Записки Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова
т. LX, вып. 2, 1971 г.

ВОЗРАСТ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КАРСТА НА ПИКАЛЕВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ФЛЮСОВЫХ ИЗВЕСТНЯКОВ

О. В. Лепин

Пикалевское месторождение флюсовых известняков (Ленинградская область) расположено в пределах так называемого карбонового плато. Продуктивная толща месторождения представлена органогенными, кристаллическими и доломитовыми известняками и доломитами тарусского и веневского горизонтов визейского яруса, которые в западной части перекрыты четвертичными моренными и озерно-ледниковыми отложениями мощностью от 6 до 30 *м*, а на востоке также терригенно-карбонатными породами стешевского горизонта визейского яруса и доломитами протвинского горизонта намюрского яруса. Преобладают известняки веневского горизонта, имеющие мощность 7—10 *м*, распространенные на всей площади месторождения и подстилаемые одновозрастными песчано-глинистыми отложениями. Лежащие выше тарусские известняки отделены одновозрастной пачкой песчано-глинистых пород мощностью 1—4 *м* от известняков веневского горизонта; мощность тарусских известняков колеблется от 2 до 7,5 *м*, развиты они главным образом в восточной части месторождения и в виде крупного «останца» — в западной его части. Отмечен крупный древнечетвертичный размыв веневских и тарусских отложений в центральной части месторождения и несколько нижнекаменноугольных размывов в восточной и южной частях его.

Карбонатные породы на Пикалевском месторождении в значительной степени закарстованы. Если поверхностная закарстованность, выражающаяся в широком развитии карстовых воронок, котловин, оврагов и долин в покровных четвертичных отложениях, и связанные с нею небольшие внутренние карстовые полости в известняках отмечались всеми исследователями (А. А. Кальниным, Р. А. Мазуром, П. Е. Владимировым и другими), то крупные внутренние карстопроявления ими не были описаны и внутренняя закарстованность в целом считалась незначительной (до 5% от общей мощности известняков).

Нашими наблюдениями было подтверждено широкое развитие поверхностных карстопроявлений в восточной части *IV* разведочного участка (карстовых воронок, оврагов и периодически исчезающих озер), установлено их резко неравномерное распределение по площади (от пяти-шести воронок на 1 *га* до одной воронки на 1 $км^2$) и сравнительно молодой возраст этих карстовых форм по возрасту и характеру растительности, встречающейся в них.

Внутренние карстопроявления наблюдались нами в действующих карьерах *IV* и *V* эксплуатационных участков (западная часть *IV* разведочного участка) в подавляющем большинстве случаев в известняках, хотя иногда отмечались мелкие карстовые полости и каверны также в доломитах и кремнистых образованиях.

Преимущественно развиты на месторождении зоны сильно пористых (вплоть до мучнистых) и кавернозных известняков, приуроченные в основном к верхним горизонтам карбонатных пород (выше уровня грунтовых вод). Иногда за счет привноса большого количества материала из покровных отложений такие зоны содержат много крупных линз, гнезд и прослоев глин.

Крупные полости и пустоты встречаются реже, однако нами они наблюдались неоднократно среди известняков тарусского и веневского горизонтов. Их можно разделить на две большие группы: горизонтальные карстовые полости и карстовые формы типа воронок и неправильных полостей.

Горизонтальные полости приурочены почти исключительно к верхней части разреза, примерно в 0,6—1,5 *м* от кровли известняков, и развиваются главным образом в органогенных разностях последних. Размеры их по площади обычно весьма значительные: от 30×50 до 200×500 *м*, тогда как мощность невелика: от 1 до 50 *см*, преимущественно 20—30 *см*. Число таких полостей в вертикальном разрезе — одна, реже — две-три, совсем редко — три-пять; они обычно нацело заполнены глиной, песком, порошкообразными гидроокислами железа и обломками близлежащих известняков. Цвет глины темно-серый, каштаново-серый, темно-бурый и черный; она в различной степени песчаниста, имеет четкую слоистость, «обтекающую» обломки известняка и стенки полости.

