>3</sup>, на боровой террасе — в три раза больше. Однако отторжение земель под карьеры в последнем случае будет сопряжено с определенными трудностями.

*Площадь 6.* Расположена между селами Ображиевка и Чаплиевка Шосткинского района. Размер площади — 225 км<sup>2</sup>, из них около 10 км<sup>2</sup> могут быть выделены под карьер. В пределах площади находится крупное Богдановское месторождение строительных песков с запасами в 34 млн. м<sup>3</sup>, а также 7 проявлений, установленных геологической съемкой (Собичское-1, Собичское-2, Тимановское-1, Тимановское-2, Пироговское, Калишкинское, Ображиевское).

Перспективная площадь расположена в пределах боровой и однолессовой террас р. Десна. Мощность песков боровой террасы — 31—36 м, однолессовой террасы — 24—34 м. Пески однолессовой террасы находятся под вскрышными породами мощностью 2—3 м. Модуль крупности песков обеих террас — 1,2—2,6 (преобладает 1,5—1,7), глинистая составляющая — 3,4 — 12%. В природном состоянии пески выборочно пригодны для изготовления строительных растворов и в общей массе отвечают требованиям к пескам для производства силикатных изделий.

Большая часть песчаной толщи обводнена. При разработке песков гидромеханическим способом возможно получение их отмученных разностей с глинистой составляющей менее 3%, отвечающих требованиям ГОСТ 8736-77 к пескам для изготовления бетона и применения в строительных работах.

Геологические запасы песков в пределах перспективной площади, которая может быть отведена под карьеры, составляют около 300 млн. м<sup>3</sup>.

Транспортные условия площади удовлетворительные. По западной ее границе проходит р. Десна, к востоку от нее в 6—12 км расположена железная дорога Кролевец — Шостка, в северной части имеется узкоколейная железная дорога Шостка — Пироговка, а на юго-востоке — дорога с каменным покрытием Шостка — Чаплиевка. Особенно перспективными для поисков являются участки площади, на которых боровая и однолессовая террасы прорезаны притоками р. Десна — р. Шосткой на севере и р. Ретью на юге.

*Площадь 7.* Занимает территорию размером 585 км<sup>2</sup> между речья и верховий рек Шостка, Свеса и Клевень к северу от г. Глухов. Свободных земель и земель, легко отторжимых под карьер, в пределах площади нет. Здесь имеется одно мелкое месторождение строительных песков (Лужковское) с запасами в 187 тыс. м<sup>3</sup> и два проявления (Собичское и Годуновское). Перспективная площадь характеризуется наличием мелко- и разнозернистых флювиогляциальных песков мощностью 1,5—15 м, залегающих под вскрышными породами мощностью 0,5—10 м. Модуль крупности песков — 1,45—2,05, глинистая составляющая — 0,4—2,1%. По имеющимся данным, пески могут представлять интерес в качестве сырья для всех строительных работ, однако, изучены они мало. Площадь пересекается двумя железнодорожными линиями и несколькими шоссевыми дорогами.

*Площадь 10.* Является наиболее крупной в Сумской области. Ее размеры — около 600 км<sup>2</sup>, из них около 250 км<sup>2</sup> могут быть отведены под карьеры. Протяженность площади — от восточной границы области до района г. Конотоп на западе, она охватывает однолессовую, боровую и пойменную террасы р. Сейм. Вдоль ее южной границы проходит железнодорожная линия Ворожба — Бурынь — Конотоп, в восточной части — железная дорога Ворожба — Дружба. Площадь включает Щечковское месторождение песков для производства силикатного кирпича с запасами 3 млн. м<sup>3</sup> и 10 проявлений (Сарнавщинское, Гутянское, Бочечковское, Духановское, Корольковское, Пересыпское, Чаплищанское, Песковское, Скуносовское и Дичьское), обнаруженных при геологической съемке. На пойменной террасе мощность песков составляет 5—8 м, местами они замещаются линзами алеврита или суглинка мощностью до 8—10 м, иногда залегают под вскрышей этих же пород мощностью до 4—6 м. На боровой террасе пески имеют среднюю мощность 12—15 м, вскрышные породы здесь отсутствуют. На однолессовой террасе мощность песков достигает 25—26 м, мощность перекрывающих их суглинков — 1—3 м. Большая часть песчаной толщи всех трех террас обводнена. Модуль крупности песков — 1,1—2 (преобладает 1,3—1,5), глинистая составляющая — 0,28—12,5%. Пески местами могут содержать линзы супесей.

В природном состоянии большая часть песков пригодна для производства силикатных изделий и частично строительных растворов. При разработке гидромеханическим способом возможно получение песков, отвечающих требованиям ГОСТ 8736-77, включая и пески для изготовления бетона.

Прогнозные запасы песков в пределах территории, которая может быть выделена под карьеры, составляют не менее 250 млн. м<sup>3</sup>. По положению перспективная площадь может служить центральной базой для снабжения песками всей области. Однако по качеству пески этой площади уступают пескам

перспективной площади 6, расположенной в северо-западной части области.

*Площадь 15.* Находится в долине р. Псел в пределах пойменной, боровой и однолессовой (частично двухлессовой) террас от с. Вел. Чернетчина до с. Бишкань в 20—25 км к югу от г. Сумы, а также в долине р. Сыроватка от с. Самотоевка (к западу от г. Сумы) до ее впадения в р. Псел. Ее размеры достигают 380 км<sup>2</sup>, в том числе около 200 км<sup>2</sup> приходится на пойму, где сравнительно легко может быть получен горный отвод под карьер.

На территории перспективной площади находятся четыре разведанных месторождения песков: Гончаровское с запасами 7,3 млн. м<sup>3</sup>, Басовское-1 и Басовское-2 с запасами соответственно 1,5 и 7,4 млн. м<sup>3</sup>, а также Сумское с запасами 10,9 млн. м<sup>3</sup>. Гончаровское и Сумское месторождения приурочены к пойме р. Псел, их пески отвечают ГОСТ 8736—77 и пригодны для использования в строительном деле. Басовское-1 и Басовское-2 месторождения разведаны в качестве сырьевой базы для заводов силикатного кирпича. Кроме того, здесь имеются два проявления песков — Басовское и Верхне-Сыроватское.

Пески поймы имеют мощность 2,5—15 м и залегают под вскрышными породами мощностью до 3 м. Пески боровой террасы мощностью 14—19 м в верхней части, иногда до глубины 5—6 м, глинистые. На однолессовой террасе пески находятся под вскрышными породами мощностью 1—9 м, их мощность составляет 5—33 м. Большая часть песчаной толщи всех трех террас обводнена.

Пески характеризуются модулем крупности 1—2 (преобладает 1,1—1,5) и глинистой составляющей 1—16%. В природном виде они пригодны для силикатных изделий и частично для изготовления строительных растворов. При разработке гидромеханическим способом возможно получение песков, отвечающих требованиям к мелким заполнителям бетона и пескам для строительных растворов.

Прогнозные запасы песков на легко отторжимых под карьеры площадях составляют не менее 200 млн. м<sup>3</sup>. Перспективная площадь характеризуется наличием густой сети шоссежных дорог и пересекается двумя железнодорожными линиями. Близость к крупному областному центру (г. Сумы) значительно увеличивает практический интерес к этой площади.

*Площадь 19.* Расположена в юго-западной части области в верховье р. Сула (с. Марковка) до с. Перекоповка к юго-западу от г. Ромны. Кроме того, в ее пределах находятся также притоки р. Сула: р. Ромен — от границы Сумской области до ее устья у г. Ромны и р. Терн — от с. Успенка — до устья реки у с. Зеленовка.

Перспективная площадь расположена в пределах пойменной, боровой и частично однолессовой террас; на ее территории раз-

виты также флювиогляциальные отложения. Размеры площади — 347 км<sup>2</sup>, из них около 170 км<sup>2</sup> относительно легко отторжимых под карьеры. На площади имеются 16 проявлений песков, но нет ни одного разведанного месторождения.

Пески пойменной террасы мощностью 11—19 м залегают на глубине 0,5—15 м. Иногда они по простиранию почти полностью замещаются глинами. Мощность песков боровой террасы достигает 15 м, однолессовой террасы — 4—9 м при вскрыше 1—4 м, флювиогляциальных песков — до 30 м при вскрыше 3—5 м. Большая часть песчаной толщи обводнена. Модуль крупности песков 1—2, глинистая составляющая — 1—23% (на пойменной террасе 4,6—15%). В природном виде пески обычно не отвечают даже требованиям, предъявляемым к сырью для силикатных изделий.

При разработке гидромеханическим способом возможно получение песков, пригодных для изготовления строительных растворов, силикатных изделий и частично бетона. Площадь вызывает существенный интерес с точки зрения обеспечения песками строительных работ в г. Ромны и Роменском районе.

*Площадь 22.* Выделена в южной части области, на территории Липоводолинского района, в 20 км к северу от г. Гадяч на пойме и однолессовой террасе р. Грунь. Выделена перспективная площадь на основании общегеологических поисковых предпосылок и поверхностного опробования. Размер площади — 16 км<sup>2</sup>, в том числе пойменной части 4 км<sup>2</sup>. Мощность песков поймы достигает 10 м при вскрыше до 2 м, песков однолессовой террасы — 12—14 м при вскрыше 2—11 м. Модуль крупности песков составляет 1,2—2,1, глинистая составляющая — до 3%. При разработке гидромеханическим способом пески могут отвечать требованиям ГОСТ 8736—77 к пескам для строительных работ, включая и изготовление бетона.

*Площадь 23.* Расположена к югу и востоку от г. Лебедин в пределах однолессовой и частично боровой террас. Размер площади — 86 км<sup>2</sup>. Мощность песков однолессовой террасы 10—17 м при вскрыше 4—5 м, боровой террасы — 18 м. Модуль крупности песков — 1,42—2,13, глинистая составляющая — 0,2—3,25%, т. е. большинство из них пригодны для изготовления строительных растворов и бетона без предварительного обогащения, что в целом необычно для песков боровой террасы.

Пески пойменной террасы по данным поверхностного опробования (отбор проб из обнажений) не отвечают требованиям к строительным пескам. Однако не исключена возможность, что на глубине эти пески изменяются по литологическому составу, как на поймах многих рек изученной территории.

Перспективная площадь, по нашему мнению, заслуживает первоочередного изучения, тем более что она имеет шоссейное и железнодорожное сообщение с областным центром.

*Площадь 26.* Выделена на территории Великописаревского района, от с. В. Писаревка на востоке до северной окраины г. Ахтырка на западе, в пределах поймы, боровой и однолессовой террас р. Ворскла. Размер площади — 190 км<sup>2</sup> в том числе легко отторжимых под карьеры земель на пойме — 30 км<sup>2</sup>. В пределах перспективной площади находятся 6 проявлений песков (Кириковское-1, Кириковское-2, Ивановское, Добренское, Ямное, В. Писаревское), а также Березовское месторождение, выявленное при поисках формовочных песков.

Пески поймы залегают на глубине 1,2—2,7 м, их мощность составляет 2,8—14,6 м. Пески боровой террасы мощностью 11—13 м обнажены на дневной поверхности, обводнены с глубины 4—5 м и покрыты лесом. Пески однолессовой террасы залегают на глубине 1—1,5 м, имеют мощность 7—9 м. По качественным показателям наиболее ценными являются пески поймы с модулем крупности 1,1—2 и глинистой составляющей 2—12%. Пески боровой и однолессовой террас имеют модуль крупности 0,5—1,4 и глинистую составляющую 1,6—10%.

Большая часть разреза песков всех террас обводнена. Сухие пески могут быть рекомендованы только для получения силикатных изделий. При разработке песков гидромеханическим способом возможно получение песков, пригодных для изготовления бетона и строительных растворов.

Геологические запасы песков только в пределах пойменной части перспективной площади составляют не менее 300 млн. м<sup>3</sup>.

*Площадь 32.* Находится в районе г. Ахтырка, в пределах боровой и частично пойменной террас р. Ворскла. Размер площади — 35 км<sup>2</sup>, в том числе пойменной части — 8 км<sup>2</sup>. Мощность песков поймы около 10 м при вскрыше 1—2 м. Пески боровой террасы имеют мощность до 20 м, однако в верхней части они тонкозернистые, пылеватые. Модуль крупности песков поймы — 0,8—1,2, глинистая составляющая — 2—10%. Пески нижней части разреза боровой террасы характеризуются модулем крупности 1,3—1,5 при глинистой составляющей 6—7%. Геологические запасы песков пойменной части площади составляют до 80 млн. м<sup>3</sup>.

*Площадь 35.* Расположена к югу от г. Ахтырка, между селами Хухра на севере и Котельва на юге, в пределах пойменной, боровой и однолессовой террас р. Ворскла. Размер площади — 86 км<sup>2</sup>, в том числе пойменной части — 11 км<sup>2</sup>. Мощность песков поймы, залегающих на глубине 1—2 м, достигает 16,8 м, боровой террасы — 4—20 м, однолессовой террасы — 6—10 м при вскрыше мощностью 3—4,5 м. Модуль крупности песков равен соответственно 1,2—1,5, 0,8—1 и 1,1—1,4, глинистая составляющая — 6—8, 6—3,5 и 5—10%. Пески всех трех террас обводнены. Сухие пески могут представлять интерес только как сырье для производства силикатных изделий, обводненные пески поймы и однолессовой террасы при разработке их гидrome-

ханическим способом могут использоваться для изготовления строительных растворов, бетона и силикатных изделий. Геологические запасы песков пойменной части площади составляют не менее 150 млн. м<sup>3</sup>. Транспортные условия перспективной площади не совсем благоприятные, имеется только одна шоссе́ная дорога Котельва — Ахтырка.

Оценивая значение четвертичного продуктивного горизонта на территории Сумской области, можно отметить, что он удовлетворительно обеспечивает область прогнозными запасами строительных песков. В этом горизонте можно выявить, в первую очередь среди пойменных, затем флювиогляциальных отложений и отложений боровой террасы крупные месторождения песков, особенно при условии гидромеханического способа разработки русловых и пойменных их разностей.

В нашем распоряжении, к сожалению, имеются немногочисленные данные о русловых песках на территории области. Известно только, что при разработке этих месторождений земснарядом получаемые в районе г. Сумы пески удовлетворяют требованиям к мелкому заполнителю бетона (карьер у с. Гусинцы). Можно полагать, что русловые пески в целом существенно не отличаются от пойменных и данные о пойменных песках перспективных площадей могут быть распространены и на русловые пески. Разработка пойменных песков совместно с русловыми может помочь существенно улучшить природное состояние рек, создать систему водохранилищ и т. д.

**Плиоценовый продуктивный горизонт.** Плиоценовый продуктивный горизонт не имеет большого промышленного значения, что обусловлено залеганием плиоценовых песков обычно под значительной мощности вскрышными породами, слагающими верхнюю часть разрезов плиоценовых речных террас.

На изученной территории в пределах плиоценового продуктивного горизонта выделены только две перспективные площади. Они лишены детально разведанных и разрабатываемых месторождений песков. Опыт разведки месторождений песков показывает, что для песков плиоценовых террас характерна в целом большая изменчивость гранулометрического состава, чем для песков четвертичного продуктивного горизонта. Это приводит к частой перемежаемости в разрезах кондиционных и некондиционных песков. Поскольку опыт разработки плиоценовых песков с обогащением отсутствует, по всей вероятности, в ближайшие годы этот вопрос не будет решаться. Все это вместе взятое и привело к тому, что плиоценовые пески плохо изучены и редко используются в промышленности.

