

значительной тенденции их образования, учитывая возраст города в 61 год. Площадь культуроземов составила 1,5 % территории – согласно карте градостроительного зонирования. Данный показатель характеризует город, как малообеспеченный зелеными насаждениями общего пользования и является негативным фактором экологической обстановки в промышленно загрязненном городе.

Полученные данные могут быть использованы при корректировке городского планирования территории. Необходимо отметить малообеспеченность г.о.г. Волжского землями, отведенными под культуроземы, наряду с перегруженностью урбаноземами и индустриоземами. Необходимы меры по расширению территорий культуроземов, которые выполняют роль экологических стабилизаторов городской среды.

Список литературы

1. Мотузова Г. В. Экологический мониторинг почв: учебник / Г. В. Мотузова, О. С. Безуглова. – Москва : Академический проект : Гаудеамус, 2007 – 237 с.
2. Синцов А. В. Современная классификация почвенного покрова городских территорий / А. В. Синцов, А. Н. Бармин // Геология, география и глобальная энергия. – 2011. – № 3. – С. 149–155
3. Синцов А. В. Загрязнение почвенного покрова г. Астрахани тяжелыми металлами / А. В. Синцов, А. Н. Бармин // Естественные и технические науки. – 2011. – № 5 (55). – С. 218–223.
4. Синцов А. В. Почвенный покров урбанизированных территорий : монография / А. В. Синцов, А. Н. Бармин, Г. У. Адымова – Астрахань: Изд-во «АЦТ», 2010. – 164 с.
5. Яковлев Д. В. Геопортал Воронежской области – инструмент повышения эффективности обращения региональных пространственных данных / Д. В. Яковлев // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2012. – Т. 8, № 1. – С. 41–45.

References

1. Motuzova G. V. *Ekologicheskij monitoring pochv* [Environmental monitoring of soil]. Moscow: Gaudeamus, 2007, 237 p.
2. Sintsov A. V. *Sovremennaya klassifikatsiya pochvennogo pokrova gorodskikh territoriy* [Modern classification of soil cover urban areas]. *Geologiya, geografiya i globalnaya energiya* [Geology, geography and global energy], 2011, no. 3, pp. 149–155.
3. Sintsov A. V., Barmin A. N. *Zagryaznenie pochvennogo pokrova g. Astrakhani tyazhelymi metallami* [Pollution of the soil cover of Astrakhan heavy metals]. *Yestestvennye i tekhnicheskie nauki* [Natural and Technical Sciences], 2011, no. 5 (55), pp. 218–223.
4. Sintsov A. V., Barmin A. N., Adyamova G. U. *Pochvennyy pokrov urbanizirovannykh territoriy* [The soil cover of urbanized territories]. Asrakhan, 2010, 164 p.
5. Yakovlev D.V. *Geoportal Voronezhskoy oblasti – instrument povysheniya effektivnosti obrashcheniya regionalnykh prostranstvennykh dannykh* [Geoportal of the Voronezh region – the tool of increase of efficiency of treatment of regional spatial data]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [News of Voronezh State Technical University], 2012, Vol. 8, no. 1, pp. 41–45.

СУЛЬФАТНЫЙ КАРСТ И ЕГО ОСОБЕННОСТИ

Головачев Илья Владимирович, кандидат географических наук

Астраханский государственный университет
Астраханское отделение Русского географического общества
414025, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16
E-mail: bask_speleo@mail.ru

Быстрова Инна Владимировна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент

Астраханский государственный университет
414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна 1
E-mail: geologi2007@yandex.ru

В статье, на основе анализа работ различных исследователей, приводится характеристика особенностей сульфатного карста.

Ключевые слова: сульфатный карст, особенности сульфатного карста, карст гипсов и ангидритов, гидратация ангидрита, соляные купола, гипсовые кепроки, Северный Прикаспий.