Карстовые формы типа воронок и неправильных полостей имеют самые различные размеры: от 2 до 60 *м* и более по фронту забоя и от 1 до 8 *м* и более по глубине. Самые крупные карстопроявления этого типа встречены в тарусских известняках *V* эксплуатационного участка и приурочены к наиболее глубоким частям разреза (рис. 1). Эти полости заполнены пестро окрашенными песчано-глинистыми отложениями со сравнительно небольшим количеством обломков известняка и мергелистого известняка, причем взаимоотношения между отдельными разностями пород весьма сложные. В песке и глине наблюдается слоистость самых различных направлений: горизонтально-волнистая, наклонная, крутая, прихотливо повторяющая конфигурацию стенок полости или контактов с другими разновидностями пород.

Небольшие полости наблюдаются в верхней и средней частях разреза известняков тарусского и веневского горизонтов. Они заполнены песчано-глинистым материалом, резко отличающимся по окраске и внешнему виду от перекрывающих известняки четвертичных отложений. Одна из таких полостей изображена на рис. 2. Заполняющая ее толща песков и глин в целом неслоиста, однако местами по ожелезненным пояскам отмечается повторение конфигурации стенок полости или контактов с нижележащими породами. Хорошо видны также подводящие каналы, идущие к полости от кровли известняка и отходящие от нее вглубь.

На основании наших наблюдений и результатов предшествующих работ [1, 2, 3] в развитии карста на Пикалевском месторождении можно выделить три стадии. Первая, наиболее древняя стадия была сравнительно кратковременной — от позднего веневского до верейского времени. Карстовые формы этого возраста выделены в результате анализа разрезов разведочных скважин колонкового бурения по литологическому признаку (полости в веневских и тарусских известняках с синей, красной, зеленой и коричневой глиной и пестро

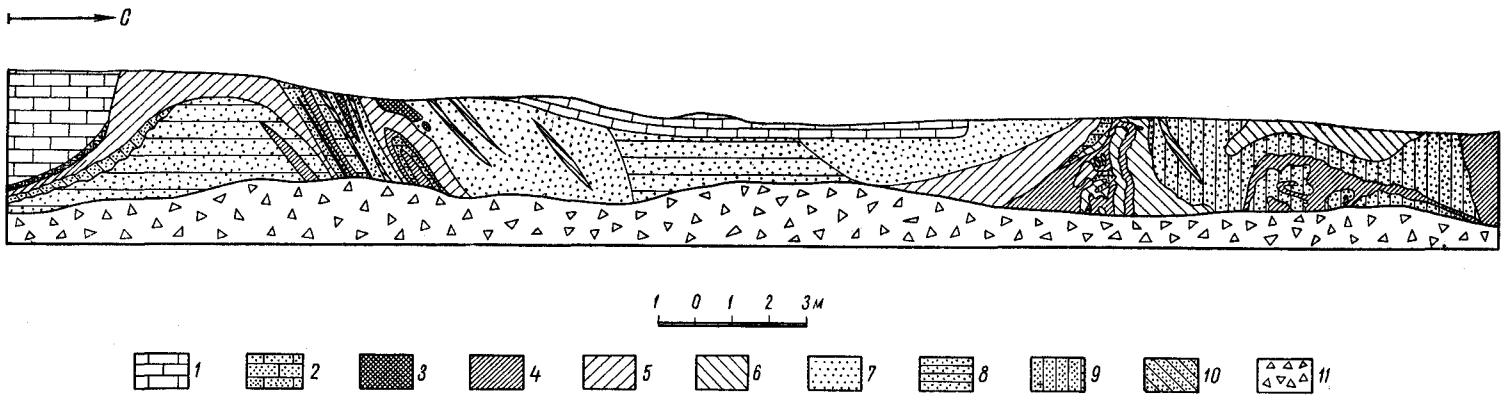


Рис. 1. Крупная карстовая полость в известняках тарусского горизонта на *V* эксплуатационном участке:

1 — известняк кристаллический; *2* — известняковая мука; *3* — известняк мергелистый; *4* — глина темно-серая; *5* — глина красно-бурая; *6* — глина серая; *7* — песок грязно-белый; *8* — песок серый и темно-серый; *9* — песок красно-бурый; *10* — песок желтовато-серый; *11* — осыпь

окрашенным песком). Использовать химический состав и петрографические особенности карстовых глин для установления их относительного возраста не представилось возможным, поскольку по этим признакам глины четвертичных и каменноугольных отложений, как показали наши исследования, не различаются, а остатки фауны и флоры, споры и пыльца в глинах из карстовых полостей не обнаружены.