**Берекско-полтавский продуктивный горизонт.** Из семи перспективных площадей, выделенных в пределах берекско-полтавского продуктивного горизонта, наибольшего внимания заслуживают две площади.

*Площадь 1.* Выделена в междуречье рек Клевень и Эсмань в районе с. Баничи Глуховского района. Ее размеры — 20 км<sup>2</sup>. Пески залегают под вскрышей 5—7 м и имеют мощность 5—12 м. Модуль крупности песков — 1,2, глинистая составляющая — 1,6%, содержание частиц меньше 0,14 мм — 3,6%. Пески пригодны только для отдельных видов строительных работ. Свободные и легко отторжимые под карьер земли на этой площади отсутствуют.

*Площадь 2.* Расположена на правом берегу р. Сейм от г. Путивля до с. Белоголица. Размер площади — 10 км<sup>2</sup>. Пески залегают под вскрышей до 4—7 м, их мощность — 3—8,3 м. Модуль крупности песков значительно колеблется — 0,7—2,4, остальные показатели их качества существенно не отличаются от показателей для песков перспективной площади 1.

**Бучакский продуктивный горизонт.** Наиболее перспективными для поисков месторождений строительных песков в пределах бучакского продуктивного горизонта являются площади 3 и 8.

*Площадь 3.* Выделена в верховьях рек Шостка и Ивотка. Ее размеры — 25 км<sup>2</sup>. Пески залегают под вскрышными породами на глубине до 4 м и имеют мощность до 12—13 м. Модуль крупности песков — 1,86—2,13, глинистая составляющая — 8,1—17,2%, содержание фракции меньше 0,14 мм — 2,7—4,6%. Пески после соответствующих испытаний могут быть использованы для силикатных изделий и изготовления строительных растворов.

*Площадь 8.* Расположена к северу от г. Сумы в пределах долины реки Олешня. Пески залегают под вскрышей 2—15 м и имеют мощность 9—15 м. Модуль крупности песков — 1,3—2,3, глинистая составляющая — 0,3—5,4%, содержание фракции меньше 0,14 — 3,8—24,7%. Размер площади — 43 км<sup>2</sup>. Пески пригодны для силикатных изделий, выборочно — для изготовления строительных растворов и бетона.

Таким образом, наибольшее практическое значение для получения строительных песков на территории Сумской области имеет четвертичный продуктивный горизонт. Выделенные в его пределах перспективные площади для поисков новых месторождений должны являться, по нашему мнению, основными объектами изучения в ближайшие годы.

И. Н. РЕМИЗОВ, канд. геол.-минерал. наук,  
М. Г. БЕРГЕР, д-р геол.-минерал. наук

### УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ РУДНЫХ И СТЕКОЛЬНЫХ ПЕСКОВ (На примере полтавской серии Украины)

Полтавская серия Украины является важнейшим источником сырья для многих видов промышленности в первую очередь благодаря своему минеральному составу, обусловленному особенностями геологической истории платформенной территории Украины во время формирования серии, неглубокому залеганию и доступности для открытой разработки.

Представляя, по определению Л. Б. Рухина [14, с. 514], типичную платформенную кварцево-песчаную формацию, полтавская серия в значительной мере складывается из продуктов длительного и глубокого химического выветривания (химических реголитов), подвергшихся далеко зашедшим процессам осадочной дифференциации в условиях медленно прогибавшейся платформы [10, с. 338].

В сложном полифациальном образовании полтавской серии содержатся чистые кварцевые пески, россыпи акцессорных минералов, часто достигающие концентрации серого и даже черного шлиха, залежи вторичных каолинов, огнеупорных и тугоплавких глин, бурых углей, кремнистых песчаников [2, 9—13, 18].

Степень химической и гидрохимической переработки материала, слагающего серию, закономерно изменяется по ее разрезу и достигает максимального выражения в ее наиболее характерной средней части, сложенной мелководными морскими песками. Именно в этой части серии распространены россыпи акцессорных минералов и особенно обедненные ими стекольные пески, представляющие объект настоящего сообщения.

Длительные процессы химического выветривания и неоднократное перемещение материалов по поверхности привели не только к разделению вещества материнских пород на отдельные мономинеральные зерна и разрушению неустойчивых минералов, но и к высокой концентрации зерен мелкого песка. Накопление морских песков средней части серии происходило в среде неблагоприятной для образования на зернах кварца железистых «рубашек», так как в морской воде коллоиды железа коагулируют и практически неспособны покрывать кварцевые зерна. Пленки железистых соединений, покрывающие зерна кварца с помощью обменных ионов кальция [15], типичные для областей суши с тепло-умеренным и засушливым климатом, господствовавшим на Русской платформе — основном поставщике обломочного материала для полтавской серии Украины, встречаясь с ионами натра морской воды в условиях прибрежного

мелководья, где пески непрерывно находились в движении и подвергались истиранию, снимались и удалялись с другим мелкоземом во внутреннюю часть бассейна и за его пределы. Для полтавского моря наиболее вероятным является вынос их в пределы майкопского бассейна с его глинистыми осадками и обилием сидеритовых конкреций.

Широкое распространение прибрежно-морских россыпей лейкоксенизированного ильменита, циркона и других устойчивых акцессорных минералов в полтавской серии Украины сейчас установлено достаточно надежно [4, 6, 7, 9—13, 18 и др.]. Более того, россыпи, приуроченные к прибрежно-морским пескам полтавской серии, служат своеобразным эталоном для определения генезиса аналогичных россыпей других регионов [7]. Гораздо меньше внимания привлекают особенно чистые кварцевые пески, широко используемые в стекольной промышленности [2, 9, 16, 17].

Любопытно отметить, что области распространения обоих полезных ископаемых совпадают, поиски их ведутся параллельно, но, как правило, геологи находят какой-то один вид и пропускают другой, попутный, даже при их совместном залегании. Только нанося на карту результаты поисков, удается установить их совместное нахождение. Сейчас таких примеров достаточно.

Один из них — Новоселовское месторождение стекольных песков (Харьковская область), в котором над стекольными песками особенно высокого качества залегает россыпь лейкоксенизированного ильменита, другой — район сел Куземин и Бельск на границе Полтавской и Сумской областей и др. Следует отметить, что отходы от обогащения россыпей — кварцевый песок, годный для стекольной промышленности, для рядового полубелого и даже оконного стекла и после дополнительного обогащения — для высокосортных изделий.

Приведенные факты наводят на мысль о сопряженности залежей названных видов полезных ископаемых, об образовании их в результате единого процесса осадочной дифференциации в ее простейшей форме, в форме сепарации по плотности и крупности или по гидравлической крупности.

В береговой зоне концентрируются зерна минералов с повышенной плотностью вследствие неравенства придонных скоростей движения воды к берегу при прохождении волны и от берега при прохождении подвалья [1, 5]. Это ведет к накоплению тяжелых зерен в пределах берегового откоса. В дальнейшем концентрация и накопление особенно богатых пляжевых россыпей происходит под действием прибойного потока, где указанные скорости достигают предельных значений.

Однако мы должны нарушить привычный ход рассуждений о роли скоростей движения и импульсов, передаваемых частицам, так как следовало ожидать в этих россыпях большое количество крупного материала не только из тяжелых минералов,

но и из легких, по крайней мере, гидравлически равновеликих зернам тяжелых минералов, как в речных россыпях, где такой материал явно преобладает. Но прибрежно-морские, особенно пляжевые россыпи, весьма однородны по гранулометрическому составу даже на песчано-галечных пляжах, где к рудным пескам примешиваются единичные крупные плоские гальки.

Объяснить это явление позволяет представление о роли шероховатости ложа, предложенное А. И. Животовской [8]: шероховатость ложа определяется теми наиболее крупными частицами, размеры которых на кумулятивной кривой гранулометрического состава отсекаются линией, соответствующей содержанию 5% ( $d_5$ ). Эти частицы обуславливают турбулентный режим придонной части потока, при котором более мелкие частицы тяжелых минералов размещаются в участках, защищенных неровностями ложа. Более крупные, гидравлически равные им частицы легких минералов оказываются в сравнении с меньшими частицами тяжелых минералов не в равных условиях. Их лобовое сопротивление потоку больше и, следовательно, скорость течения, необходимая для приведения их в движение, меньше. Поэтому скорость потока, стекающего с пляжа, достаточна для удаления зерен легких минералов и недостаточна для удаления более мелких частиц тяжелых минералов, размещающихся под защитой более крупных частиц. Вероятно, роль частиц, контролирующих срывающие скорости, принадлежит более крупным зернам тяжелых минералов. Бесчисленное повторение движений воды приводит в конце концов к накоплению серого и даже черного шлиха. Конечно, такие условия наблюдаются не на всем протяжении пляжа, а только в местах ускорения движения потока наносов, где волнение способно уносить зерна легких минералов.

Вероятно, таким образом можно объяснить и перемещение гальки пляжей во время развития штормов в зону разрушения волн и возвращение ее на надводную часть при спаде волнения. Образующиеся при штормах пляжевые россыпи оказываются за пределами галечного штормового вала и, значит, они сформированы при максимальной силе волнения и, может быть, при нагоне.

В разных условиях действие волнения и прибойного потока приводит к различным результатам как в образовании концентраций тяжелых минералов, так и вообще в формировании пляжевых отложений и слагаемых ими форм поверхности.

Начало и конец шторма характеризуются существенно различными условиями волнения. Наибольшей силы прибой достигает при подходе волны перпендикулярно к берегу или под достаточно большим углом, когда накат покрывает всю надводную часть пляжа. Начало шторма, как правило, связано с сильным ветром того же направления, вызывающим, кроме волн, нагонные ветровые и волновые течения. Единство действия

волн и ветра обуславливает однородность или цельность фронта волн. Волны на значительном протяжении обладают одинаковыми параметрами и, благодаря ветру, наибольшей энергией. В этих условиях происходит смывание обломочного материала с надводной части пляжа. Галька и гравий перемещаются в зону разрушения волн [1]. Отдельные гальки, забрасываемые накатом, смываются при откате, и мощность наносов на надурезовой части пляжа минимальна. Минимален и общий наклон поверхности пляжа. Асимметрия скоростей наката и отката незначительна, поскольку очень мала фильтрующая способность обломочного покрова надурезовой части пляжа и составляющей силы тяжести достаточно для поддержания равновесия между приносом и сносом обломочного материала [5]. В этой фазе развития шторма происходит накопление шлиха на заплеске у подножия клифа, играющего, вероятно, не малую роль в обеспечении достаточной мощности и скорости отката. Даже на аккумулятивном берегу удаление части наносов должно вести к образованию хотя бы небольшого уступа, отражающего, подобно клифу, достигающую его воду наката [1, 5, 6]. По нашему мнению, явление нагонов важно для объяснения образования скоплений особенно бедных зернами аксессуаров и несколько более крупных кварцевых стекольных песков.

На отмелях берегах возникают вдольбереговые подводные валы, представляющие во время штормов как бы разорванное полотно подводной части пляжа. На каждом из них сказывается асимметрия скоростей придонных движений воды и каждый из них является ареной преимущественного перемещения обломочных материалов к берегу и, в том числе, перемещения и сепарации тяжелых минералов. Эта обстановка в еще большей степени способствует нагону воды в приурезовую зону и создает условия для возникновения разрывных течений. Последние выносят избыток воды из приборной зоны, прорывая вдольбереговые валы. Питание их происходит вдольбереговыми нагонными течениями, достигающими значительных скоростей между валами и, особенно, между последним валом и откосом надводной части пляжа. Именно сюда сбегаящая вода сносит более крупные зерна легких минералов, а скорость разрывных течений вполне достаточна для того, чтобы вынести их за пределы приборной полосы.

Перемещение наносов в горловине разрывного течения происходит в виде крупных валов, внешний склон которых из-за завихрения придонной части потока может обладать наклоном слойков несколько круче угла естественного откоса и при ослаблении или прекращении течения оплывает, образуя характерный изгиб верхних частей слойков в сторону склона вала и направления течения. Подобный рисунок слоистости впервые приведен Ю. А. Жемчужинковым [3, рис. 14] в качестве типа прибрежно-морской слоистости. Аналогичный этому рису-

нок крупной косо́й слоистости нам удалось наблюдать в толще особенно высокосортных стекольных песков Новоселовского месторождения.

Естественно, что при таком способе одновременного накопления, россыпи и залежи особенно чистых кварцевых песков размещены не на одном гипсометрическом уровне и разобщены в пространстве.

Россыпи вытягиваются вдоль берега на участках ускоренного вдольберегового перемещения наносов, достигая наивысших концентраций на внешней стороне пляжа, куда достигают лишь штормовые волны, т. е. на высоте немногих метров над уровнем моря, и характеризуются, обычно, незначительной мощностью. Значительно ниже концентрации создаются слабыми волнениями в пределах подводной части пляжа. Здесь можно наблюдать чередование практически безрудных слоев, очень полого наклоненных к морю, со слоями с мелкой перекрестно-волнистой слоистостью, подчеркнутой темными зернышками тяжелых минералов, содержащихся в песке в количестве до 6—10%. Такие концентрации удавалось наблюдать [6] на поверхности ближайшего к урезу подводного вдольберегового вала, покрытой рябью волнения. Пески с повышенной концентрацией акцессорных минералов могут достигать значительной мощности в местах разгрузки вдольбереговых потоков наносов на концах кос, если только они там не подвергаются значительному разубоживанию органическим, в частности ракушечным материалом [1].

Разрывные течения обычно возникают внутри вогнутостей отмелей берегов, в местах перпендикулярного подхода волн, и выносимый ими песок может образовывать достаточно мощные скопления во внутренних частях широких заливов на глубине нескольких метров, за пределами прибойной полосы или у ее внутреннего края. Скорость разрывных течений, по наблюдениям океанологов, достигает 2 м/с. В промежутках между вдольбереговыми валами она значительно меньше и, таким образом, недостаточна для перемещения гальки и гравия.

Только при длительном накоплении песчаных наносов или при регрессии моря пляжевые россыпи могут непосредственно покрывать пески, особенно обедненные акцессорами. Поэтому присутствие одного из названных полезных ископаемых лишь косвенно свидетельствует о возможности близкого скопления другого, а присутствие обоих в одном месте является редким исключением. Кроме того, из этого следует, что россыпи должны располагаться на несколько большей территории, чем особенно чистые кварцевые пески, скапливающиеся мористее.

При ослаблении волнения сортировка материалов по гидравлической крупности происходит в иных условиях: сильно сказывается неоднородность волн и фильтрация воды прибойного потока в толщу пляжевых наносов, накладываемых на

наиболее пологую поверхность штормового пляжа. Естественно, что зерна тяжелых минералов не достигают размеров гравия и гальки, а скорость стока воды, фильтрующейся сквозь галечный вал, вполне достаточна для выноса их и содержание их в гравийно-галечных наносах совершенно ничтожно.

Познание генезиса рудных и стекольных песков представляет интерес и для дальнейшего изучения процессов осадочной дифференциации. Продукты такой дифференциации могут быть названы осадочными дифференциатами, по аналогии с широко распространенным в магматической петрографии термином «магматические дифференциаты». В связи с распространенными представлениями о широком проявлении в природе противоположных дифференциации процессов смешения осадочного вещества различного типа продукты такого смешения могут быть названы осадочными контаминатами, также по аналогии с соответствующим термином магматической петрографии.

