

## **О РОЛИ КАРСТА ВОДОСБОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩА**

Н.Г. Максимович, С.В. Казакевич, В.В. Никифоров; e-mail: nmax@psu.ru  
ФГНУ «Естественнонаучный институт», г. Пермь.

На побережьях водохранилищ России широко развиты растворимые карстующиеся породы гипсы, ангидриты, известняки, доломиты. Закарстованные берега отмечаются на Братском, Камском, Каховском, Куйбышевском, Павловском, Шаорском и многих других водохранилищах.

Геологическое строение водосборной площади оказывает влияние в основном на внутригодовое распределение стока. Однако это влияние сказывается только на сравнительно небольших водосборах с резкими различиями в составе пород. В бассейне Камского водохранилища влияние геологического строения на режим стока особенно проявляется в районах распространения легкорастворимых пород (гипсы, ангидриты, известняки), где широко развит карст.

Карстовые процессы наблюдаются в бассейнах почти всех левобережных притоков Камы. Формирование закарстованных берегов происходит главным образом под влиянием растворяющей деятельности воды, при постоянном омывании породы ветровой волной. Сезонные изменения уровня водохранилища способствуют активизации карстовых процессов [4].

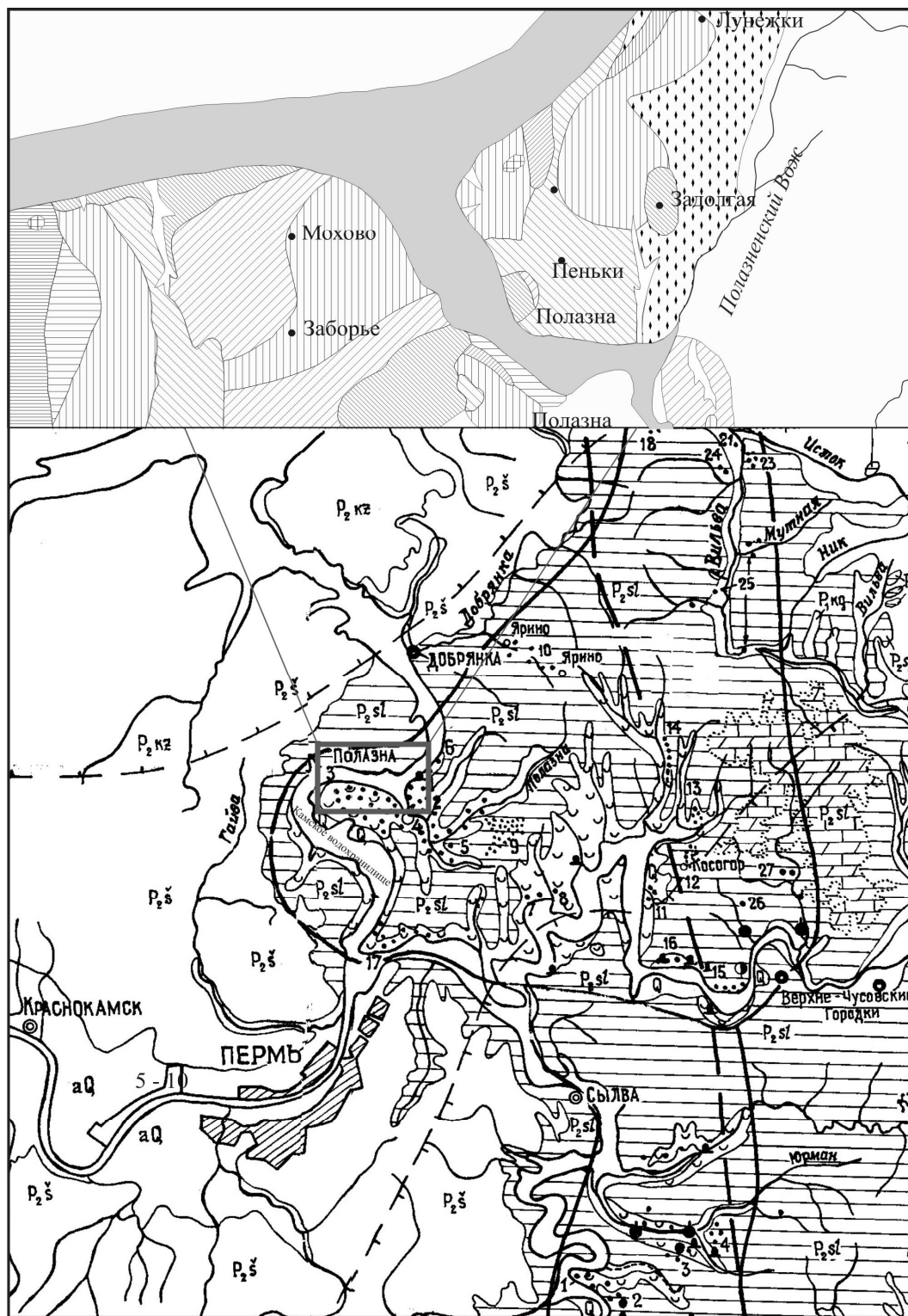
Высокая закарстованность является основным фактором, обуславливающим проникновение загрязнения в подземные воды и затем в водохранилище. Этому способствует поглощение поверхностного стока карстовыми формами, а так же наличие тесной гидравлической связи карстовых вод с водохранилищем.

Рассмотрим в качестве примера загрязнение Камского водохранилища в районе Полазненского месторождения нефти.