SULFATE KARST AND ITS SPECIAL FEATURES

Golovachev Ilya V., C.Sc. in Geography,

Astrakhan State University
Astrakhan department of Russian geographical society
16 Tatishcev st., Astrakhan, Russian Federation, 414025
E-mail: bask_speleo@mail.ru

Bystrova Inna V., C.Sc. in Geology and Mineralogy

Astrakhan State University
1 Shaumyan sq., Astrakhan, Russian Federation, 414000
E-mail: Geologi2007@yandex.ru

In this paper, by analyzing the work of various researchers, the characteristic of sulfate karst features. Lithologic types of karst released sulfate karst, characterized by high activity. He is characterized by high density of karst and morphometric parameters, as well as the large number of hole. Karst gypsum and anhydrite are widely covered by many famous domestic researchers. In this paper, an overview of the features of karst gypsum and anhydrite is conducted to better understand the specifics of sulfate karst taking place in the North Caspian Sea, where it is associated with places out keprokov salt domes on the surface. Sulfate Karst developed by the same laws as the carbonate karst. But it has a number of specific distinctive features due to physical and chemical properties of gypsum and anhydrite. First of all – this is their water solubility. The solubility of CaSO_4 in distilled water at $t = 0^\circ \text{C}$ is 1.759 g / L, and at $t = +40^\circ \text{C}$ is 2.093 g / L. Moreover, the solubility of anhydrite at $t < +42^\circ \text{C}$ higher than the plaster. But at higher temperatures the opposite – less. Investigating the rate of dissolution of gypsum in water circulating through the crack, AM Kuznetsov found that the gypsum dissolves faster anhydrite; dissolution decreases as the saturation of water with calcium sulfate, in the place where the water comes into the rock, as the destructive action of water, the water is saturated with gypsum 1.5-2 m path. By KA Gorbunova, the intensity of the solubility of calcium sulfate also influence: the nature of the interaction of rock and water, temperature, the presence of impurities (their nature and quantity, etc.), the ratio of gypsum and anhydrite in the rock, the different nature of the transfer of products of solution (convective or diffusion), the velocity of the solvent, the concentration of gypsum in a solvent, the solvent in the presence of other salts, and more.

Key words: sulfate karst, the special feature of sulfate karst, karst of gypsums and anhydrite, the hydration of anhydrite, salt cupolas, gypsum cap rocks, northern of the Caspian region.

Среди литологических типов карста выделяется сульфатный карст, характеризующийся высокой активностью. Ему свойственны высокие показатели плотности карстовых форм и их морфометрических показателей, а также многочисленность провалообразований. Карст гипсов и ангидритов широко освещается в работах многих известных отечественных исследователей [4–10, 11, 12, 15–18, 20, 22]. В настоящей статье обзор особенностей карста гипсов и ангидритов проводится с целью более глубокого понимания специфики сульфатного карста имеющего место на территории Северного Прикаспия, где он связан с местами выхода кепроков соляных куполов на дневную поверхность.

Сульфатный карст развивается по тем же законам, что и карбонатный карст. Но при этом имеет и ряд специфичных отличительных особенностей, обусловленных физическими и химическими свойствами гипсов и ангидритов. В первую очередь – это их водорастворимость. Растворимость CaSO_4 в дистиллированной воде при $t = 0^\circ\text{C}$ составляет 1,759 г/л, а при $t = +40^\circ\text{C}$ равна 2,093 г/л [8]. Причем растворимость ангидрита при $t < +42^\circ\text{C}$ больше, чем у гипса. А при более высокой температуре наоборот – меньше. Исследуя скорость растворения гипсов, в условиях циркулирующей по трещине воды, А.М. Кузнецов [14] установил, что гипс растворяется быстрее ангидрита; растворение уменьшается по мере насыщения воды сульфатом кальция; в том месте, где вода поступает в породу, разрушающее действие воды максимально; вода насыщается гипсом через 1,5–2 м пути. По К.А. Горбуновой [6, 10] на интенсивность растворимости сульфата кальция оказывают также влияние: характер взаимодействия породы и воды, температурный режим, наличие примесей (их характер, количество и пр.), соотношение гипса и ангидрита в породе, разный характер переноса продуктов растворения (конвекционный или диффузионный), скорость движения растворителя, концентрация гипса в растворителе, наличие в растворителе других солей и прочее.