В числе продуктов осадочной дифференциации можно выделить два типа крайних, диаметрально противоположных и поэтому несовместимых осадочных дифференциатов.

1. Образования, которые являются продуктами различных, крайних стадий проявления того или иного процесса осадочной дифференциации. В качестве таких дифференциатов могут рассматриваться, например:

1) породы различных зон вертикального профиля коры выветривания;

2) полимиктовые псаммиты (граувакки, аркозы), мономинеральные кварцевые пески и рудные пески с резко повышенным содержанием тех или иных аксессуарных минералов;

3) несортированные разнозернистые породы — хлидолиты и весьма однородные по гранулометрическому составу отложения.

2. Полярные продукты одной и той же стадии того или иного процесса осадочной дифференциации.

В качестве именно таких дифференциатов и должны рассматриваться рудные и стекольные пески полтавской серии Украины.

Собственно говоря, именно дифференциаты второго типа являются в наиболее чистом виде продуктами «расщепления» осадочного вещества и в наибольшей мере заслуживают названия осадочных дифференциатов.

В береговой зоне моря процессы осадочной дифференциации и контаминации происходят непрерывно и повсеместно, но их конечные результаты определяются составом исходного песчаного материала, гидродинамическими условиями его перемещения и накопления. Минеральный и гранулометрический состав песков полтавской серии Украины особенно удобен для минералогической дифференциации благодаря мелкозернистости, хорошей окатанности и почти полному отсутствию сравнительно

мало устойчивых цветных минералов, занимающих промежуточное место между кварцем и минералами Ti и Zr как по плотности, так и по преобладающим размерам зерен.

Эпигенетические процессы вторичного удаления соединений железа, на которых настаивает А. Т. Гречишников [2], не могли повлиять на тяжелые минералы, содержащие железо и титан, ввиду их химической устойчивости и, следовательно, могут играть лишь второстепенную роль в образовании месторождений стекольных песков.

**Список литературы:** 1. Аксенов А. А. О рудном процессе в верхней зоне шельфа. М.: Наука, 1972. 158 с. 2. Гречишников А. Т. К геологии береговой свиты Днепровско-Донецкой впадины. — ДАН СССР, 1975, т. 222, № 6, с. 1408—1409. 3. Жемчужников Ю. А. Тип косой слоистости как критерий генезиса осадков. — Зап. Горн. ин-та, 1926, т. 7, Л., с. 35—69. 4. Жердева А. Н., Абулевич В. К. Минералогия Самотканского цирконо-рутило-ильменитового месторождения. — Минеральное сырье, 1960, вып. 1, М., с. 26—36. 5. Леонтьев О. К., Никифоров Л. Г., Сафьянов Г. А. Геоморфология морских берегов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1975. 336 с. 6. Логвиненко Н. В., Ремизов И. Н. Современное осадконакопление (осадки пляжа) на северном берегу Азовского моря. — В кн.: Дельтовые и мелководно-морские отложения. М.: Изд-во АН СССР, 1963, с. 49—54. 7. Логвиненко Н. В., Ремизов И. Н., Бергер М. Г. К сопоставлению миоценовых россыпей Центрального Предкавказья и Украины. — В кн.: Вторая конф. по геологии и полезным ископаемым Северного Кавказа: Тез. докл., Ессентуки, 1963, с. 80—82. 8. Очерки по физической седиментологии. Животовская А. И., Айнемер А. И., Одесский И. А., Яхнин Э. Я. Л.: Недра, 1964, 252 с. 9. Ремизов И. Н. О генезисе полезных ископаемых полтавской серии. — Вторая межвед. научная конф. по изучению природных и трудовых ресурсов, размещению промышленности и сельского хозяйства Левобережной Украины и их использованию: Тез. докл. Харьков, 1963, вып. IV, с. 32—34. 10. Ремизов И. Н. Полтавская серия — миоценовая кварцево-песчаная аллювиально-морская формация юга Русской платформы. — Тр. совещ., посвященного изучению осадочных формаций Большого Донбасса и связанных с ними полезных ископаемых. Харьков: Изд-во Харьк. ун-та, 1964, с. 338—347. 11. Ремизов И. Н., Бергер М. Г. Об условиях накопления миоценовых титано-циркониевых россыпей Днепровско-Донецкой впадины. — ДАН СССР, 1968, т. 182, № 4, с. 903—906. 12. Ремизов И. Н., Бергер М. Г. Некоторые особенности россыпей полтавской серии как показатели их происхождения. — В кн.: Материалы Харьк. отдела Географ. о-ва Украины. Вып. VII. Харьков: Изд-во Харьк. ун-та, 1970, с. 78—84. 13. Романов И. С. Геология и условия образования циркониево-титановых россыпей Днепровско-Донецкой впадины. Киев: Наукова думка, 1976, 174 с. 14. Рухин Л. Б. Основы литологии. Л.—М., Гостоптехиздат, 1953. 672 с. 15. Соколовский А. Н. К вопросу о структуре песков. — Геол. журн. АН УРСР, 1946, т. VIII, вып. 2, с. 203—207. 16. Цехомский А. М. Вопросы генезиса и распространения кварцевых маложелезистых песков. — Геология рудных месторождений, 1959, № 4, с. 90—102. 17. Цехомский А. М. Кварцевые пески СССР. Автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. Л., 1965, 40 с. 18. Цымбал С. Н. Закономерности образования и вещественный состав титано-циркониевых россыпей Украины. — В кн.: Минеральные месторождения. Междунар. Геол. Конгресс, XXV сессия: Докл. сов. геологов. М.: Наука, 1976, с. 196—212.

Ю. А. БОРИСЕНКО, канд. геол.-минерал. наук

**МАГНЕЗИАЛЬНОСТЬ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД ТЕРРИГЕННОЙ ТОЛЩИ КАРБОНА И НИЖНЕЙ ПЕРМИ ДОНБАССА**

Содержание карбонатных пород в терригенной толще карбона и нижней перми Донбасса незначительно — в среднем не превышает 1—5% мощности разреза. Вместе с тем, им всегда уделялось особое внимание в связи с их стратиграфической значимостью. Общепринято, что карбонатные породы нижней перми представлены доломитами, а известняки карбона сложены почти исключительно кальцитом, доломитизированные разности встречаются изредка, приурочиваясь к западной и юго-западной окраинам бассейна. Содержание Са в карбонатных породах угленосной формации Донбасса находится в обратной зависимости от содержания Mg и от угленосности вмещающих пород [2].

В действительности распространение различных типов карбонатных пород как латерально, так и в разрезе более сложно. До сих пор не удается детально проследить изменение вещественного состава карбонатных пород на больших площадях, увязав его с изменением условий образования вмещающих пород. Поэтому заслуживает внимания возможность статистической обработки более 2000 химических анализов из Западного, Центрального и Восточного Донбасса, что позволяет в первом приближении дать объективную характеристику распространности карбонатных пород различных типов.

С этой целью выбран метод количественного выражения степени «доломитизации» [3], или точнее, степени магниальности карбонатных пород. Возможность вхождения Mg в анкерит и силикаты условно исключалась. Учитывались пробы, содержащие менее 50% нерастворимого остатка, хотя Mg не имеет с ним корреляционной связи.

Степень «доломитизации» определяется как частное от деления отношения атомных масс  $MgO/CaO$  в чистом доломите (равно 1) на молекулярное отношение  $MgO/CaO$  (0,719), умноженное на весовое значение  $MgO/CaO$  в данном образце породы. Поскольку частное от деления первых двух значений всегда 1,39, достаточно умножить это число на весовое отношение окислов в данной породе. Чтобы представить степень «доломитизации» в целых числах, полученное произведение увеличивается в 1000 раз. Таким образом находят степени «доломитизации» шести типов пород в ряду известняк — доломит (табл. 1).

Анализ распространения карбонатных пород различных типов показывает, что четкая приуроченность доломитизирован-

ных пород карбона к окраинам бассейна отсутствует. Равномерное распределение мест отбора проб из различных свит, особенно многочисленных из свиты  $S_2^6$  позволило с большой степенью надежности сравнить значения по Восточному Донбассу, Бахмутской и Кальмиус-Торецкой котловинам. Разница между ними оказалась несущественной.

Более рельефно выступает при этом фациальный фактор — степень развития трансгрессий и особенности эволюции образовавшегося морского бассейна. В идеальном случае любой пласт известняка состоит из двух неравных по мощности частей: нижней, маломощной, трансгрессивной и верхней, обычно более мощной, регрессивной.

Трансгрессивные отложения накапливаются сравнительно быстро. Обычно это небольшая по мощности толща пород. Большая же часть карбона Донбасса является, по сути, регрессивным образованием и отвечает более

значительным отрезкам времени геологического развития региона. В мелеющем, отшнурованном от открытого моря бассейне образуются породы повышенной степени магнезиальности. Им соответствуют самые верхние части карбонатных пластов, что подтверждается многими пробами, взятыми по их мощности. Отклонения от этого правила иллюстрируют сложности палеогеографической обстановки, выразившиеся в возможных очередных неоднократных прогибаниях дна бассейна или в замедлениях их.

Амплитуда прогибания соответствует степени развития трансгрессии. Крупные трансгрессии в карбоне захватывали весь регион Донбасса и даже значительные области сноса на юго-западе [1]. Им соответствуют выдержанные известняковые горизонты. Слабые трансгрессии прослеживаются благодаря постепенному переходу в юго-западном направлении карбонатного горизонта в аргиллиты с отпечатками раковин.

Распространение различных типов карбонатных пород в свитах нижнего и среднего карбона примерно равномерное (табл. 2). Только четверть общего количества анализов соответствует чистым известнякам, половина — типам 2,3 и еще одна четверть — типам 4,5. Обращает на себя внимание двухвершин-

Таблица 1

Тип породы	Порода	Степень магнезиальности	Содержание $CaCO_3$ в %
1.	Известняк	0— 28	100—95
2.	Известняк	28— 152	95—75
3.	Известняк доломитистый	152— 349	75—50
4.	Известняк доломитовый	349— 615	50—25
5.	Доломит известковый	615— 905	25— 5
6.	Доломит известковистый	905—1000	5— 0

Таблица 2

Свиты	Количество проб	Степень магнизиальности	Распределение проб по типам карбонатных пород в %					
			1	2	3	4	5	6
$P_1^{sl}$	387	782	12	12	7	14	34	21
$P_1^{nk}$	671	790	1	3	1	8	59	28
$P_1^r$	113	829	—	1	—	4	47	48
$C_3^2$	78	215	19	37	13	8	23	—
$C_3^1$	108	321	27	27	6	8	30	2
$C_3^7$	66	117	3	76	15	6	—	—
$C_2^6$	128	170	21	45	15	16	3	—
$C_2^5$	198	177	23	42	12	19	4	—
$C_2^4$	116	176	27	42	9	15	7	—
$C_2^5-C_1^5$	121	204	24	39	9	21	7	—
$C_1^4-C_1^2$	55	238	29	27	11	24	9	—

ное распределение значений. Типы 2 и 4 соответствуют, по-видимому, нижним и верхним частям пластов.

Только начиная с верхнего карбона повышенной магнизиальности начинают отличаться карбонатные породы купольных структур северо-западного Донбасса, а к концу карбона и Дружковской антиклинали. Так, на куполах лишь 10—25% проб соответствует известнякам, в то время как в Кальмиус-Торецкой котловине — 80%, а в Бахмутской котловине в верхнем карбоне доломиты практически отсутствуют. Двухвершинное распределение значений по-прежнему соответствует типу 2, но смещается с 4 на 5.

Существенные изменения палеогеографической обстановки в ранней перми привели к абсолютному преобладанию доломитов (в равной степени типов 5 и 6) в верхней части картамышской свиты. В никитовской и славянской свитах значение чистых доломитов наполовину уменьшается. С появлением в разрезе нижней перми гипсов и ангидритов фиксируется частичное или полное раздоломичивание в образцах, взятых с поверхности: в картамышской свите — 1% проб, в никитовской — 5%, в славянской, где сульфатные породы составляют значительную часть свиты, уже 41%. При определении средних значений магнизиальности свит эти анализы в расчет не принимались, как характеризующие вторичные процессы.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы.

1. Карбонатные породы нижнего и среднего карбона Донбасса имеют различную степень магнизиальности, которая не обна-

руживает приуроченности к определенным частям региона. Прямая зависимость ее от увеличения угленосности вмещающих пород требует дополнительной проверки. 2. Заметно возрастает магнизиальность карбонатных пород в верхнем карбоне на купольных структурах северо-западного Донбасса, что связывается с обмелением морского бассейна в результате конседиментационного роста положительных структур. 3. Различная степень магнизиальности карбонатных пород карбона Донбасса может быть объяснена фациальными особенностями их образования, однако четко такая зависимость наблюдается не всегда. 4. Преобладание доломитов в нижней перми обусловлено почти полной изоляцией бассейна и аридизацией климата. 5. Прогрессирующее усиление дедоломитизации вверх по разрезу нижней перми Донбасса подтверждает гипотезу о связи этого явления с развитием гипсов и ангидридов.

**Список литературы:** 1. Борисенко Ю. А. Особенности литогенеза позднекаменно-угольной эпохи в юго-западной части Донбасса. — В кн.: Геология и геохимия горючих ископаемых, 44. Киев: Наукова думка, 1975, с. 10—16. 2. Кучеренко М. Т. Химико-минералогические особенности карбонатных пород угленосной формации карбона Донецкого бассейна. — Докл. АН СССР, 1973, 213, № 3, с. 696—698. 3. Radlicz K. Method of Presentation of Carbonate Rock Dolomitization. — Biul. Inst. geol., 1968, № 237, p. 65—70.

УДК 552.55:552.124(477.5)

И. И. ЛИТВИН, канд. геол.-минерал. наук

#### КРЕМНЕВЫЕ КОНКРЕЦИИ ВЕРХНЕГО МЕЛА ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ КАК ПОДЕЛОЧНЫЙ И ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Кремни украинских месторождений издавна находили различное применение: футеровка шаровых и трубчатых мельниц, изготовление мельничных жерновов, как абразивный материал и отощающая добавка в фарфоро-фаянсовом производстве. Имеются также указания, что они могут быть использованы и в художественном камнерезании как поделочный материал [1]. В связи с последним несомненный интерес представляет выяснение возможности применения в качестве поделочного и технического материала кремневых конкреций верхнемеловых отложений Днепровско-Донецкой впадины и Донецкого складчатого сооружения.

Кремневые конкреции широко распространены в мело-мергельной толще верхнего мела. Их крупные скопления известны в районе г. Изюма (гора Кремень), в мергелях Амвросиевского месторождения в районе г. Краматорска, в меловой толще района г. Новгород-Северского и др. В значительных количествах кремневые конкреции накапливаются в карьерах при разработке месторождений мела,

Морфологические особенности кремневых конкреций хорошо описаны Г. И. Бушинским [3]. Их минеральный состав, по данным Г. И. Бушинского, преимущественно опаловый и кварц-халцедоновый. С. И. Шуменко [4, 5] делит кремневые конкреции из мело-мергельной толщи бассейна р. Сев. Донец по минеральному составу на две группы: 1) микроагрегатные халцедоновые (кварцевые); 2) опалово-кристобалитовые с люссатитом.