Карст первой стадии развивался по открытому (средиземноморскому) типу в пределах небольших островов на фоне общего погружения района, о чем говорит непрерывность разреза нижнекаменноугольных отложений и наличие местных размывов в отложениях визейского возраста. Поэтому распространение древних карстовых форм на Пика-

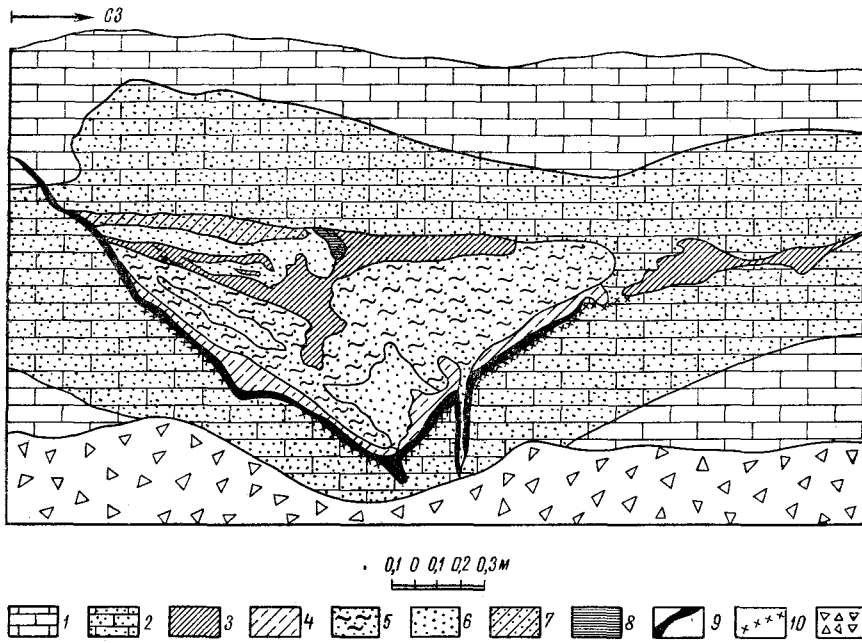


Рис. 2. Карстовая полость в тарусских известняках на V эксплуатационном участке:

1 — известняк кристаллический; *2* — известняковая мука; *3* — глина темно-серая; *4* — глина синевато-серая; *5* — песок глинистый пестрый; *6* — песок грязно-белый; *7* — песок бурый; *8* — глина бурая; *9* — глина черно-бурая; *10* — ожелезнение; *11* — осыпь

левском месторождении незначительное, а влияние их на качество известняков ничтожное.

Вторая стадия карстообразования была наиболее длительной — с конца среднего карбона до валдайского оледенения — и проходила на фоне общего поднятия территории и размыва каменноугольных отложений. Вследствие эпейрогенических колебаний в этой стадии выделяется несколько циклов развития карста. К древним циклам относятся крупные карстовые полости неправильной формы в тарусских известняках, к более молодым — небольшие карстовые полости в известняках тарусского и веневского горизонтов, к самым молодым — горизонтальные карстовые полости. Доледниковый возраст всех этих карстопроявлений устанавливается на основании следующих данных: 1) карстовые формы второй стадии не отражаются в современном рельефе, тогда как на погребенной поверхности известняков часто фиксируются различных размеров воронки и карманообразные углубления; 2) заполняющие

эти карстовые полости песчано-глинистые образования по цвету, структуре и физическим свойствам резко отличаются от перекрывающих известняки глин, суглинков и песков четвертичного возраста, сходны с песчано-глинистыми породами стешевского и протвинского возрастов, отсутствующими в настоящее время на этих участках; 3) многие воронки и карманы на древней поверхности известняков заполнены валунной глиной валдайского оледенения.

Карст второй стадии развивался преимущественно по закрытому (восточно-европейскому) типу, хотя имело место и развитие открытого карста. Поскольку роль перекрывающих отложений выполняли пачки песчано-глинистых пород, разделяющие отдельные горизонты нижнего карбона, наиболее интенсивно закарстованными оказались самые молодые карбонатные породы района — протвинские доломиты, а степень развития карста в нижележащих горизонтах оказалась тесно связанной со степенью вскрытия последних древней эрозией. Вследствие этого веневские известняки наименее закарстованы, особенно в тех местах, где сохранились отложения тарусского возраста.