Обобщая результаты различных исследователей, К.А. Горбунова [6] сделала выводы, что:

- гипсовые и ангидритовые породы в сравнении с карбонатными породами более растворимы в наземных поверхностных условиях ($0\text{--}40^\circ\text{C}$), то есть температурный фактор не является ограничением для развития карста в сульфатных породах и сульфатный карст может развиваться в различных климатических зонах;

- длина путей фильтрации и скорость движения воды в карстующем сульфатном массиве являются важными факторами развития карста, а, следовательно, в отличие от карбонатного карста, из-за быстрого насыщения карстовых вод сульфатом кальция происходит сокращение мощности зоны активного карстообразования;

- состав природных вод поступающих в карстующийся массив сульфатных пород влияет на интенсивность карста, так как эти воды агрессивны по отношению к породе только в местах их поступления и после насыщения сульфатом кальция они движутся в массиве транзитом, а карстовый процесс затухает.

- повышенная минерализация (Cl-Na или $\text{SO}_4\text{-Na}$) подземных вод, циркулирующих на контакте с залежами каменной соли или мирабилита, делает их более агрессивными по отношению к гипсам и ангидритам, и таким образом, активизирует карстовый процесс.

Венгерский исследователь Ласло Якуч [21] также подчеркивает высокую степень растворимости сульфата кальция и указывает, что гипс в 183 раза более растворим в дистиллированной воде (при $t = +20^\circ\text{C}$), чем кальцит. А

также, что «...растворение гипса ... в воде зависит только от коэффициента растворимости рассматриваемого вещества, площади поверхности соприкосновения растворителя и твердой фазы, продолжительности контакта и температуры системы...» [21]. Он отмечает, что из трещин в породе «глубоких ходов для воды» в гипсовом массиве образоваться не может, и объясняет это закрытием трещин с глубиной вследствие гидратации и разбухания. Ряд исследователей [1, 6, 8] также отмечают слабую глубинную закарстованность гипсово-ангидритовых массивов. Однако они объясняют эту особенность гипсового карста прежде всего быстрым насыщением воды сульфатом кальция при поступлении ее вглубь карстующегося массива. Следовательно, для того чтобы карст по трещинам развивался в глубину, необходимо наличие высокой пропускной способности карстующихся трещин, большого объема воды, агрессивной по отношению к гипсам и ангидритам, и высокой скорости ее течения. Обычно глубина зоны насыщения карстовых вод сульфатом кальция не более 10–15 м. Если весь объем выносимого из массива сульфата кальция принять за 100 %, то 95 % придется именно на зону насыщения и лишь 5–10 % гипсоангидритов растворяется и выносится из нижележащих частей массива. Таким образом, в районах распространения гипсового карста преимущественно развивается поверхностный карстовый рельеф. Развитие карста в глубине массива, ниже зоны насыщения (50–100 м), исследователи [1, 20] объясняют высоким всесторонним давлением вышележащих пород, которое способствует увеличению растворимости гипсоангидритов в 0,05–0,1 раза и росту дефицита насыщения подземных вод сульфатом кальция на 0,09–0,18 г/л. Эти же авторы, опираясь на вышесказанное, приводят расчет массы растворимого ежегодно в глубине гипса с определенной площади. В перерасчете для закарстованных территорий Северного Прикаспия получим следующие данные: при условии выпадения 200 мм атмосферных осадков в год на участке гипсового массива площадью 1 га в интервале глубин от 50 до 100 м при условии свободного доступа воды ежегодно может растворяться до 120 кг гипса.