Физико-технические и декоративные свойства конкреций практически не изучены. Имеется лишь весьма ограниченная их характеристика для конкреций района г. Изюма. По данным Ю. В. Семенченко, Т. Н. Агафоновой, И. С. Солонинко и др. [2], здесь в верхнемеловых отложениях наблюдаются многочисленные кремневые конкреции разнообразной формы. Размер отдельных конкреций достигает 15—20 см в поперечнике, их цвет — черный, серый и желто-серый. Сложены конкреции кристобалитом кварцево-халцедоновым веществом. Плотность — 2,51 г/см<sup>3</sup>, водопоглощение — 1,07%, временное сопротивление сжатию в сухом состоянии — 1186 кг/см<sup>2</sup>, абсолютная твердость Нср — 897,2 кг/мм<sup>2</sup>. Кремни хорошо полируются, до зеркальной поверхности. Декоративность кремней несколько занижена в связи с отсутствием рисунка на полированной поверхности.

Кремневые конкреции верхнего мела Днепровско-Донецкой впадины и Донецкого складчатого сооружения в настоящее время не используются. Запасы конкреций крупные, их добыча, особенно в меловых карьерах, больших затруднений не встречает. В связи с этим выяснение возможности применения конкреций в качестве технического и поделочного материала приобретает практический интерес. Оно будет способствовать обеспечению промышленности ценным видом минерального сырья и организации комплексной разработки и использования месторождений мела.

**Список литературы:** 1. Туманский А. Л. Требования промышленности к качеству минерального сырья (справочник для геологов). Кремень. М.—Л.: Госгеолтехиздат, 1946. 15 с. 2. Цветные камни Украины/Семенченко Ю. В., Агафонова Т. Н., Солонинко И. С. и др. Киев: Будівельник, 1974. 188 с. 3. Бушинский Г. И. Литология меловых отложений Днепровско-Донецкой впадины. — Труды ИГН АН СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1954, вып. 156. 308 с. 4. Шуменко С. И. К минералогии и геохимии сульфидных и кремневых конкреций из меловых отложений бассейна р. Сев. Донца. — В кн.: Материалы по литологии и палеонтологии Левобережной Украины. Харьков: Изд-во Харьк. ун-та, 1964, с. 71—87. 5. Шуменко С. И. Литология и породообразующие организмы кокколитофориды верхнемеловых отложений востока Украины и области Курской магнитной аномалии. Харьков: Изд-во Харьк. ун-та, 1971. 164 с.

УДК 553.06:553.88(477)

В. Г. КОСМАЧЕВ, канд. геол.-минерал. наук

## О ВУЛКАНОГЕННО-ОСАДОЧНЫХ ПРОЯВЛЕНИЯХ ОПАЛА НА УКРАИНЕ

При характеристике экзогенных опалов Украины [1] были отмечены опаловые образования в бурых углях неогеновых месторождений Закарпатья. Более детальное их изучение, а также материалы о гейзеритах Закарпатья позволяют обосновать выделение в литогенном (обусловленном литогенезом) типе проявлений опала вулканогенно-осадочного подтипа с классами гейзеритовых и туфогенных проявлений.

Класс гейзеритовых проявлений представлен своеобразными опаловыми породами, обнаруженными среди вулканилитов в Береговском районе Закарпатья, где известны также и халцедоновые гейзериты [2, 3]. Описываемые породы, в изобилии содержащие замещенные опалом растительные остатки, слагают пластообразные тела слоистой текстуры. Они имеют серовато-коричневый цвет, довольно хрупки, обладают неровным до раковистого изломом и сильным смолистым (стеклянным) блеском. По многим внешним признакам они напоминают халцедоновые гейзериты Выгорлат-Гутинской вулканической гряды Закарпатья [4] и некоторые современные гейзериты Камчатки [5]. Последнее обстоятельство важно для определения их именно как гейзеритовых образований, хотя имеются и другие тому доказательства, в частности развитие метасоматически измененных под воздействием гидротерм пород в местах их распространения [2, 3, 4].

К классу туфогенных отнесены проявления опаловых пород в виде линзо- и пластообразных тел, приуроченных к бурогольным пластам неогеновых отложений Закарпатья (Беганское, Ильницкое, Великораковецкое, Горбское, Ужгородское

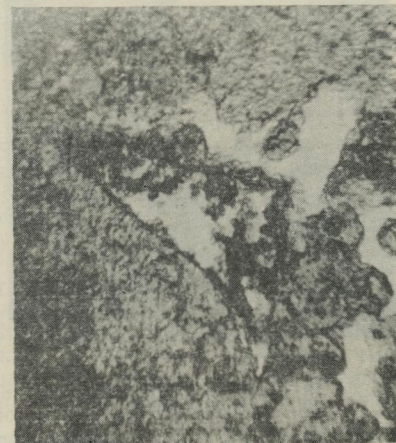


Рис. 1. Глобулярный опал (темное), кристобалит и халцедон (светлое) по обломку вулканического стекла. Основная масса — глобулярный опал — продукт гелефикации тонкого пеплового материала, выделения кристобалита. Пятнистый серый опал, Великораковецкое месторождение, без анализатора, увеличение 15.

и другие месторождения). Первый опыт их изучения принадлежит ряду авторов, доказавших ведущую роль опала, а также присутствие кристобалита и халцедона в составе этих пород [6, 7]. Цвет их белый, серый, коричневый, черный, причем интенсивность его определяется, главным образом, содержанием органического вещества как пигментирующей примеси. Суше-ственно опаловые породы обладают раковистым изломом,

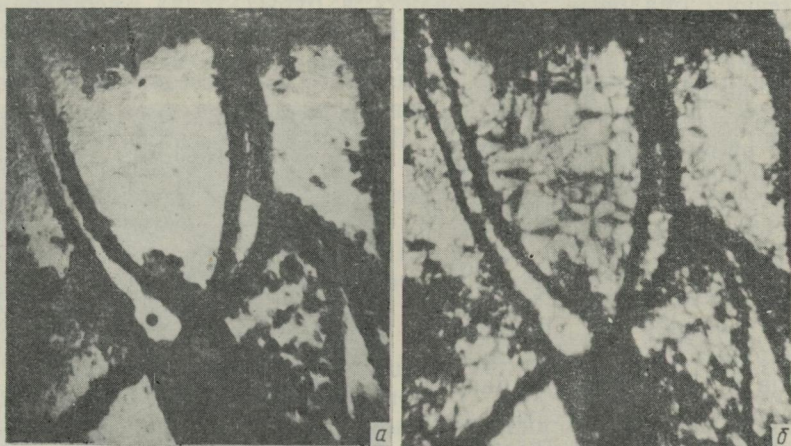


Рис. 2. Замещение разбитого трещинами крупного обломка вулканического стекла опалом (темное), кристобалитом и халцедоном (светлое). Пятнистый серый опал, Великораковецкое месторождение, увеличение 15; а — без анализатора, б — с анализатором.

сильным смолистым блеском, имеют стекловидный облик. Образование опала в буроугольных пластах закарпатских месторождений авторы упомянутых работ связывают с привнесом кремнезема высачивавшимися гидротермами и растворами, покидавшими кору выветривания вулканитов (кристобалит и халцедон они рассматривают как продукт раскристаллизации опала). Действительно, оба эти источника кремнезема для образования опала возможны в связи с синхронностью и территориальной близостью накопления угленосных толщ и проявлений вулканизма и гидротермальной деятельности, а также развития процессов выветривания вулканитов. Однако, на наш взгляд, более важное значение в качестве источника свободного кремнезема имел вулканический пепловый материал, при изменении которого, наиболее активном в кислой среде, в осадках происходило образование опала, а также кристобалита и халцедона (см. рис. 1, 2). Это объясняет приуроченность описываемых опаловых тел именно к угольным пластам, в которых условия

с низкими значениями рН возникали на стадии диагенеза в связи с преобразованиями  $S_{орг}$ . В самой углевмещающей толще туффиты являются обычными породами, но степень разложения вулканического пеплового материала с образованием опала в них значительно меньше [8], что еще раз подчеркивает роль органического вещества в этом процессе.

Целесообразность выделения вулканогенно-осадочных проявлений опала в отдельный подтип (в составе типа обусловленных литогенезом проявлений) определяется своеобразием условий формирования в них опала и достаточной распространенностью таких проявлений.

**Список литературы:** 1. *Космачев В. Г.* Об экзогенных проявлениях поделочного опала на Украине. — Вестн. Харьк. ун-та, Геология и география Левобережной Украины, 1979, вып. 10, с. 15—16. 2. *Кречковский З. С., Теплов В. П.* О находке гейзеритов в Закарпатье. — В кн.: Проблемы геологии и рудоносности неогена Закарпатья, Изд-во Львовск. ун-та, 1966, с. 44—45. 3. *Фишкин М. Ю., Теплов В. П., Кречковский З. С.* Гейзериты Береговского района и их взаимоотношения с рудоносными метасоматитами. — В кн.: Вулканизм и формирование минеральных месторождений в альпийской геосинклинальной зоне, Львов, 1969, с. 38—39. 4. *Лебединский В. И., Тарасенко В. С.* Первая находка гейзерита в Выгорлат-Гутинской вулканической гряде (Закарпатье). — Докл. АН СССР, 1971, т. 199, № 1, с. 171—174. 5. *Лебедев Л. М.* Метаколлоиды в эндогенных месторождениях. М.: Наука, 1965. 311 с. 6. *Мороз С. А.* Об образовании опала в бурых углях Закарпатской угленосной площади. — Минерал. сб., 1965, № 19, вып. 3, с. 385—388. 7. *Сябряй В. Т., Сябряй С. В., Деменко Д. П.* Опалы Закарпатской угленосной площади, генетически связанные с буроугольными залежами. — Геол. журн., 1969, т. 29, вып. 6, с. 65—85. 8. *Малеев Е. Ф.* Неогеновый вулканизм Закарпатья. М.: Наука, 1964, 251 с.

УДК 549.514.5 (477)

В. Г. КОСМАЧЕВ, канд. геол.-минерал. наук

#### К МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ОПАЛА ЕКАТЕРИНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В ПРИАЗОВЬЕ

В 1966 г. вблизи Екатериновского гранитного массива в Восточном Приазовье Ю. А. Костенко обнаружил месторождение опала и в публикациях 1969 г. [1, 2] кратко охарактеризовал его строение, привел данные об удельном весе, твердости опала, насыщении его водой, а также результаты химанализа одного из образцов. Эти данные и ряд других наблюдений позволяют в качестве наиболее распространенных выделить две разновидности екатериновского опала: молочный опал (от почти бесцветного и прозрачного до белого или голубоватого просвечивающегося) стекловидный, обладающий низкой пористостью, и фарфоровидный опал белый, пористый (липнет к языку), прозрачность которого несколько увеличивается при насыщении водой.

Химический состав этих разновидностей достаточно сходен (первыми приведены результаты анализа молочного опала:  $\text{SiO}_2$  — 94,03; 96,15,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 0,48; 0,82,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 0,04; 0,10,  $\text{CaO}$  — 0,16; 0,10,  $\text{MgO}$  — 0,18; 0,23,  $\text{Na}_2\text{O}$  — 0,05; 0,02,  $\text{K}_2\text{O}$  — 0,05; 0,05,  $\text{H}_2\text{O}_{\text{общ}}$  — 5,45; 3,02. сумма — 100,44; 100,49%). Несколько большее содержание воды в молочном опале подтверждается термическим анализом, свидетельствующим о растянутой потере массы, большей в образцах молочного опала, и инфракрасной спектроскопией (рис. 1), обнаруживающей несколько более выраженную полосу поглощения  $1650 \text{ см}^{-1}$  (молекулярная

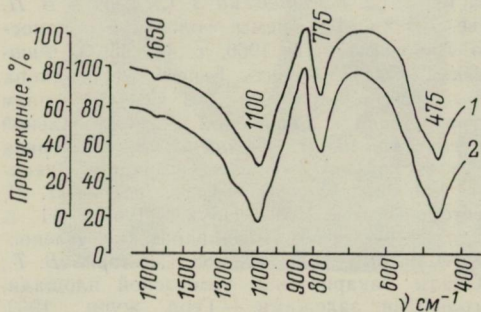


Рис. 1. ИК-спектры поглощения екатериновских опалов: 1 — молочный 2 — фарфоровидный.

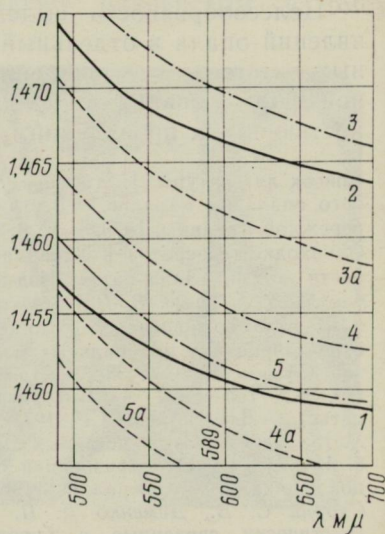


Рис. 2. Кривые дисперсии показателей преломления екатериновских опалов: 1 — молочный; 2 — фарфоровидный; 3 — кривая дисперсии иммерсионной жидкости  $n_D$  1,470 при  $+20^\circ\text{C}$ ; 4 — то же жидкости  $n_D$  1,456; 5 — то же жидкости  $n_D$  1,452; 3а, 4а, 5а — кривые дисперсии соответствующих жидкостей при  $40^\circ\text{C}$ .

вода) у молочного опала (в остальном ИК-спектры сходны, причем они фиксируют полосы поглощения, общие для различных модификаций кремнезема [3]). Описываемые опалы оптически изотропны. Кривые дисперсии их показателей преломления (рис. 2), построенные по результатам иммерсионного изучения методом двойной вариации [4], близки к кривым дисперсии соответствующих жидкостей стандартного иммерсионного набора. При этом полученные значения показателей преломления молочного опала ( $n_D=1,451\pm 0,001$ ) довольно хорошо согласуются с известными для этой разновидности опалов данными [5]. Значения же показателей преломления более пористой фарфоровидной разновидности, по-видимому, несколько завышены в связи с поглощением опалом иммерсионной жидкости непосредственно в препарате. Рентгенограммы этих опалов (рис. 3) содержат

отчетливые рефлексы, отвечающие межплоскостным расстояниям 4,3 и 4,1 Å.

Приведенные данные позволяют отнести екатериновский опал к кристобалит-тридимитовому типу [6]. В опалах этого типа игра цветов наблюдается исключительно редко, отсутству-

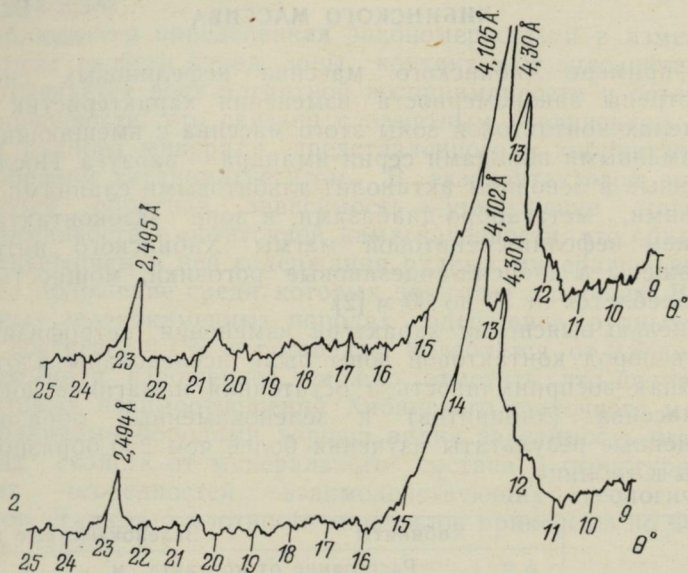


Рис. 3. Дифрактограммы екатериновских опалов  
(УРС-50-ИМ, 2°/мин,  $Fe_{\alpha+\beta}$ )

1 — молочный; 2 — фарфоровидный.