Распространенность карстопроявлений второй стадии на Пикалевском месторождении достаточно широкая, и, учитывая их внушительные размеры, следует считать, что они оказывают весьма существенное влияние на качество известняков.

Третья стадия развития карста началась после отступания валдайского ледника на фоне поднятия территории и продолжается по настоящее время. Несмотря на кратковременность, стадия эта характеризуется весьма интенсивным карстообразованием, приводящим к появлению большого количества различных по форме и размерам поверхностных карстопроявлений, развитию зон выщелоченных и в разной степени загрязненных песчано-глинистым материалом известняков, небольших, заполненных глиной горизонтальных полостей и зияющих пустот в самой верхней части разреза известняков. Послеледниковый возраст карста этой стадии надежно устанавливается по связи внутренних карстовых форм с молодыми карстовыми явлениями на поверхности и большому сходству песчано-глинистого материала из карстовых полостей (бурая глина, торф, серовато-бурый песок) с перекрывающими известняки четвертичными отложениями.

Пространственная локализация участков интенсивного развития карста третьей стадии определяется, как показали исследования, двумя факторами: наличием достаточно водопроницаемых покровных отложений (валунные глины, иногда с маломощным плащом водоупорных безвалунных суглинков и ленточных глин) и значительной (свыше 2 *м*) зоны вертикальной циркуляции подземных вод в известняках (рис. 3). Определенное влияние на развитие поверхностного карста оказало также подновление карстопроявлений второй стадии, проявившееся в виде оторочек бурых глин и песков по периферии полостей доледникового карста. Изученность таких факторов, как характер пористости и трещиноватости известняков, их химический состав и химизм подземных вод, в настоящее время явно не достаточна для того, чтобы учесть их влияние на интенсивность развития современного карста в известняках Пикалевского месторождения.

Опытом эксплуатационной разведки и разработки месторождения установлено прямое и существенное влияние послеледникового карста на качество известняков: сильно закарстованные с поверхности участки являются непромышленными из-за загрязненности известняков песчано-глинистым материалом.



Рис. 3. Зависимость поверхностной закарстованности от характера покровных пород и мощности зоны вертикальной циркуляции подземных вод:

а — сильно закарстованные с поверхности участки; *б* — площади с мощностью водоупорного покрова более 2 *м*; *в* — изолинии мощности зоны вертикальной циркуляции в известняках; *г* — древнечетвертичный размыв известняков; *д* — забои карьера

Выводы

1. На Пикалевском месторождении широко распространены карстовые явления в известняках продуктивной толщи и в той или иной мере связанные с ними карстовые формы в рыхлых покровных отложениях.

2. Внутренние карстопроявления подразделяются на 3 группы: зоны сильно пористых, кавернозных известняков и известняковой муки; горизонтальные карстовые полости; карстовые формы типа воронок и неправильных полостей.

3. Карстовые полости в подавляющем большинстве случаев заполнены рыхлым песчано-глинистым материалом, что отрицательно сказывается на качестве известняков.

4. В развитии карста на месторождении выделяются три стадии: доверейская, распространенная крайне ограниченно; верхнекаменноугольная — древнечетвертичная (доледниковая), интенсивно развитая в местах наиболее глубокого вскрытия известняков древними эрозионными процессами и представленная карстовыми формами горизонтальными, типа воронок и неправильных полостей; послеледниковая (современная), представленная зонами сильно выщелоченных и загрязненных известняков и связанными с ними карстово-суффозионными формами рельефа, весьма широко распространенными на участках развития достаточно водопроницаемых покровных пород и мощной зоны вертикальной циркуляции подземных вод в известняках.

5. Степень развития поверхностных карстовых форм, а также глубина древнего эрозионного среза тарусских и веневских известняков могут быть использованы при поисках и разведке флюсовых известняков в данном районе для выявления наиболее перспективных площадей и правильной оценки качества полезного ископаемого.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вишняков С. Г. Литология карбонатных и залегающих между ними песчано-глинистых пород нижнего карбона северо-западной окраины Подмосковного бассейна. Тр. Воронежского гос. ун-та (геол. фак-т), т. XXXIX, 1955.

2. Гвоздецкий Н. А. Карст. Географгиз, 1954.

3. Торсуев Н. П. Стадиальность и возраст карста Онего-Северодвинского междуречья. Изв. ВУЗов, сер. геол. и разв., № 3, 1963.