Другим фактором, способствующим развитию сульфатного карста в глубине массива, является увеличение агрессивности воды по отношению к сульфату кальция вследствие смешивания двух неагрессивных (насыщенных сульфатом кальция) водных потоков, обладающих разной температурой. Этот фактор в условиях аридности климата на территории Северного Прикаспия будет наиболее актуален во время сильных летних ливней. По расчетам И.А. Печеркина [20], температура инфильтрационной воды из-за нагрева поверхности карстующейся породы более +40–50°C может достигать не менее +30–40°C.

Еще одним фактором повышения агрессивности подземных вод является смешивание водных потоков разного химического состава. Согласно К.А. Горбуновой, «...интенсивное растворение гипсов может происходить и водами повышенной минерализации Cl-Na или SO₄-Na состава, формирующимися на контакте с залежами каменной соли или мирабилита...» [6]. Данный фактор играет большую роль для развития глубокого сульфатного карста в зоне контакта основания кепрока со сводом соляного купола и имеет широкое развитие на территории Северного Прикаспия.

В целом сульфатный карст, развивающийся в гипсах и ангидритах, тяготеет к зонам активного водообмена артезианских бассейнов в границах платформ и склонов гидрогеологических массивов в областях развития складчатости. Гипсовые кепроки соляных куполов, находящиеся на краевых впадинах платформ и прогибах, относятся к особым гидрологическим обстановкам. Для сульфатного карста К.А. Горбунова приводит в своей работе [8] восемь

типов гидродинамических профилей карстовых районов, в т.ч. шесть типов, выделенных Г.А. Максимовичем [17] для областей карбонатного и гипсового карста, и два типа, дополнительно выделенных И.А. Печеркиным [20] для сложенных гипсоангидритами берегов водохранилищ. Для понимания особенностей сульфатного карста в Северном Прикаспии рассмотрим только 3-й тип гидродинамического профиля, характеризующийся ярко выраженными зонами вертикальной, переходной и горизонтальной циркуляции. Он выделяется для районов, в которых гипсоангидритовые отложения подстилаются водоупорами (доломитами, солями и пр.). Этот тип содержит два подтипа: придолинный и гипсовых кепроков соляных куполов. Нас интересует второй подтип. Он имеет следующие специфические черты: 1) преобладание атмосферных осадков в питании; 2) связь подземных вод гипсового кепрока с верхними водами соляного купола; 3) снижение активности движения воды с глубиной (до полной неподвижности); 4) повышение степени минерализации вод с глубиной; 5) максимум закарстованности гипсов в основании кепрока (на контакте с соляной толщей).

По К.А. Горбуновой [10], специфичность карста гипсов и ангидритов выражается в его гидрогеологических особенностях, обусловленных: 1) небольшой мощностью гипсоангидритовых пород; 2) условиями залегания гипса по отношению к солям и карбонатам; 3) неравномерной трещиноватостью, обычно не глубокой; 4) наличием покровных, как карстующихся, так и не карстующихся отложений; 5) относительно высокой степенью растворимости сульфата кальция в природных водах.

При характеристике подземных вод в районах развития сульфатного карста К.А. Горбунова [8] выделила ряд особенностей:

1. Гидродинамическая обстановка обусловлена типом карста, так, например, в условиях задернованного, частично задернованного и голого карста области стока и питания совпадают, а при закрытом карсте «...область питания представляет собой локальные очаги поглощения, и часто она не совпадает с областью стока...» [8] и карст более развит в местах разгрузки (в случае если сульфатные породы перекрыты водопроницаемыми отложениями, то это будет промежуточный вариант);

2. Небольшая мощность зоны вертикальной нисходящей циркуляции карстовых вод и небольшая глубина карстования массива (однако «...исключением являются зоны, примыкающие к глубоким эрозионным врезам, зоны тектонических нарушений, контакты сульфатных пород с карбонатными – здесь карст может проявляться на глубине более 100 м...» [8]).

3. Направление и скорость движения карстовых вод зависят от:

- а) неравномерной трещиноватости и закарстованности гипсов и ангидритов;
- б) неровной кровли гипса (следствие карста и древних размывов);
- в) локальных очагов питания;
- г) подземных барражей (корни карстовых провалов).