ет она и в образцах из Екатериновки. Тем не менее молочный опал этого месторождения представляет собой эффектный и хорошо обрабатывающийся материал, пригодность которого для ювелирного производства была подтверждена экспериментально [2].

**Список литературы:** 1. Костенко Ю. А. О находке опалов в Восточном Приазовье. В кн.: Коммунарский Горнометаллургический ин-т, XI науч.-техн. конф.: Тез. докл. Луганск, 1969, с. 157—159. 2. Костенко Ю. А. Опалы села Екатериновки. Степановские чтения, геол. конф. 3. Тез. докл. Артемовск, 1969, с. 183—184. 3. Плюснина И. И., Малеев М. Н., Ефимова Г. А. Исследование скрытокристаллических разновидностей кремнезема методом ИК-спектроскопии.— Изв. АН СССР. Сер. геол., 1970, № 9, с. 78—83. 4. Татарский В. Б. Кристаллооптика и иммерсионный метод исследования минералов. М.: Недра, 1965. 306 с. 5. Дэна Дж. Д., Дэна Э. С., Фрондель К. Система минералогии. Т. 3. Минералы кремнезема. М.: Мир, 1966. 430 с. 6. Jones J. B., Segnit E. R. The nature of opal. 1. Nomenclature and constituent phases.— Journ. of the Geological society of Australia, vol. 18, part 1, 1971, p. 57—68.

В. Н. ГОРСТКА, канд. геол. минерал. наук,  
В. А. ТЮРЕМНОВ, канд. геол.-минерал. наук

### ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД КОНТАКТОВОЙ ЗОНЫ ХИБИНСКОГО МАССИВА

На примере Хибинского массива нефелиновых сиенитов рассмотрены закономерности изменения характеристик пород в пределах контактовой зоны этого массива с вмещающими зеленокаменными породами серии имандра — варзуга. Последние, сложенные в основном актинолит-альбитовыми сланцами, метадиабазами, метагаббро-диабазами, в зоне экзоконтакта под влиянием нефелин-сиенитовой магмы Хибинского интрузива превращены в диопсид-андезиновые роговики, мощность которых колеблется от 50 до 80 м [2].

С целью выяснения характера изменения петрофизических свойств пород контактовой зоны были исследованы плотность, магнитная восприимчивость и остаточная намагниченность пород массива (хибинитов) и зеленокаменных образований. Обобщенные результаты изучения более чем 250 образцов приведены в таблице.

Породы	Хибиниты				Зеленокаменные породы			
	неизмененные	Расстояние от контакта, м						неизмененные
		5	1	0,05	0,03	1	6	
Плотность, г/см <sup>3</sup>	2,66	2,70	2,73	2,75	3,06	3,06	3,06	2,96
Магнитная восприимчивость $\times 10^{-6}$ сгс	25	70	1000	1000	680	—	600	930
Остаточная намагниченность $In 10^{-6}$ сгс	80	300	350	400	370	460	—	480

Как следует из данных, приведенных в таблице, плотность пород эндо- и экзоконтакта по мере приближения к контакту заметно возрастает. Увеличение плотности щелочных пород объясняется, с одной стороны, более плотными, мелкозернистыми структурами приконтактных хибинитов, с другой — значительным возрастанием в них количества темноцветных и рудных минералов. Если в неизмененных хибинитах их содержание не превышает 11%, то в эндоконтактных разностях оно достигает 18%.

Увеличение плотности вмещающих пород в зоне экзоконтакта объясняется прежде всего тем, что в роговиках по зелено-

каменным породам заметно уменьшается пористость по отношению к их неизменным разностям — 3,06 и 2,96% соответственно. Немаловажную роль играет и изменение их минерального состава. Если неизменные зеленокаменные породы состоят из альбита ( $d=2,26^*$ ) и актинолита ( $d=2,96 \div 3,3$ ), то роговики сложены андезином ( $d=2,64 \div 2,89$ ) и диопсидом ( $d=3,20 \div 3,38$ ).

Наблюдается определенная закономерность и в изменениях магнитных свойств пород зоны контакта. В эндоконтактной зоне отмечается рост магнитной восприимчивости и остаточной намагниченности, что связано с заметным увеличением количества рудного минерала, представленного в хибинитах главным образом титаномagnetитом. В экзоконтактной зоне наблюдается обратная зависимость — уменьшение магнитной восприимчивости и остаточной намагниченности, что объясняется уменьшением в ней содержания рудных минералов, доминирующее положение среди которых занимает ильменит. В неизменных зеленокаменных породах содержание рудных минералов достигает 6,7%, в роговиках колеблется от 2,6 до 3,8%.

Резюмируя изложенное, можно отметить, что на примере контактовых взаимоотношений Хибинского щелочного массива с вмещающими породами хорошо видна зависимость петрофизических свойств от минерального состава и структурно-текстурных особенностей взаимодействующих геологических объектов. Данные о плотности минералов приведены по Ф. Берчу и др. (1949).

Список литературы: 1. Берч Ф. С., Шерер Дж., Снайсер Г. Справочник для геологов по физическим константам. М.: ИЛ, 1949. 346 с. 2. Горстка В. Н. Контактная зона Хибинского щелочного массива. Л.: Наука, 1971. 99 с.

УДК 56.012

М. С. ЗИНОВЬЕВ, канд. геол.-минерал. наук

### О КЛАССИФИКАЦИИ ФОРМ СОХРАННОСТИ ИСКОПАЕМЫХ ОСТАТКОВ ОРГАНИЗМА

Ископаемые остатки организмов являются основными и по существу единственными документами палеонтологии, на основании которых устанавливается история развития органического мира на Земле и решаются вопросы относительной геохронологии и палеогеографии. Они образуются только при благоприятных условиях захоронения и последующей частичной или полной фоссилизации остатков погибших организмов. В зависимости от различия этих условий и особенностей строения тела и скелета организмов, в природе встречаются разнообразные формы сохранности их ископаемых остатков, которые более или менее подробно охарактеризованы в учебниках палеонтологии, однако классификация их по существу отсутствует.

Считая, что классификация форм сохранности ископаемых остатков необходима как для научных, так и для учебных целей, мы находим целесообразным выделить группы форм сохранности ископаемых остатков, расположив их по уменьшению степени сохранности тела и скелетных элементов, различая в пределах каждой из групп виды форм сохранности.

I. *Полная сохранность трупов организмов.* Сюда относятся довольно редкие формы одновременной сохранности тела и скелета погибших организмов, с неполностью замещенной органикой (субфоссильные), представляющие большой научный интерес. Видами форм сохранности, входящими в эту группу, являются:

1. Замерзшие трупы организмов или их части, сохранившиеся в многолетней мерзлоте.

2. Мумифицированные трупы организмов или их части, сохранившиеся в естественном асфальте и озокерите.

3. Законсервированные трупы организмов (преимущественно насекомых), сохранившиеся в янтаре — так называемые инклюдзы.

II. *Полная сохранность скелетов организмов.* В эту довольно распространенную и наиболее важную в научном и практическом отношении группу входят полностью сохранившиеся и фоссильзированные скелеты и их части, принадлежащие различным погибшим организмам, и панцири, сброшенные животными при линьке.

1. Скелеты и скелетные элементы позвоночных животных (кости, зубы, чешуя и др.).

2. Скелеты и скелетные элементы беспозвоночных животных (раковины, панцири и др.).

3. «Скелеты» растений, т. е. их прижизненные минеральные образования (панцири диатомовых водорослей, панцири кокколитофорид, желваки красных водорослей и др.).

III. *Видоизмененные остатки тел или скелетов организмов.* К этой сравнительно немногочисленной группе относятся скелеты организмов или остатки их тел химически видоизмененные, вплоть до полного замещения тела организма минеральным веществом и образования псевдоморфоз, сохраняющих форму и структуру тела организма.

1. Обугленные хитиновые скелеты беспозвоночных животных (панцири членистоногих, скелеты граптолитов).

2. Обугленные остатки растений (стебли, листья и др.).

3. Фитолеймы — остатки растений, не подвергшиеся обугливанью и сохранившие в какой-то мере растительное вещество с измененным химическим составом (листья, споры, пыльца, семена, плоды).

4. Псевдоморфозы — полное замещение тела минеральным веществом при сохранении его формы и внутренней структуры (например окаменелая древесина).

IV. *Минеральные образования, сохраняющие форму организмов или их скелетов.* В эту весьма распространенную и практически важную группу входят минеральные образования, передающие в той или иной степени форму организмов или форму их скелетов, но в отличие от псевдоморфоз, не сохраняющие их внутреннюю структуру.

1. Отпечатки — оттиски на породе, обычно более или менее плоские, отражающие форму только какой-то части организма или его скелета (отпечатки листьев, отпечатки раковин, отпечатки рыб и их скелетов и др.).

2. Ядра (внешние и внутренние) — объемные слепки породы, полностью передающие форму: а) всего организма в целом, включая его тело и наружный скелет (внешние ядра моллюсков, плеченогих, морских ежей) или, у бесскелетных организмов, только тела (слепки медуз); б) только мягкого тела, без внешнего скелета (внутренние ядра моллюсков, плеченогих, трилобитов, морских ежей); в) полостей, существовавших внутри организма при его жизни (заполнение породой внутренней полости губок, слепки, отражающие форму внутренних полостей в стеблях плауновидных и членистостебельных растений).

К своеобразным внешним ядрам, передающим форму всего организма, следует отнести «каменные леса», которые, по мнению Л. Ш. Давиташвили и К. Захаревой-Ковачевой [2], представляют собой минеральные чехлы или футляры, окутывавшие при захоронении стволы растений, которые сами впоследствии истлели и исчезли.

V. *Следы жизнедеятельности организмов.* Эта группа объединяет разнообразные следы хождения, ползания, сверления и зарывания, жилые постройки зарывающихся организмов и другие следы жизнедеятельности, вплоть до копролитов (ископаемых экскрементов животных). В число основных видов форм сохранности ископаемых остатков рассматриваемой группы, по нашему мнению, следует включить пока только общие подразделения следов жизни, выделенные О. С. Вяловым [1], без дальнейшей их детализации по биосистематическим, физиологическим, экологическим и морфологическим признакам, а именно:

1. Следы жизнедеятельности беспозвоночных животных (следы ползания, норки сверлильщиков, жилые постройки обитателей илистых и песчаных грунтов и др.).

2. Следы жизнедеятельности позвоночных животных (отпечатки конечностей, копролиты и др.).

3. Следы жизнедеятельности растений (следы сверлящих водорослей).

Весьма своеобразными следами жизнедеятельности организмов, не укладываемыми полностью в перечисленные виды форм сохранности, являются различные микрофитолиты, образовавшиеся в результате фоссилизации слизи, которая обволакивала

скопления протобактерий и цианей и фиксировала на своей поверхности карбонат кальция.

VI. *Хемофоссилии*. К этой группе относят так называемые химические ископаемые (хемофоссилии), представляющие собой ископаемые органические соединения с мало изменившейся молекулярной структурой по сравнению с начальной, которой они обладали, входя в состав живых организмов [3]. В отличие от всех предыдущих групп ископаемых остатков, они морфологически не оформлены, поэтому могут быть отнесены к ископаемым остаткам организмов только условно, на том основании, что они входили ранее в состав тел живых организмов и могут служить показателями существования жизни в далеком геологическом прошлом.

Хемофоссилии изучены недостаточно и требуют дальнейших тщательных исследований.

**Список литературы:** 1. *Вялов О. С.* Следы жизнедеятельности организмов и их классификация. — В кн.: Пятидесятилетие советской палеонтологии и вопросы систематики древних организмов. — Труды XIII и XIV сессий ВПО, 1976, с. 18—24. 2. *Давиташвили Л. Ш., Захариева-Ковачева К.* Происхождение каменных лесов. Тбилиси: Мецниереба, 1975, 195 с. 3. *Eglinton G., Calvin M.* Chemical fossils. — *Sci. Amer.*, 1967, N 216, p. 32.

УДК 551.8(116.1)+551.8(477.75)

Д. П. ШАПОШНИКОВ, канд. геол.-минерал. наук,  
В. Я. ПЕРЕСАДЬКО

### ЧЕРТЫ ПАЛЕОГЕОГРАФИИ ТРИАСА КРЫМА И СОПРЕДЕЛЬНЫХ РЕГИОНОВ

Анализ разрезов триаса Крыма и смежных регионов (Прикубанье, Зап. Кавказ, Закавказье, Анатолия, Добруджа, Молдавия и Карпаты) и их сопоставление позволяют реконструировать палеогеографический план бассейновых образований. Важнейшими данными для таких построений являются: распределение областей седиментации и сноса, сравнительные минерало-петрографические данные, тектоническая обстановка и активность, климатическая зональность, размещение фаций, гидродинамические и гидрохимические особенности седиментации.

Ограниченность необходимых данных по ряду значительных участков, закрытых водами моря и мало изученных к настоящему времени, затрудняет решение многих палеогеографических вопросов и определяет первичный характер этих построений.

Триасовые отложения Крыма формировались в бассейне с четким флишевым режимом и представлены различными типами терригенного флиша [3, 8, 9]. Такие условия седиментации сохранялись в течение всего триасового времени и распростра-

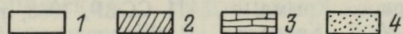
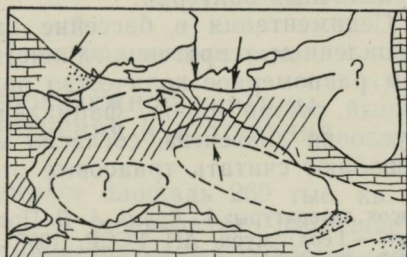
нялись на участки, расположенные к западу вплоть до Балканского полуострова (г. Котел) и к востоку, захватывая северо-западные участки Кавказа и Прикубанье (рисунок). В периферических участках преобладало мелководное карбонатное осадконакопление, а в отчлененных зонах и доломитообразования (Восточные Карпаты, Добруджа, Анатолия и Закавказье). В прибрежно-морских участках, отгороженных кордильерами, преобладали грубообломочные осадки (о. Змеиный, между-речье р.р. Днестра и Прута и др.).

Сравнительная характеристика минерального состава пород таврической свиты и возможных источников сноса позволяет выделить устойчивые и мобильные области сноса. Устойчивой областью сноса являлась суша юга Русской платфор-

мы и преимущественно герцинские сооружения южного и юго-западного Донбасса, что определило в общем единый терригенно-минералогический тип провинции таврической свиты Крыма [8]. Наряду с тем мобильные поднятия или подводные кордильеры в бассейне были нередко участками седиментации и рассортировки терригенного материала.

Тектоническая обстановка в период флишеобразования отличалась значительной активностью, интенсивными и резко дифференцированными колебательными движениями (подвижность участков седиментации, сейсмичность). Это сказывалось на режиме глубин и характере течений во флишевом бассейне [3, 8, 9]. В триасовое время проявлялся подводный вулканизм, отмеченный силлами различных пород [2].

