

УДК 725.41

**Е. В. ЯРКИНА<sup>а</sup>, В. В. ЯРКИНА<sup>б</sup>, Е. О. БРЫЖАТАЯ<sup>б</sup>**<sup>а</sup> Пермский национальный исследовательский политехнический университет, <sup>б</sup> ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **ОСОБЕННОСТИ КАРСТООБРАЗОВАНИЯ ПЕРМСКОГО КРАЯ И ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ**

**Аннотация.** В данной статье изложены особенности процессов карстообразования, развития и морфологического разнообразия карста Пермского края и Донецкой области и его влияние на хозяйственную деятельность. Рассмотрены основные типы, виды и формы карстов и их распространение на территории Пермского края и Донецкой области. Приведены общие сведения о двух карстовых районах (северном и южном) Донецкой области.

**Ключевые слова:** карст, поверхностное карстопоявление, Пермский край, Донецкая область.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Как на территории Пермского края, так и в Донецкой области вблизи земной поверхности залегают легко растворимые в воде горные породы: известняки и доломиты, гипсы и ангидриты, каменная и калийная соли. Просачивающиеся вглубь по трещинам дождевые и талые снеговые воды, а также движущиеся на глубине подземные воды растворяют эти горные породы. В результате под землей образуются пещеры и другие пустоты, а на поверхности – воронки, круглые озера и другие явления, называемые карстовыми.

По примерным подсчетам площадь, занятая обнаженными и погребенными известняками и доломитами, или карбонатными породами, составляет до 40 миллионов квадратных километров на всём земном шаре. На гипсы и ангидриты, или сульфатные породы, обнаженные и погребенные, приходится около 7, а на соли – до 4 миллионов квадратных километров. Это обуславливает большое развитие карстовых явлений на Земле [1].

Образование карстовых деформаций земной поверхности зачастую приводит к авариям зданий и сооружений и соответственно требует применения дополнительных мероприятий по их защите [2, 3]. Поэтому вопрос, рассматриваемый в данной статье, является актуальным как для Пермского края, так и для Донецкой области.

### **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Различают четыре основных типа карста: голый или средиземноморский, покрытый или средне-европейский, закрытый или русский, перекрытый или камский.

Пермский край отличается большим разнообразием типовых видов карста, значительным потенциалом добывающей и перерабатывающей промышленности и, соответственно, существенной техногенной нагрузкой на природные объекты. В частности, там распространены карсты покрытого, закрытого и перекрытого типов.

В Донецкой области распространены карсты покрытого и закрытого типов.

Покрытый карст характеризуется тем, что карстующиеся горные породы перекрыты скоплением нерастворенного остатка и более крупными обломками этих же пород. Этот тип карста развит в областях с умеренно влажным климатом и равномерным распределением осадков.

Закрытый или русский тип карста отличается тем, что карстующиеся горные породы перекрыты песчаниками, глинами и другими некарстующимися породами. Карстовый процесс первоначально развивается скрыто, на глубине, под толщей некарстующихся пород.

© Е. В. Яркина, В. В. Яркина, Е. О. Брыжатая, 2019

Перекрытый или камский тип карста характеризуется тем, что карстующиеся породы в долинах рек перекрыты речными отложениями, под покровом которых и развивается карст. Он широко развит в долинах рек Чусовой, Ирени, а также за пределами Пермского края [1].

Среди закарстованных территорий Пермского края выделяются [4]:

- 6 районов развития преимущественно гипсового и карбонатно-гипсового карста;
- 2 района развития соляного и гипсового карста;
- 3 района закрытого соляного и гипсового карста;
- 6 районов карбонатного карста.

Наибольшее распространение имеет карбонатный карст, общей площадью 29,6 тыс. км<sup>2</sup>.

Многие города и районы Пермского края тяготеют к площадям развития наиболее опасных видов карста – сульфатного и соляного. Значительную опасность для зданий и различных инженерных сооружений представляют провальные воронки, которые характерны для участков, сложенных гипсами. Например, на территории г. Березники разработка Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей привела к развитию техногенного карста, вызвавшего затопление двух рудников и образование четырех провалов. В настоящее время этот процесс находится в активной фазе и ожидается образование новых провалов. А в Октябрьском районе карстующиеся породы получили почти повсеместное распространение – до 94 % [4].

Карстовые формы разделяются на поверхностные и подземные.