4. Неравномерная обводненность сульфатных карстующихся массивов, то есть «...наряду с водоупорными участками встречаются водообильные зоны под очагами питания, на контакте коренных гипсовых склонов с аккумулятивными террасами, под современными и древними руслами, на контакте с карбонатными породами, вблизи древних эрозионных врезов. Закарстованные зоны выделяются депрессиями уровня карстовых вод...» [8].

5. Помимо наземной, имеет место также скрытая разгрузка карстовых вод в озера, реки, грунтовые воды.

6. В процессе развития карста (формирование карстовых брекчий, проявление провалообразования) гидрогеологические условия меняются.

Характеризуя особенности сульфатного карста и сульфатных карстующихся пород, нельзя не упомянуть о «гидратации гипсов» – явление, природа которого трактовалась неоднозначно различными исследователями. С момента первичного осадконакопления гипсы претерпевают диагенетический цикл: гипс-ангидрит-гипс. Таким образом, ангидриты являются продуктами дегидратации гипсов, после чего, гидратируясь в приповерхностной зоне, снова переходят в гипс. Глубина залегания нижней границы гидратации колеблется в широких пределах от первых десятков метров до нескольких сотен метров (в Восточной Сибири до 850 м) [9]. На протекание процесса гидратации у разных исследователей существует несколько точек зрения. Так, Ласло Якуч [21] считает, что гидратация ангидрита протекает с увеличением объема до 36,5 %. Ю.А Косыгин [13] допускает увеличение объема от 54 до 61 %. Однако С.И. Парфенов на основании своих исследований делает вывод о том, что: «...гипсотизация – типичный метасоматический процесс, протекающий при неизменном объеме, а гипс – продукт частичного растворения ангидрита, вынесенные части которого замещены кристаллизационной водой...» [19]. Аналогичные утверждения высказывают А.И. Печеркин [20] и ряд других авторов. По их мнению, гидратация ангидритов осуществляется без увеличения объема породы. Причем возможны два способа гидратации: через растворение и путем «...диффузии молекул воды в кристаллическую решетку ангидрита...» [20]. При первом способе происходит растворение ангидрита с последующим отложением гипса. Во втором случае гидратация протекает за счет проникновения воды в кристаллическую решетку ангидрита. К.А Горбунова [7, 9] предлагает третий вариант объяснения природы гидратации ангидрита. По ее мнению, гипсотизация может протекать по-разному в зависимости от степени увлажнения ангидритов. Таким образом, «...в условиях достаточного и избыточного увлажнения ангидриты, попадающие в зону активного водообмена, подвергаются гидратации, которая идет одновременно с растворением ... и не сопровождается ... увеличением объема породы...» и, наоборот, «...в условиях недостаточного увлажнения гидратация ангидрита протекает практически без растворения, препятствующего возрастанию объема, что при благоприятной глубине залегания породы приводит к деформациям вышележащих пород...» [9]. В ходе гидратации, протекающей с увеличением объема гипсовой породы, могут образовываться не только складки, гофрировка пород и бугры пучения, но и пещеры [7, 21].

Автор статьи, на основании собственных полевых наблюдений [3], проведенных на территориях выхода гипсовых кепроков соляных куполов на территории Северного Прикаспия, придерживается взглядов К.А. Горбуновой в вопросе гидратации ангидритов. На обследованных им карстовых участках имеют место деформации, вызванные гидратацией, в том числе куполовидные поднятия и бугры вспучивания, плейчатость и складкообразование («гофрировка») слоистых гипсов и контактирующих с ними пород и пр. Особенно ярко вышеназванные явления наблюдались автором на возвышенности Биш-чохо (рис. 1 и 2), а также в окрестностях озер Индер и Баскунчак.