Климатическая зональность в триасе была промежуточной между современной и зональностью палеозоя [5]. Наличие красноватых карбонатных пород по всей северо-тетической зоне свидетельствует о теплом климате с чертами локальной аридизации. В пределах Крыма климат был менее сухим, а морская обстановка существенно нивелировала его изменения, более четко выраженные в области сноса. Относительная гумидизация отмечается накоплением в ряде смежных областей угленосных отложений в поздне триасовое время. Щелочной тип выветривания в области сноса способствовал выносу большого количества глинистого материала [9].



Палеографическая схема:  
 1 — суша и кордильеры; 2 — флишевый бассейн; 3 — мелководные отложения известняка; 4 — лагунно-континентальные отложения.

Гидрохимический режим в областях флишевой седиментации отличался низким рН, что в значительной мере препятствовало осаждению карбонатов кальция, приводило даже к растворению попадавших в осадок раковин или замещению их сульфидами железа в диагенезе. Резко восстановительная среда в илах и придонном слое воды способствовала развитию лишь илоядных и различных бактерий.

Седиментация в бассейне характеризовалась интенсивным накоплением терригенно-глинистых осадков, содержащих в общем равномерное количество органического вещества. Вещественный состав пород, фациальные условия осадконакопления и условия диагенеза, согласно мнению многих исследователей, позволяют считать триасовые отложения нефтепроизводящими.

**Список литературы:** 1. *Друмя А. В.* Про триасові відклади межиріччя Дністр—Прут. — Геол. журн. АН УССР, 1957, т. 22, вып. 2, с. 72—74. 2. *Золотарев В. Н.* Новые данные о поздне триасовом вулканизме центральной части Горного Крыма. — ДАН СССР, 1968, т. 178, № 4, с. 909—911. 3. *Логвиненко Н. В., Карпова Г. В., Шапошников Д. П.* Литология и генезис таврической формации Крыма. Харьков: Изд-во Харьк. ун-та, с. 400. 4. *Робинсон В. Н.* Геологический обзор области триаса и палеозоя бассейнов рек Лабы и Белой на Сев. Кавказе. — Труды ВГРО, 1932, вып. 226, ОНТИ, с. 125. 5. *Страхов Н. М.* Типы климатической зональности в послепротерозойской истории Земли и значение их для геологии. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1960, № 3, с. 3—25. 6. *Сухаревич П. М.* О распространении триасовых отложений в южной части Днестровско-Прутского междуречья. — Учен. зап. Кишинев. ун-та, 1955, т. 19, с. 62—64. 7. *Шалимов А. И.* Новые данные по стратиграфии верхнетриасовых и нижне- и среднеюрских образований юго-западной части Горного Крыма. — ДАН СССР, 1960, т. 132, № 6, с. 1377—1379. 8. *Шапошников Д. П.* Особенности минерального состава таврической свиты Крыма. — ДАН СССР, 1959, т. 128, № 2, с. 379—382. 9. *Шапошников Д. П.* Некоторые вопросы ритмичности и условий образования таврической свиты Крыма. — Природные и трудовые ресурсы Левобережной Украины и их использование, т. VI. М.: Недра, 1965, с. 182—190. 10. *Шванов В. Н.* Литостратиграфия и структура таврической свиты в бассейне р. Бодрак в Крыму. — Вестн. Моск. ун-та. Сер. геол. и геогр. 1966, вып. 1, с. 67—72.

УДК 551.491.5

Г. Г. МАЛЕВАНЫИ, д-р геол.-минерал. наук

## ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ЛЕВОБЕРЕЖНОЙ УКРАИНЫ И ИХ ОХРАНА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ИСТОЩЕНИЯ

Левобережная Украина занимает площадь 269 тыс. кв. км или 44% территории республики. В ее пределах размещается полностью или частично 11 административных областей, соответственно: Донецкая, Запорожская, Ворошиловградская, Днепропетровская, Киевская, Херсонская и Черкасская. Здесь расположены крупнейшие заводы и фабрики.

В перспективе предусматривается дальнейшее увеличение промышленного потенциала Левобережья как за счет технической реконструкции и модернизации существующих промышленных объектов, так и путем строительства новых промышленных предприятий, в том числе в мало осваиваемых административных областях и районах.

Гидрогеологические условия Левобережной Украины определяются спецификой ее геоструктуры, обусловившей полное наличие двух и частично трех гидрогеологических провинций. К первым относятся Днепро-Донецкий артезианский бассейн и гидрогеологическая складчатая область Донбасса; ко вторым — гидрогеологические складчатые области юго-востока Украинского кристаллического щита и юго-западных склонов Воронежского кристаллического массива, а также северо-восточный борт Приморского (Причерноморского или Присивашского) артезианского бассейна.

Днепро-Донецкий артезианский бассейн характерен наиболее полным развитием серии водоносных горизонтов, приуроченных к водопроницаемым породам четвертичного, неогенового, палеогенового, мелового, юрского, триасового, пермского, карбонового, девонского и, по-видимому, докембрийского времени образования.

На большей части бассейна первыми от поверхности водоносными горизонтами являются четвертичные (в песчаных аллювиальных, флювиогляциальных, моренных озерных и эолово-делювиальных образованиях), реже — полтавские (пески), харьковские (пески, песчаники) и лишь местами в породах более раннего возраста (на северо-востоке и востоке долинами рек и балок вскрываются воды мергельно-меловой толщи верхнемелового периода, а в открытой части Донбасса — карбона).

Характерной отличительной гидрогеологической особенностью Днепровско-Донецкого артезианского бассейна является наличие в его разрезе сравнительно мощных водоупоров регионального характера, которые на огромном пространстве между северо-восточным склоном Украинского кристаллического щита и юго-западным склоном Воронежского кристаллического массива расчленяют ряд взаимосвязанных водоносных горизонтов и обводненных зон на три достаточно обособленных водосодержащих комплекса: верхний — над толщей олигоценных глин (киевский мергель); средний — между олигоценовыми и триасовыми глинами; нижний — под триасовыми глинами. Воды названных комплексов отличаются между собой условиями формирования, ресурсами, качеством, народнохозяйственным значением и предрасположенностью к загрязнению и истощению, а следовательно, и важностью их охраны. Первому комплексу водоносных горизонтов свойственно формирование вод, в основном, за счет инфильтрации атмосферных осадков с местных областей питания; воды эти обычно пресные, гидрокарбонатнокальциевые, с минерализацией до 1 г/л. Отмечаются случаи истощения водоносных горизонтов.

Второй комплекс водоносных горизонтов питается в основном за счет инфильтрации вод из зон сочленения артезианского бассейна со смежными складчатыми гидрогеологическими провинциями — Украинским щитом, Воронежским массивом и Донбассом. Воды его, формирующиеся в зоне свободного водообмена, преимущественно хорошего качества, с минерализацией до 1—3 г/л, являются основным источником централизованного водоснабжения крупных населенных пунктов. Явления загрязнения и истощения водоносных горизонтов отличаются затрудненными условиями формирования подземных вод, с высокоминерализованными водами (вплоть до рассолов), которые могут представлять лишь промышленный или бальнеологический интерес.

Общие ресурсы подземных вод Днепровско-Донецкого артезианского бассейна большие. Эксплуатационные запасы подземных вод с минерализацией до 10 г/л здесь оцениваются в 261899 л/с, в том числе с минерализацией до 1 г/л — 253274 л/с, от 1 до 3 г/л — 8296 л/с и в пределах 3—10 г/л — 379 л/с. Из общих эксплуатационных запасов 170372 л/с составляют статистические и 91527 л/с — динамические.

Гидрогеологическая складчатая область Донбасса, хотя по наличию водоносных горизонтов и имеет некоторое сходство с Днепровско-Донецким артезианским бассейном, но по условиям залегания, формирования, водообильности, по народнохозяйственному значению, масштабам дренирования и загрязнения она резко отлична.

Здесь основной комплекс многочисленных (более ста) водоносных горизонтов приурочен к часто переслаивающимся поро-

дам трещиновато-кавернозных известняков, трещиноватых песчанников и метаморфизированных сланцев верхнего, среднего и нижнего отделов каменноугольной системы. Отсутствуют мощные региональные водоупоры. Области питания водоносных горизонтов обычно местные.

Химический состав и типы подземных вод определяются, как правило, принадлежностью их к более рельефно выраженным гидродинамическим зонам; в зоне свободного водообмена (до 150—300 м) преобладают пресные, слабоминерализованные воды, преимущественно гидрокарбонатно-кальциевого типа; в зоне замедленного водообмена (до 600 м и более) минерализация вод увеличивается (десятки г/л) и в зоне застойного режима (до 1000 м и более) достигает предельных значений (сотни г/л — рассолы).

Недра Донбасса крайне бедны на подземные воды — около 11% эксплуатационных запасов Днепровско-Донецкого артезианского бассейна (30525 л/с). В Донбассе наиболее широко развиты явления истощения и загрязнения подземных вод, главным образом зоны активного водообмена.

Весьма серьезную угрозу питьевым ресурсам подземных вод Левобережной Украины представляют все учащающиеся случаи их загрязнения промышленно-бытовыми стоками.

Общий сброс промышленных сточных вод в пределах Левобережной Украины составляет в настоящее время более 9 млрд. м<sup>3</sup>/год, в 1980 г. он увеличится в два раза (18 млрд. м<sup>3</sup>/год).

В пределах Левобережной Украины от Шостки, Чернигова, Прилук, Сумм и Харькова — на севере, до Каховки, Цюрупинска, Геническа, Бердянска и Жданова — на юге, все чаще отмечаются не только эпизодические, но и стационарные явления загрязнения подземных вод промышленно-бытовыми стоками. К настоящему времени здесь фиксируется загрязнение не менее млн. м<sup>3</sup> подземных вод, из которых свыше 50% приходится на индустриальный Донбасс.

Загрязняются, как правило, верхние водоносные горизонты, независимо от их приуроченности к отложениям того или иного возраста — от четвертичных до докембрийских включительно. Однако отмечено загрязнение и более глубоко залегающих водоносных горизонтов (Сумы, Никитовка, Горловка, Старобельск, Жданов, в ряде мест Придонцовья и в других пунктах) вследствие прямого проникновения через скважины (технические неполадки) либо в результате поступления из загрязненных верхних водоносных горизонтов (гидравлическая связь). Известны факты загрязнения подземных вод и по некоторым групповым водозаборам.

Подземные воды загрязняются различными веществами механического, химического происхождения и био-радиогенными, возникающими в результате деятельности производственно-бытовых объектов. При этом загрязняющие вещества находятся

преимущественно в жидком и реже — в твердом и газообразном состоянии. Вероятно, поэтому до последнего времени исследователи обращали внимание на то, как влияют на водоисточники промышленные, меньше бытовые стоки и совершенно не изучали в этом отношении твердые и газообразные отбросы и выбросы. Между тем участие последних в загрязнении водоисточников несомненно. Так, вода источника — ручья, периодически протекающего несколько ниже мусорной свалки г. Константиновки, оказалась особенно загрязненной в бактериологическом отношении. Известны случаи, когда пресные воды, омывая отвалы терриконов каменноугольных шахт, превращались в минерализованные воды, которые затем отрицательно действовали на качество грунтовых вод прилегающих балок и речек. О влиянии загрязненной атмосферы на живую природу, почвогрунты и интересующие нас водоисточники можно судить и по таким фактам: вокруг ряда предприятий ежегодно выпадает на каждый квадратный метр земли до 3-х кг и более взвешенных веществ из дыма фабрично-заводских труб. Они размываются и растворяются водами атмосферных осадков, проникают в почво-грунтовые воды или поверхностные водоемы, увеличивая их загрязненность. Выбросы в атмосферу окислов азотной кислоты, серной кислоты и, по-видимому, некоторых других газообразных компонентов также усиливают антропогенное воздействие на формирование качественного состава водоисточников. Характер и масштабы видов искусственного воздействия на качество природных вод будут, по-видимому, выяснены в ближайшие годы в связи с неотложной потребностью комплексного решения вопросов охраны водоисточников от загрязнения вначале в пределах отдельных особо важных объектов, затем районов и республики в целом.

Серьезным фактором, требующим также пристального внимания службы охраны подземных вод, является их истощение. Истощение подземных вод обуславливается рядом причин, в т. ч. неиспользуемым самоизливом воды из различного рода поисково-разведочных скважин, чрезмерной эксплуатацией каптажными сооружениями и подработкой водоносных горизонтов горными выработками.

Прежде всего необходимо отметить, что в пределах рассматриваемого Левобережья насчитывается несколько сотен самоизливающихся скважин, которые сбрасывают (около 15 млн. м<sup>3</sup>/год) воды различной минерализации. Эти явления способствуют не только истощению запасов подземных вод, снижению их гидростатических напоров, но и в ряде случаев — заболачиванию и засолению земель.

Истощение ресурсов подземных вод форсированным водоотбором наблюдается в ряде мест Донбасса, в районах Шостки, Харькова, Полтавы, Мелитополя и в некоторых других пунктах, где вследствие чрезмерной эксплуатации подземных вод водоза-

борами существенно снизились динамические уровни воды в скважинах до нескольких десятков метров, а в некоторых водозаборах отмечается изменение качества воды в сторону повышения ее минерализации.

Наиболее ощутимо истощение подземных вод в пределах развития горных работ. В пределах Левобережья из горных выработок откачивается более 700 млн. м<sup>3</sup>/год подземных вод, которые, превратившись в шахтные воды, способствуют загрязнению поверхностных водотоков, а в ряде мест и подземных вод. В районе Белозерского месторождения в настоящее время ежесекундно откачивается до 45 млн. м<sup>3</sup>/год подземных вод, половина которых при более рациональной организации работ могла бы использоваться на хозяйственно-питьевые нужды. Формирующаяся депрессионная воронка Белозерского железорудного месторождения все увеличивается, расширяясь по контуру на десятки километров — до г. Мелитополя включительно. Необходимо отметить, что горные работы, особенно открытого типа, не только дренируют водоносные горизонты, но и существенно изменяют рельеф дневной поверхности.

**Список литературы:** 1. *Плотников Н. И.* Поиски и разведка пресных подземных вод для целей крупного водоснабжения. Ч. I и II. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1968. 470 с. 2. *Биндеман Н. Н., Язвин Л. С.* Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. М.: Недра, 1970. 328 с. 3. *Возная Н. Ф.* Химия воды и микробиология. М.: Высшая школа, 1979. 340 с. 4. *Каменский Г. П., Климентов П. П., Овчинников А. М.* Гидрогеология месторождений полезных ископаемых. М.: Госгеолиздат, 1953. 243 с. 5. *Климентов П. П., Кононов В. М.* Методика гидрогеологических исследований. М.: Высшая школа, 1978. 407 с. 6. *Сен-Марк Ф.* Социализация природы. М.: Прогресс, 1977. 434 с. 7. Академия наук Украинской ССР, институт геологических наук. — В кн.: Вопросы генезиса, динамики, формирования подземных вод и водно-физические свойства пород УССР. Киев: Наукова думка, 1978. 193 с. 8. *Овчинников А. М.* Гидрохимия. М.: Недра, 1970. 199 с.