Наибольшее распространение среди поверхностных карстовых форм на территории Пермского края получили воронки различного внешнего вида и происхождения, которые сводятся к трем основным типам: коррозионные (поверхностного выщелачивания), гравитационные (обрушение свода подземной полости), коррозионно-суффозионные (вымывание дисперсного материала покровов в трещинно-порово-полостное пространство покровов и карстующейся толщи).

Карстовые провалы – наиболее динамично развивающиеся формы поверхностного проявления процесса.

Поверхностные формы карста сопровождаются, как правило, разуплотнением грунтового массива, окружающего карстовую воронку или провал, что оказывает дополнительное влияние на напряженно-деформированное состояние зданий и сооружений [5].

В Пермском крае на территориях развития карста 70 % явлений, сопровождаемых деформациями земной поверхности, связаны с сульфатным карстом, 25...30 % – с карбонатным, и единичные, но наиболее масштабные по разрушениям – с соляным. В карбонатном карсте провальные явления редки, чаще возникают просадки.

Среди подземных форм карста наиболее представлены полости и пещеры. На территории Пермского края в настоящее время известно более 700 карстовых пещер суммарной протяженностью 72 км. Крупнейшие из них используются в рекреационных, промышленных, военных, культурных, научных и других целях [4]. Наиболее известными из них являются Кунгурская и Ординская пещеры.

Процессы образования, развития и морфологического разнообразия карста в Пермском крае обусловлены специфическим комплексом взаимодействия геологических, структурно-тектонических, гидрогеологических, физико-географических и техногенных особенностей, отличающих их от обстановок образования карста в других регионах мира.

Основные из них:

- разнообразие геотектонических обстановок формирования карстующихся пород, а как следствие – литологических типов карста;
- широкий спектр карстовых форм и проявлений, обусловленный преимущественно многотипностью гидродинамических профилей. Плотность карстопоявлений изменяется от долей единицы до сотен и тысяч на 1 км<sup>2</sup> при площадной пораженности до 50 % и более;
- преобладание среди типов карста по мощности и характеру отложений закрытого, перекрытого и покрытого [6];
- приуроченность активного карста к речным долинам, тектоническим нарушениям и трещинным зонам;
- наличие в покровных и карстующихся отложениях суффозионно-неустойчивых грунтов;
- гидрогеохимические аномалии карстующихся пород и трещинно-карстовых вод, определяющие агрессивность последних.

На Донбассе первые сведения о карсте появлялись еще в 1930-40 годах, а с 1972 года стали проводиться экспедиции по исследованию карстовых районов Донбасса. В период с 1973 г. и до сегодняшнего

дня многочисленными экспедициями были найдены и исследованы карстовые полости различных размеров.

В Донецкой области отмечены два карстовых района: северный и южный районы (рисунок).

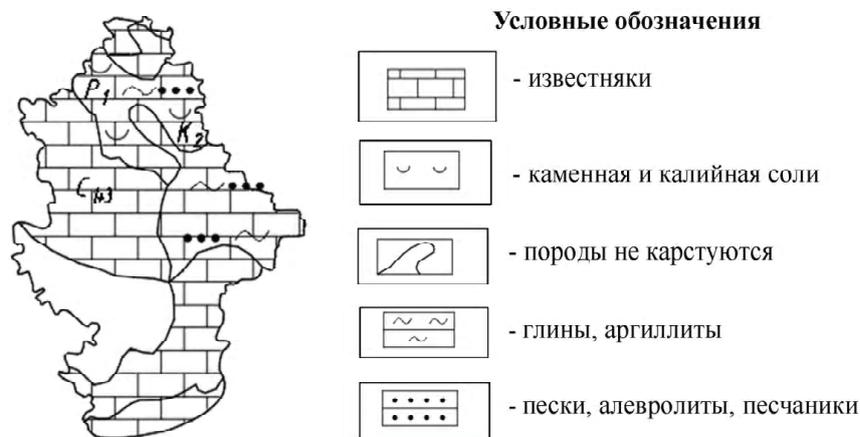


Рисунок – Распространение карстующихся пород в Донецкой области.

Северный карстовый район Донбасса (620 км<sup>2</sup>) характеризуется развитием сульфатного и соляного карста.