С начала 70-х годов на территории этого месторождения отмечаются поверхностные нефтепроявления, приводящие к загрязнению Камского водохранилища. Проведенными исследованиями установлено, что на левобережной части месторождения, на поверхности грунтовых вод сформировалась линза нефтепродуктов мощностью около 2 м и наблюдается их разгрузка в Камское водохранилище.

Данная территория относится к Полазнинскому участку Полазнинского карстового района преимущественно гипсового и карбонатно-гипсового карста [2]. Он занимает левобережье Камского водохранилища в окрестностях пос. Полазна.

Мощность гипсово-ангидритовой толщи иренского горизонта достигает 100 м и более, а покровные отложения либо отсутствуют; либо имеют незначительную толщину. Карст типично сульфатный. Отличительная черта участка – высокая закарстованность.



- Условные обозначения:**
- Известняки и доломиты R (рифея), V (венда), O - ордовика, S - силура, D - девона, C - карбона, P1a - ассельского яруса перми, P1s - сакмарского яруса, P1ar - артинского яруса, P1f - филлиповского горизонта кунгурского яруса
  - Гипсы, иренского возраста, кунгурского яруса
  - Терригенно-карбонатные породы P2sl пород соликамского горизонта уфимского яруса
  - Номера карстовых участков
  - Карстовые пещеры
  - Стратиграфические границы
  - Границы прогиба
  - Контуры крупных структур
- Плотность воронок на 1 км<sup>2</sup>**
- |         |           |
|---------|-----------|
| 1 - 5   | 81 - 100  |
| 5 - 10  | 101 - 150 |
| 11 - 20 | 151 - 250 |
| 21 - 50 | 251 - 500 |
| 51 - 80 | более 500 |
- Территории где поверхностные карстовые формы отсутствуют
  - Территории не охваченные съемкой
  - Овраги
  - Сухие реки

**Рис. Карта распространения карстующихся пород в нижней части Камского водохранилища по [1, 2].**

Средняя плотность составляет 60 карстовых форм/км<sup>2</sup>, а на некоторых микроплощадках она достигает 500–1000 (рис.). На площади 28,1 км<sup>2</sup> закартирована 1691 карстовая форма, причем 97% их приходится на воронки. На участке также встречаются карры, карстовые рвы, котловины, овраги, сухие речки и озера [2, 3].

Участок, где сформировалась нефтяная линза, принадлежит к Моховскому карстовому полю. В геоморфологическом отношении – это приподнятая слабоволнистая равнина, круто обрывающаяся к водохранилищу и полого спускающаяся к заливу. Глубина местных базисов эрозии увеличивается к крутому берегу водохранилища до 60-80 м.

Карст Моховского поля представлен преимущественно воронками с преобладанием конусообразных (до 78 %), нередко глубоких (до 20-21 м), а также огромными блюдцеобразными воронками с поперечником до 100-350 м и котловинами.

Рассматриваемый участок имеет ряд особенностей обусловленных развитием карста, которые способствуют загрязнению Камского водохранилища нефтепродуктами. Прежде всего, это практически полное отсутствие поверхностного стока. Все атмосферные осадки, а также проливы, разливы в т.ч. нефти практически беспрепятственно поглощаются трещинами пород, воронками, котловинами и другими карстовыми формами. Любые технологические или непреднамеренные сбросы и утечки нефти за короткое время попадают в трещинно-карстовые воды, а затем в Камское водохранилище.

Карст создает существенную фильтрационную неоднородность массива. Значительная часть карстовых полостей находится в пределах зоны сезонного колебания трещинно-карстовых вод. После попадания нефти в эту зону можно с известной долей условности говорить о формировании своеобразного техногенного нефтяного месторождения.

Проведенное исследование методом терморезистивиметрии и путем гидрохимического опробования области разгрузки загрязненных нефтепродуктами подземных вод в Камское водохранилище протяженностью 1,5 км показало, что она существенно неоднородна. Выделены три зоны с интенсивной разгрузкой подземных вод в виде родников в зимнюю межень и субаквально в остальное время. Минерализация придонной воды в аномальных зонах достигает 0,5-3,5 г/л. На участках вне зоны сосредоточенной разгрузки в различные сезоны года она составляет 0,1-0,4 г/л. Вода в придонной части аномальных зон по величине минерализации и составу соответствует трещинно-карстовым водам кунгурского яруса. Анализ проб воды на нефтепродукты показал, что вне зон сосредоточенной разгрузки подземных вод их содержание составляет 0,04-0,08 мг/л, а для выявленных аномальных зон – 0,19-13,2 мг/л.

Таким образом, в ходе исследований установлено, что интенсифицированная закарстованность массива водосборной площади является одним из основных природных факторов приведших к формированию нефтяного загрязнения

подземных вод и разгрузки в Камское водохранилище.

### Список литературы

1. *Бутырина К.Г.* Гипсовый карст центральной части Пермской области. Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. – Пермь, 1968. - С. 150.
2. *Горбунова К.А. и др.* Карст и пещеры Пермской области. – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1992. – С. 200.
3. *Максимович Н.Г., Казакевич С.В., Никифоров В.В.* Роль карста в формировании нефтяного загрязнения гидросферы в районе п. Полазна. Геология и ископаемые Западного Урала: Материалы регион. науч.-практ. конф. / Перм. ун-т. – Пермь, 2005. – С. 290 – 295.
4. *Печеркин А.И., Законтелов В.Е.* Карст и суффозия на берегах водохранилищ. – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1982. – С. 88.