УДК 551.491.56

К. А. НЕМЕЦ

### МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ КАРТЫ ВОДОПРОВОДИМОСТИ ВЕРХНЕМЕЛОВОГО ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТА ПРИ ОГРАНИЧЕННОМ ОБЪЕМЕ ПОЛЕВЫХ ОПЫТНЫХ РАБОТ

Методы восстановления поля водопроводимости основаны на получении конкретной информации (опробовании водоносного горизонта) во множестве опорных точек, на котором выполняется интерполяция или строятся структурные модели. Основная погрешность этих построений обусловлена наличием ошибки аналогии, пропорциональной степени фильтрационной неоднородности пород. Для уменьшения указанной ошибки до возможных минимальных значений необходимо, чтобы расстояния между опорными точками по крайней мере не превышали

размеров определяющей области эксперимента (опробования). Это требование вследствие относительной дороговизны полевых опытно-фильтрационных работ представляется нереальным. Поэтому практически применяются компромиссные варианты — опробование по нерегулярной сетке (с учетом конкретной цели исследований), вследствие чего ошибка аналогии становится неконтролируемой. Это значительно уменьшает возможность объективной оценки надежности гидрогеологических расчетов и прогнозов.

Применительно к верхнемеловому водоносному горизонту верхней части бассейна Северского Донца, приуроченному к зоне гипергенной трещиноватости мело-мергельных отложений, нами разработана методика эффективного контроля ошибки аналогии в описании фильтрационной неоднородности водовмещающих пород. Предлагаемая методика основана на обобщенной математической модели поля водопроводимости рассматриваемого водоносного горизонта, которая количественно отражает общие закономерности формирования трещинной проницаемости пород в зоне гипергенеза [2, 3]. С помощью указанной модели, учитывающей косвенную информацию (геологическую, геоморфологическую, гидрогеологическую — всего десять контролируемых признаков), возможна интервальная оценка с известной точностью конкретной реализации поля водопроводимости. Контролируемые факторы задаются по соответствующим картам достаточно крупного масштаба, что исключает необходимость дополнительного опробования водоносного горизонта. Создаваемая при этом возможность оптимальной регуляризации сети опорных точек, водопроводимость в которых определяется с помощью обобщенной математической модели, принципиально позволяет контролировать величину ошибки аналогии. Кроме этого, применение описываемой методики не требует выполнения большого объема полевых опытно-фильтрационных работ, а на ранних стадиях исследований — контрольного опробования. Все это в конечном итоге может способствовать значительному повышению экономической эффективности геологоразведочных работ.

По описанной методике была построена прогнозная карта удельного дебита, являющегося косвенной оценкой коэффициента водопроводимости [1]. Участок исследований расположен в средней части долины р. Большой Бурлук и имеет площадь около 1150 км<sup>2</sup>. Учитываемые в обобщенной математической модели факторы задавались с карт масштаба 1:200 000 по прямоугольной сетке с шагом 1,5×3 км. Интерполяция между полученными 255 узловыми точками выполнялась вручную. Для контроля точности карты были использованы не учитываемые при ее построении данные по 36 водозаборным скважинам в пределах исследуемого участка. Согласно расчету, средне-квадратическая ошибка построения карты равна 0,96 л/с, при-

чем при исключении скважины с аномально высоким удельным дебитом (6,3 л/с) среднеквадратическая погрешность уменьшается до 0,80 л/с.

Для сравнения на этом же участке по 36 водозаборным скважинам (опорным точкам) были построены тренд-поверхности удельного дебита первого, второго, третьего и четвертого порядков. Их среднеквадратические погрешности соответственно равны 1,01; 0,95; 0,77 и 0,72 л/с. Формальное сравнение тренд-поверхностей с прогнозной картой приводит к выводу, что тренд-поверхности третьего и четвертого порядков имеют лучшее приближение к реализациям поля удельного дебита в 36 опорных точках, и поэтому они более точные. Однако содержательный анализ отвергает этот вывод. На прогнозной карте достаточно отчетливо выражена зависимость удельного дебита от геоморфологических особенностей участка. В частности, изолинии наибольшего удельного дебита повторяют очертания гидросети, а наименьшие значения удельного дебита приурочены к водораздельным пространствам. Отклонения от указанной закономерности обусловлены особенностями залегания и изменчивостью литологического состава перекрывающих кайнозойских отложений. В отличие от этого, изолинии тренд-поверхностей совершенно не отражают геологических и геоморфологических особенностей участка, так как они построены в результате реализации формального подхода к восстановлению поля удельного дебита.

Таким образом, предлагаемая методика построения карты водопроводимости верхнемелового водоносного горизонта, основанная на количественном учете конкретных природных условий, представляется перспективной и может быть рекомендована для использования в практике гидрогеологических изысканий. Ее применение предусматривает возможность значительного сокращения объема полевых исследований и соответствующего повышения эффективности геологоразведочных работ.

Расчеты при построении прогнозной карты удельного дебита выполнены на ЭВМ М-222. Тренд-поверхности построены на ЭВМ ЕС-1020 по программе, составленной программистом А. Л. Петренко.

**Список литературы:** 1. Зеленин И. В. Методика оценки водопроводимости по величине удельных дебитов скважин и определение погрешности этой оценки. — В кн.: Гидрогеологические условия Молдавии и методика их изучения. Кишинев: Штиинца, 1973, с. 66—112. 2. Немец К. А. Методические аспекты построения статистической модели водообильности мело-мергельного водоносного горизонта. — Вестн. Харьк. ун-та. Геология и география, 1977, вып. 8, с. 51—54. 3. Немец К. А. Генетический метод исследования фильтрационной неоднородности массивов трещиноватых горных пород. — Вестн. Харьк. ун-та. Геология и география Левобережной Украины, 1979, вып. 10, с. 53—55.

Ю. С. КОРМИЛЕЦ, канд. геол.-минерал. наук

**ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ  
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД  
В ЗОНЕ КАТАГЕНЕЗА**

(на примере Днепровско-Донецкой и Припятской впадин)

Активное участие подземных вод в процессах преобразования осадочных пород позволяет использовать гидрогеологическую информацию при выяснении природы и масштаба катагенетических изменений. Так, анализ современной и палеогидрогеологической обстановки Днепровско-Донецкой впадины показывает, что на стадии начального катагенеза терригенных пород в условиях существенного привноса (выноса) вещества основными агентами региональной вторичной цементации являются: седиментогенные рассолы нижнепермской и девонской соленосных формаций; седиментогенные воды из уплотняющихся глинистых толщ; атмосферные воды в краевых частях бассейна. Физико-механические свойства песчано-глинистых пород в зоне начального катагенеза характеризуются следующими показателями [1, 4]: плотность песчаных пород составляет  $1,8-2,4 \text{ г/см}^3$ ; открытая пористость колеблется в пределах  $10-20\%$ ; проницаемость изменяется от  $500-100 \text{ мд}$  до  $100-1 \text{ мд}$ ; твердость пород по штампу колеблется от  $18$  до  $80 \text{ кг/мм}^2$ . Гидродинамические и гидрогеохимические особенности зоны начального катагенеза свидетельствуют о разнообразии процессов, воздействующих на перераспределение цемента в породах — коллекторах. Доминирующим фактором, влияющим на ход вторичных процессов в этой зоне, является гидродинамический. Процессы, протекающие в условиях диффузионно-динамического равновесия, приводят к широкому развитию аутигенного минералообразования в приконтактных зонах разнородных литогенетических типов осадочных пород. Особую роль при этом сыграли рассолы соленосных бассейнов, проникновение которых в нижезалегающие карбонатные и терригенные отложения способствовало доломитизации известняков и образованию в цементе песчано-глинистых пород карбонатных, сульфатных и хлоридных минералов. Примером развития подобных процессов является доломитизация девонских карбонатных пород в зоне катагенеза Припятской впадины [3].

В зоне глубинного катагенеза интенсивность преобразования пород значительно усиливается. Среди новообразований преобладают различные формы вторичного кварца. В результате этих изменений песчаники и алевролиты значительно уплотняются. Плотность пород составляет  $2,5-2,7 \text{ г/см}^3$ ; пористость

снижается до 2—6%, а проницаемость до 3 мд. Твердость пород по штампу возрастает до 90 кг/мм<sup>2</sup>, а песчаники обладают повышенной абразивностью. В гидродинамическом отношении зона глубинного катагенеза находится в условиях весьма замедленного водообмена с широким развитием изолированных гидродинамических систем. Процессы преобразования пород в этой обстановке происходят без существенного привноса (выноса) и осуществляются как за счет компонентов подземных вод, так и за счет вещества самих водовмещающих пород. Максимальная концентрация основного минералообразующего компонента кремнезема в водах этой зоны достигает предельного насыщения 200—500 мг/л [2].

Наряду с региональными катагенетическими преобразованиями осадочных пород наблюдаются и локальные эпигенетические изменения, связанные с межпластовыми перетоками подземных вод и гидрогеохимическими процессами в приконтактной зоне углеводородных залежей. Эти изменения способствуют дополнительной цементации терригенных пород и развитию карстовых пустот в карбонатных породах.

Выявленные особенности формирования физико-механических свойств осадочных пород в зоне катагенеза открывают большие возможности использования гидрогеологической информации как для познания общих закономерностей образования осадочных пород, так и в практических целях при прогнозной оценке их физико-механических свойств и инженерно-геологическом картировании. Наиболее характерными показателями катагенеза пород Днепровско-Донецкой впадины, сопровождающегося уменьшением пористости до 10% и менее, являются: слабая водообильность, дебиты скважин — 0,5—5 м<sup>3</sup>/сут; однообразный хлоркальциевый тип вод с коэффициентом метаморфизации не более 0,80; повышенное содержание кремнезема, микроэлементов, свободной углекислоты. Локальные эпигенетические изменения пород фиксируются аномальными величинами минерализаций и содержания брома, йода, аммония. Высокоминерализованные рассолы, производные маточной рапы хлоридного магниевого состава, следует рассматривать как благоприятный признак наличия в карбонатных породах вторичных доломитов и доломитизированных известняков с высокими емкостнофильтрационными параметрами.

**Список литературы:** 1. Долуда М. Е., Литвин С. В., Харченко С. Д. Региональный эпигенез каменноугольных отложений Днепровско-Донецкой впадины и его влияние на коллекторские свойства. — Литология и полезные ископаемые, 1968, № 4, с. 128—132. 2. Кормилец Ю. С. Гидрогеохимические условия образования аутигенного кварца в зоне катагенеза Днепровско-Донецкой впадины. — Литология и полезные ископаемые, 1975, № 2, с. 126—131. 3. Кормилец Ю. С. О количественной гидрогеохимической оценке степени доломитизации карбонатных пород в зоне катагенеза. — Литология и полезные ископаемые, 1976, № 4, с. 133—135. 4. Шукин Н. В. Физико-механические

свойства песчано-алевролитовых пород перми и карбона Днепровско-Донецкой впадины. — В кн.: Тезисы докл.: Итоговая сессия УкрНИГРИ. Чернигов, 1967, с. 81—83.

УДК 551.244 : 626.17

Г. Г. ВЕЛИКИЙ, канд. геол.-минерал. наук, А. П. ЗАРИЦКИЙ

### ВЛИЯНИЕ СОЛЯНОКУПоловых СТРУКТУР НА РАЗВИТИЕ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРЕДЕЛАХ ЛЕВОБОЕРЕЖЬЯ СРЕДНЕГО ПРИДНЕПРОВЬЯ

Рассматриваемая территория охватывает Левобережную часть Среднего Приднепровья, где расположены реки Сула, Псел, Ворскла и Орель. Известно, что в формировании Днепровско-Донецкой впадины принимали участие тектонические движения, в основном определявшие направление и интенсивность эрозионных процессов, в результате которых образовались современные формы рельефа.

В образовании их большую роль играли эпейрогенетические движения земной коры. Кроме эпейрогенетических движений, во время четвертичного периода на рассматриваемой территории происходили и дислокационные нарушения отложений. Они нашли свое отражение в геоморфологии района, в частности в образовании солянокуполовых структур.

Эти нарушения довольно молодые и отразились даже на высотном отношении речных террас, что, в свою очередь, сказалось и на эрозионных процессах.

Наличие соляных куполов определяется непосредственно в рельефе в виде куполовидных возвышенностей, имеющих влияние на направление течения рек. Последние обтекают мобильные участки, образуя много поворотов, подмывая берега и тем самым усиливая эрозионную деятельность.

Возвышенности соляных куполов четко выявлены и описаны в работах С. И. Проходского, И. Г. Черванца и др. Наиболее характерным примером их может быть Исачковский и Роменский купола, которые резко возвышаются над окружающей местностью. Поверхность их расчленена многочисленными и глубокими оврагами, что является свидетельством резко выраженной эрозионной деятельности.

Исходя из этого, нами были изучены многочисленные опубликованные материалы с целью выяснить влияние солянокуполовых структур на развитие эрозионных процессов в бассейнах рек Сулы, Псла, Ворсклы и Орели.

С. И. Проходский, И. Г. Черванев приводят 54 структуры, которые выражены в рельефе. Эти данные дополнены материалами из тектонической карты Днепровско-Донецкой впадины под общей редакцией А. А. Мартынова, А. П. Ротая (1966),

где названо еще 12 структур. Всего выявлено 66 структур в бассейнах рек.

Дальнейшее исследование сводилось к изучению в каждом речном бассейне главной реки и ее притоков с целью выяснения их эрозионной деятельности. Источником получения таких данных послужила работа Н. И. Дрозда.

Рассматривались реки длиной более 10 км. На основании полученных данных на карте было выделено четыре района с четырьмя категориями эрозионной деятельности.

*I категория.* Район приурочен к низовьям рек и охватывает главным образом боровую террасу р. Днепра, трубежскую и переславско-черкасскую террасы, которые сложены, в основном, аллювиальными песками, а последние две перекрыты лёссом. В связи с тем, что террасы представляют собой в гипсометрическом отношении самые низкие геоморфологические образования, на их поверхности почти отсутствуют овраги и балки, эрозионные процессы развиваются главным образом вследствие подмыва реками берегов. На территории полностью отсутствуют солянокуполовые структуры, которые выражены в рельефе.

*II категория.* Участки, где на площадях наблюдается водная эрозия и на большей части поверхности происходит значительная аккумуляция материалов смыва. Поверхностный смыв почвы отмечен на относительно пологих склонах с последующим отложением продуктов смыва на большом удалении.

Глубинный размыв в виде неглубоких рытвин имеет распространённый характер. Оврагов много, глубина их до 10—15 м, иногда до 30 м, склоны в устье пологие, иногда задернованные или поросшие лесом, кустарником. Аккумуляция происходит на больших площадях. Осаждаются принесенные извне водными потоками минеральные и органические частицы, интенсивно накапливаются на месте происхождения остатки растительности болот и лугов. В бассейнах этих рек местный базис эрозии углублен до 30—40 м, склоны речных долин и балок — пологие или же средней крутизны, овраги с крутыми склонами и обрывистыми вершинами. В геоморфологическом отношении эта территория приурочена, в основном, к градижской, новохарьковской и частично иванковской террасам. В пределах района с развитием эрозионных процессов второй категории наблюдается большое количество солянокуполовых структур.

*III категория.* Территория верховьев рек Ворсклы, среднего течения Псла и Сулы. Здесь наблюдается интенсивное развитие овражнобалочной сети. Глубина базиса эрозии достигает 50—60 м. В верховьях оврагов, балок и долин легко происходит размыв покровных отложений. Глубина оврагов достигает иногда 40 м. Борты оврагов крутые, отсутствие древесной растительности в оврагах и по их бортам приводит к развитию глубинной эрозии и выносу твердого стока. Наличие солянокуполовых структур усиливает эти процессы. В реки сносятся большое

количество рыхлого материала, что обуславливает заиление рек и водохранилищ.