Поверхностные карстовые формы представлены здесь понорами, коррозионными и провальными воронками, заложенными на водораздельных пространствах и в долинах рек. Подземные карстовые формы в Северо-Западном районе редки.

В пределах Северо-Западного района известен галогенный карст. Нижнепермские соляные отложения вскрыты многочисленными выработками в окрестностях городов Славянска и Артемовска. Здесь развит в основном антропогенный карст – провальные воронки и широкие блюдцеобразные проседания, возникающие в покрывающих соль породах путем искусственного подземного выщелачивания или затопления соляных шахт пресными водами.

Небольшие карстовые полости естественного происхождения длиной до 4 м встречаются в кровле соляной залежи Бахмутской котловины. Изредка современными горными выработками (шахтами, штольнями, камерами) вскрываются внутрисолевые погребенные карстовые полости.

Южный карстовый район Донбасса (315 км<sup>2</sup>) характеризуется карбонатным обнаженным и задернованным карстом в сложных и доломитизированных известняках и доломитах, мощность которых достигает 300 метров.

Наиболее закарстованы зоны в бассейнах рек Сухой и Мокрой Волновахи, в среднем течении р. Кальмиус. Поверхностные формы представлены воронками и понорами, а подземные – трещинами и небольшими (до 100 м) пещерами в бортах долин и карьерах.

В Красноармейском и Донецко-Макеевском углепромышленных районах карстовые полости в известняках неоднократно вскрывались горными выработками. Карстовые камеры, каверны, каналы, трубообразные и щелевидные полости расположены в два яруса. Наиболее крупные из них имеют протяженность до 30 м и диаметр 0,8–1,3 м.

На всей территории ДНР насчитывается 77 шахт. Эти шахты работают без обновления производственных фондов уже более 30 лет, что прямым образом сказывается на безопасности их функционирования.

Многолетняя интенсивная добыча угля с применением устаревших технологий привела к появлению значительного количества отрицательных факторов, влияющих на окружающую среду, а именно:

- активизация процессов деформации земной поверхности;
- образование провалов;
- неконтролируемое метановыделение;
- нарушение гидрологического режима подземных вод;
- подтопление территорий;
- загрязнение водного и воздушного бассейнов, в том числе под воздействием породных отвалов;

– уничтожение почвенно-растительного покрова на значительных территориях, выходящих за пределы землеотводов предприятий.

В связи с этим горнодобывающие предприятия на территории ДНР оказывают негативное воздействие на геологическую среду, которое выражается в активизации процессов карстообразования и нарушении земной поверхности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Карст существенно влияет на ландшафтные особенности территории, ее рельеф, сток, подземные воды, реки и озера, почвенно-растительный покров, хозяйственную деятельность населения.

Закарстованность территории Пермского края и Донецкой области усложняет ведение хозяйственной деятельности и повышает риск возникновения аварийных и чрезвычайных ситуаций. Опыт освоения карстовых районов показывает, что наименьший ущерб нанесен тем из них, где до начала деятельности осуществлялось детальное изучение особенностей развития карста, разрабатывались и проводились научно обоснованные противокарстовые мероприятия [3]. Параметры карстовых полостей при поверхностном карстопроявлении существенно влияют на напряженно-деформированное состояние зданий и сооружений [7]. Поэтому изучение данного геодинамического процесса является важной задачей как для Пермского края, так и для Донецкой области, где это явление получило широкое распространение.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Максимович, Г. А. Карст Пермской области [Текст] / Г. А. Максимович, К. А. Горбунова. – Пермь : Пермское книжное издательство, 1958. – 184 с.
2. Готман, Н. З. Проблемы проектирования строительных объектов в условиях карстовой опасности [Текст] / Н. З. Готман // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах : материалы Международного симпозиума ; ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет». – Пермь : Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2015. – С. 30–37.
3. Петраков, А. А. Исследование мероприятий по защите зданий и сооружений от карстопроявления [Текст] / А. А. Петраков, А. В. Кухарь // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2016. – Том 6, № 2. – С. 61–68.
4. Типы карста Пермского края [Текст] / В. Н. Катаев, Н. Г. Максимович, О. Ю. Мещерякова // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. – 2013. – Вып. 1. – С. 56–66.
5. Яркін, В. В. Влияние разуплотнения грунта вокруг карстовой воронки на НДС конструкций плитного фундамента [Электронный ресурс] / В. В. Яркін, А. В. Кухарь // Будівельні конструкції. – 2015. – Вип. 82. – С. 493–499. – Режим доступа : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/buko\\_2015\\_82\\_56](http://nbuv.gov.ua/UJRN/buko_2015_82_56).
6. Шилова, А. В. Влияние перекрывающих отложений на развитие карстовых форм (на примере с. Усть-Кишерть, Пермский край) [Текст] / А. В. Шилова, Т. Г. Ковалёва // Экологическая безопасность и строительство в карстовых районах : материалы Международного симпозиума / ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет». – Пермь : Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2015. – С. 351–355.
7. Кухарь, А. В. Влияние параметров карстовой полости на напряженно-деформированное состояние конструкций свайного ленточного фундамента [Текст] / А. В. Кухарь, Е. А. Малахова // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2018. – Вып. 2018-4(132) Научно-технические достижения студентов строительной-архитектурной отрасли. – Том 1. Современная строительная наука и инженерия. – С. 63–67.

Получено 18.03.2019

### О. В. ЯРКІНА <sup>а</sup>, В. В. ЯРКІНА <sup>а</sup>, К. О. БРИЖАТА <sup>б</sup> ОСОБЛИВОСТІ КАРСТОУТВОРЕННЯ ПЕРМСЬКОГО КРАЮ І ДОНЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

<sup>а</sup> Пермський національний дослідницький політехнічний університет, <sup>б</sup> ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** У даній статті викладені особливості процесів карстоутворення, розвитку і морфологічного розмаїття карсту Пермського краю і Донецької області і його впливу на господарську діяльність. Розглянуто основні типи і форми карстів і їх поширення на території Пермського краю і Донецької області. Наведено загальні відомості про два карстових райони (північний і південний) Донецької області.

**Ключові слова:** карст, поверхневе карстопроявлення, Пермський край, Донецька область.

ELENA YARKINA <sup>a</sup>, VLADISLAVA YARKINA <sup>b</sup>, EKATERYNA BRYZHATAYA <sup>b</sup>  
PARTICULAR QUALITIES OF KARST FORMATION OF THE PERM AND  
DONETSK REGION

<sup>a</sup> Permian National Research Polytechnic University, <sup>b</sup> Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** This article have expounded the features of karst formation, development and morphological diversity of the karst of the Perm region and Donetsk region and its impact on economic activity. The main types and forms of karst and their distribution in the Perm region and Donetsk region are considered. The general information about the two karstic regions (northern and southern) of the Donetsk region is given.

**Key words:** karst, surface karst, Perm region, Donetsk region.

**Яркина Елена Викторовна** – студентка строительного факультета Пермского национального исследовательского политехнического университета. Научные интересы: особенности карстообразования Пермского края.

**Яркина Владислава Викторовна** – студентка ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: особенности карстообразования Донецкой области.

**Брыжатая Екатерина Олеговна** – кандидат технических наук, ассистент кафедры оснований, фундаментов и подземных сооружений ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: влияние расчетных моделей грунтового основания на напряженно-деформированное состояние каркасных зданий на плитных фундаментах, исправление кренов многоэтажных зданий, особенности карстообразования в Донецкой области.

**Яркіна Олена Вікторівна** – студентка будівельного факультету Пермського національного дослідницького політехнічного університету. Наукові інтереси: особливості карстоутворення Пермського краю.

**Яркіна Владислава Вікторівна** – студентка ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: особливості карстоутворення Донецької області.

**Брижата Катерина Олегівна** – кандидат технічних наук, асистент кафедри основ, фундаментів і підземних споруд ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: вплив розрахункових моделей ґрунтової основи на напружено-деформований стан каркасних будинків на плитних фундаментах, виправлення кренів багатоповерхових будівель, особливості карстоутворення у Донецькій області.

**Yarkina Elena** – student of Faculty Civil Engineerin, Permian National Research Polytechnic University. Scientifics interests: peculiar properties of karst formation of the Perm region.

**Yarkina Vladislava** – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientifics interests: peculiar properties of karst formation of the Donetsk region.

**Bryzhataya Ekateryna** – Ph. D. (Eng.), Assistant Basements, Foundations and Underground Structures Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientifics interests: the impact of ground design models of the soil base on the stress-strain state of frame buildings on slab foundations, correction of tilts of high-rise buildings, especially karst formation in the Donetsk region.