*IV категория.* Ограниченные участки, которые приурочены к верховьям р. Сулы, Псла и Ворсклы. Развитие эрозийных процессов идет очень интенсивно. Глубина оврагов более 40 м. Речные долины имеют крутой и обрывистый характер. Лесная растительность отсутствует. Оврагами сбрасывается в реки большое количество твердого стока. Солянокуполовые структуры не выявлены.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы. В тех местах, где интенсивно развиты солянокуполовые структуры, эрозионная деятельность резко возрастает.

Это хорошо заметно на участках с развитием эрозийных процессов категорий II и III. А на участках, где отмечено развитие весьма интенсивных эрозийных процессов категории IV, по всей вероятности, имеются солянокуполовые структуры, которые до сих пор не установлены.

Изучение эрозийных процессов дает возможность наметить противоэрозионные мероприятия, которые рационально провести в наиболее опасных местах.

**Список литературы:** 1. Дрозд Н. И. Материалы по типизации рек Украинской ССР, т. II. Гидрографическая характеристика рек Украинской ССР. К.: Изд-во АН УССР, 1953, с. 348. 2. Проходский С. И., Карпов В. И., Черванев И. Г. Морфологическая выраженность локальных тектонических структур Днепровско-Донецкой впадины. — В кн.: Материалы Харьк. отд. географ. о-ва Союза ССР. Харьков: Изд-во Харьк. ун-та, 1965, с. 50—56. 3. Проходский С. И., Гольфельд И. А., Карпов В. И. и др. Локальные морфоструктуры Днепровско-Донецкой впадины. Геологический журнал. К.: Изд-во АН УССР, № 3, 1968, с. 76—84.

УДК 551.244:(477.64)

О. И. БУБЛАЙ, О. А. КРАМАРЕНКО, В. А. РЯБЫХ,  
Ю. П. СОКОЛОВ

### ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ОПОЛЗНЕВЫХ СКЛОНОВ СЕВЕРНОГО ПРИАЗОВЬЯ

С целью достоверного прогнозирования развития оползней в северном Приазовье нами была предпринята количественная оценка роли основных оползнеобразующих факторов. В геологическом строении оползневой зоны этого района принимают участие куяльницкие глины и пески, являющиеся основным деформируемым горизонтом, верхнеплиоценовые глины, пески, алевроиты и четвертичные покровные суглинки.

Расчет устойчивости склонов производился по методу Маслова — Беррера с применением ЭВМ ЕС-1022. Всего было выполнено 95 расчетов по 10 наиболее характерным створам. Для получения представительных исходных данных величина

сопротивления грунтов сдвигу уточнялась обратными расчетами. Сдвиговые усилия определялись для двух случаев — вдоль выработанной и вероятной поверхностей смещения. Результаты проработки обоих вариантов оказались близкими, что позволило использовать для прямых расчетов следующие значения параметров (табл. 1).

Для каждого из выделенных створов предполагаемая (расчетная) поверхность смещения проводилась в соответствии с контурами поверхности скольжения разведанных оползней. Глубина захвата плато определялась по графикам А. М. Мочалова. Основные параметры склонов (фактические и расчетные), а также коэффициенты устойчивости склонов и оползней  $K_{уст}$  приведены в табл. 2.

Анализ полученных данных позволил сделать следующие выводы. Расчеты устойчивости, выполненные методом горизонтальных сил и с учетом соблюдения условия предельного равновесия, дали сходные результаты. Их сопоставление позволяет с большей уверенностью дать относительную оценку устойчивости склона на различных участках; выявить участки, находящиеся в условиях напряженного состояния, близкого к критическому. Эти результаты можно использовать также для прогноза развития оползневой процесса во времени. Из графов 7, 8, и 9 табл. 2 видно, что склон в районе створа I находится в критическом состоянии, в районах створов II, IV, V — в напряженном, а в районах остальных створов обладает определенным запасом устойчивости. Сравнение коэффициентов устойчивости оползневого склона и оползневого тела по створам показывает, что результаты обратных расчетов требуют корректуры. Так, коэффициенты устойчивости оползневых тел, находящихся на стадии динамического равновесия (периодических подвижек), оказались выше соответствующих коэффициентов оползневых склонов, находящихся в напряженном состоянии. Детальный анализ результатов исследований позволил также выявить, что введенная в расчеты величина  $C$  оказалась завышенной (0,9 вместо 0,5 т/м<sup>2</sup>), а для вероятной поверхности смещения первой зоны (табл. 1) — заниженной (0,7 вместо 1,7 т/м<sup>2</sup>). Однако отмеченные недостатки не могут существен-

Таблица 1  
Расчетные характеристики прочностных свойств грунтов оползневой зоны

№ п/п	Зоны оползневых смещений	Сцепление $C$ , т/м <sup>2</sup>	Угол сдвига $\psi$ , град.	Объемный вес $\gamma$ , т/м <sup>3</sup>
1	Вдоль вероятной поверхности смещения: четвертичные и верхнеплищевые песчаноглинистые отложения	0,7	20	1,88
2	куяльницкие глины	2,0	11	1,94
3	Вдоль выработанной поверхности смещения	0,9	7	1,84

Значение коэффициентов устойчивости  $K_{уст}$ 

№ п. п.	№ ств.	Параметры склонов				Запас устойчивости. $\alpha_{крит.}$ ; $\alpha_{факт.}$ $\alpha_1 - \alpha_2$	Запас устойчивости по длине оползневого тела, м	$K_{уст}$ склона по методу горизонтальных сил	$K_{уст}$ оползневого те- ла—по методу гори- зонтальных сил
		фактические		расчетные					
		высота $H$ , м	крутизна $\alpha_1$ , факт. град.	крит. крутизна $\alpha_2$ , крит. град.	глубина захвата плага, м				
1	I—I	23,6	23	23	8,0	0	0	0,881	1,112
2	II—II	26,0	18	22,5	8,6	45	10	0,940	0,994
3	III—III	24,2	16,5	23	8,0	6,5	18	1,041	1,001
4	IV—IV	21,8	21	24	7,6	3	6	0,931	1,088
5	V—V	32,2	18	21	9,4	3	6	0,886	0,954
6	VI—VI	25,8	12	22,5	8,6	10,5	45	1,060	1,391
7	VII—VII	25,2	14	22,5	8,6	8,5	36	1,109	1,497
8	VIII—VIII	27,2	15	22	8,8	7	28	0,983	1,312
9	IX—IX	25,7	14	22,5	8,6	8,5	35	0,997	1,042
10	X—X	30,7	14	21	9,3	7	43	0,981	1,114

но повлиять на количественную оценку роли основных оползнеобразующих факторов.

Значения коэффициентов устойчивости, рассчитанные с учетом влияния различных оползнеобразующих факторов, приведены в табл. 3. В табл. 4 роль этих факторов выражена в процентах.

Полученные данные свидетельствуют о следующем. Подземные воды, в частности, воды верхнеплиоценового водоносного горизонта отрицательно сказываются на устойчивости склонов. Суммарное влияние взвешивающего и гидродинамического давлений достигает 8—24%. Если же взвешивающее давление воды проявляется в большей степени в голове оползня, то оно играет положительную роль, т. е. повышает устойчивость склона. Так, в створе VIII уменьшение удерживающих сил в языке оползня за счет взвешивающего давления компенсируется уменьшением сдвигающих сил в его головной части. Снижение уровня подземных вод до нулевой отметки ведет к увеличению коэффициента устойчивости от 4 до 16—18%. Но в некоторых случаях дренаж не дает положительного эффекта (створ VI), так как связанное с ним перераспределение давления ведет к непропорциональному изменению удерживающих и сдвигающих усилий соответственно в языке и голове оползня. Повышение уровня подземных вод в присклоновой части на 5 м вызывает уменьшение коэффициента устойчивости на 3—8%. Роль абразии определялась путем «изъятия» части грунта в языковой части оползня. В зависимости от количества размывого

Значения  $K$  с учетом влияния основных оползнеобразующих факторов

№ п.п.	№ ств.	$K_1$ (Куст, оползнев.ого склона)	$K_2$ (без учета гидродинамического давления)	$K_3$ (без учета взвешивающих и гидродинамического давления)	$K_3$ (с учетом абразии, при отмыве)				$K_4$ при повышении уровня подземных вод на 5 м	$K_5$ (при пригрузке прибрежной части пляжа)			$K_6^1$ (при планировке склона)		$K_7$ при дренаже до отметки м	$K_{\text{эуст}}$ оползневого тела
					$K_3^2$ 2м <sup>3</sup> /год	$K_3^5$ 5м <sup>3</sup> /год	$K_3^{10}$ 10м <sup>3</sup> /год	$K_3^{15}$ 15 м <sup>3</sup> /год		$K_5^1$ (10 т/м <sup>2</sup> )	$K_5^2$ (20 т/м <sup>2</sup> )	$K_5^3$ (30 т/м <sup>2</sup> )	до 15°	до 10°		
1	I—I	0,881	0,920	0,954		0,878			0,808					1,060	0,934	1,112
2	II—II	0,940	0,990	1,048	0,939	0,938	0,936	0,934	0,872					1,043	1,016	0,994
3	III—III	1,041	1,100	1,128					0,959	0,942	0,877	0,831	1,071		1,079	1,001
4	IV—IV	0,931	1,010	1,038				0,924	0,860					1,017	0,984	1,088
5	V—V	0,886	0,950	1,001					0,858	0,822	0,779	0,748	0,908		0,942	0,954
6	VI—VI	1,060	1,110	1,190					1,020					1,150	1,060	1,391
7	VII—VII	1,109	1,150	1,369	1,108	1,106	1,103	1,101	1,058					1,183	1,124	1,497
8	VIII—VIII	0,983	1,150	1,069		0,981			0,918	0,883	0,822	0,780	1,098	1,153	1,312	
9	IX—IX	0,997	1,150	1,183		0,995			0,918				1,105	1,157	1,042	
10	X—X	0,981	1,080	1,126	0,980	0,980	0,979	0,977	0,916				1,074	1,077	1,114	

Таблица 4

## Относительная роль основных оползнеобразующих факторов, %

№ п. п.	№ ств.	Роль гидродинамического давления, %	Роль взвешивающего давления, %	Суммарная роль взвешивающего и гидродинамического давления	Изменение <i>K</i> <sub>уст</sub> при повышении уровня воды на 5м, %	Изменение <i>K</i> <sub>уст.</sub> при дренаже до отметки 0м, %	Роль абразии (%) при отмыве с 1 п. м. берега				Роль пригрузки прирвочной части плато (%) на:			Роль планировки склона при срезке до	
							2 м <sup>3</sup> /год	5 м <sup>3</sup> /год	10 м <sup>3</sup> /год	15 м <sup>3</sup> /год	10 т/м <sup>2</sup>	20 т/м <sup>2</sup>	30 т/м <sup>2</sup>	15°	10°
1	I—I	- 4,4	- 3,9	- 8,3	- 8,3	+ 6,0	- 0,34							+ 20,3	
2	II—II	- 5,3	- 6,2	- 11,5	- 7,2	+ 8,1	- 0,11	- 0,21	- 0,43	- 0,64				+ 11,0	
3	III—III	- 5,7	- 2,6	- 8,3	- 7,9	+ 3,7					- 9,5	- 15,7	- 20,1	+ 2,9	
4	IV—IV	- 8,5	- 3,0	- 11,5	- 7,6	+ 5,7	- 0,75							+ 9,2	
5	V—V	- 7,2	- 5,8	- 13,0	- 3,2	+ 6,3					- 7,2	- 12,0	- 15,6	+ 2,5	
6	VI—VI	- 4,7	- 7,6	- 12,3	- 3,8	0,0									+ 8,5
7	VII—VII	- 3,7	- 19,8	- 23,5	- 4,6	+ 1,4	- 0,09	- 0,27	- 0,54	- 0,72				+ 6,7	
8	VIII—VIII	- 16,9	+ 8,1	- 8,8	- 6,6	+ 17,4	- 0,20	- 0,20			- 10,2	- 16,4	- 20,6	+ 11,7	
9	IX—IX	- 15,3	- 3,3	- 18,6	- 7,9	+ 16,0	- 0,20							+ 10,8	
10	X—X	- 10,0	- 4,8	- 14,8	- 6,6	+ 9,8	- 0,10	- 0,10	- 0,20	- 0,41				+ 9,4	

грунта от 2 до 15 м<sup>3</sup>/год коэффициент устойчивости уменьшается на 0,1—0,7%. Несмотря на то, что величина снижения коэффициента устойчивости в результате размыва грунтов невелика, все же основным оползнеобразующим фактором является абразивная деятельность моря и вести борьбу нужно прежде всего с ней. Увеличение пригрузки склона на 10—30 т/м<sup>2</sup> ведет к уменьшению коэффициента устойчивости на 7—20%. Из этого следует, что к планированию застройки прибавочной части оползнеопасных склонов следует подходить весьма осторожно.

Выполаживание склонов до 10—15° повышает их устойчивость на 10—12%. Отклонения от этих значений объясняются «нетипичностью» геометрической конфигурации склонов.

Таблица 5

Расчет времени смещения

№ п. п.	№ ств.	K <sub>факт.</sub> (по Мас- лову— Берреру)	K <sub>крит.</sub> (соотв. α крит.)	K <sub>факт.</sub> — K <sub>крит.</sub>	Время до нового смещения, t, г			
					при Q = 2 м <sup>3</sup> /год.	при Q = 5	при Q = 10 м <sup>3</sup> /год	при Q = 15 м <sup>3</sup> /год.
1	I—I	0,881	0,840	0,041	—	12	—	—
2	II—II	0,940	0,850	0,090	82	43	21	14
3	III—III	1,041	0,840	0,201	—	—	—	—
4	IV—IV	0,931	0,810	0,121	—	—	16	—
5	V—V	0,886	0,880	0,006	—	—	—	—
6	VI—VI	1,060	0,850	0,210	—	—	—	—
7	VII—VII	1,109	0,850	0,259	288	96	48	36
8	VIII—VIII	0,983	0,860	0,123	—	61	—	—
9	IX—IX	0,997	0,850	0,147	—	73	—	—
10	X—X	0,981	0,880	0,101	101	100	50	25

На основе учета современного состояния склона и возможного количества размываемого абразией грунта Q по отдельным створам нами также предпринята попытка определения времени нового смещения грунтовых масс (табл. 5). Прогноз развития оползневых процессов во времени дает возможность сопоставить состояние склона на различных участках. Например, при одной и той же величине абразии (Q=5 м<sup>3</sup>/год) возможное время возникновения новых оползневых смещений на различных створах колеблется в интервале от 12 до 100 лет. Кроме того, результаты расчетов позволяют более наглядно оценить роль абразии в развитии оползней. Как видно из таблицы, при увеличении объема размываемого грунта от 2 до 15 м<sup>3</sup>/год скорость развития оползневого процесса возрастает в 4—8 раз.

Необходимо отметить, что при решении временной задачи не учитывалась степень сопряжения нового (вероятного) оползневых с соседними, примыкающими по бортам. Поэтому полученные расчетные величины необходимо корректировать данными визуальных, геодезических и других видов наблюдений.