По мнению К.А. Горбуновой, «...гидратация часто предшествует карстообразованию или протекает одновременно с ним», причем «нарушения, возникающие при гидратации, активизируют карст...» [9]. Следовательно, гидратация ангидрита также сказывается на формировании особенностей сульфатного карста.



Рис. 1. Гофрировка пластов на возв. Биш-чохо (фото И.В. Головачева)



Рис. 2. П полость гидратации на Баскунчаке (фото А.С. Сергеева)

Ранее уже упоминалось о том, что карст гипсов и ангидритов, характеризуется высокой активностью. А.И. Печеркин выявил интересную закономерность: «...если установлено, что агрессивность поверхностных и подземных вод невелика, провалы не появляются длительное время, карстовые полости заполнены глинистым материалом, имеются мощные толщи карстовой брекчии и обвальных отложений, интенсивность тектонических движений невелика, то, вероятно, происходит затухание карстового процесса. Если отмеченные параметры не выдерживаются, следует говорить о его активизации...» [20].

К.А. Горбунова [6], говоря об активности сульфатного карста, упоминает, что для него характерны высокое провалообразование (более 2 провалов на 1 км² в год) и высокая плотность воронок (до 1000 на 1 км²). К.Г. Бутырина [2] также рассматривает высокую плотность карстовых воронок как одну из особенностей сульфатного карста.

При изучении, сопоставлении и анализе поверхностных и подземных карстовых форм рельефа в Пермской области рядом исследователей [11, 15] были выявлены закономерности, характерные для карста гипсов и ангидритов: размеры карстовых провалов на поверхности зависят от возраста и высоты террас; с увеличением высоты террас возрастают размеры карстовых пещер; крупные карстовые пустоты образуются в сульфатных породах при перекрытии их мощными отложениями карбонатов; объем и глубина провалов определяются объемами подземных пустот, а их ширина – физико-механическими свойствами перекрывающих отложений; средним и крупным воронкам (диаметр более 5 м) соответствуют крупные части пещеры аналогичной ширины; крупные провалы образуются при интенсивной закарстованности и переувлажнении грунтов; количество провалов в год – величина непостоянная и зависит от динамики природных условий и антропогенной деятельности.

Сульфатные породы в плотном состоянии водонепроницаемы, могут карстоваться только с поверхности и являются водоупорами. Поэтому важным фактором для развития карста в гипсах и ангидритах является наличие трещиноватости в карстующемся массиве, обуславливающей водопроницаемость породы и движение в ней воды [8, 17, 20]. Так как гипсовые купола соляных куполов активно разбиты трещинами вследствие воздействия солянокупольной тектоники, то, следовательно, этот фактор на карстующихся участках территории Северного Прикаспия всегда имеет место.

Список литературы

1. Болотов Г. Б. Условия формирования полостей в сульфатном карстующемся массиве / Г. Б. Болотов, Л. В. Печеркина // Гидрогеология и карстоведение. (Межвузовский сборник научных трудов). – Пермь: изд-во ПГУ, 1981. – С. 82–85.
2. Бутырина К. Г. Плотность карстовых воронок и некоторые другие особенности гипсового карста. / К. Г. Бутырина // Гидрогеология и карстоведение. – Пермь : изд-во ПГУ, 1964. – Вып.2. – С. 102–109.
3. Головачев И. В. Карст и пещеры Северного Прикаспия : монография / И. В. Головачев. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2010. – 215 с.
4. Горбунова К. А. Особенности гипсового карста / К. А. Горбунова. – Пермь, 1965. – 105 с.
5. Горбунова К. А. Морфометрические различия сульфатного и карбонатного карста. / К. А. Горбунова, Г. Г. Полякова // Гидрогеология и карстоведение. – Пермь: изд-во ПГУ, 1975. – Вып. 7.
6. Горбунова К. А. Карст гипса СССР / К. А. Горбунова– Пермь: Изд-во ПГУ, 1977.
7. Горбунова К. А. Пещеры гидратации / К. А. Горбунова // Пещеры. – Пермь, 1978. – С. 61–63.
8. Горбунова К. А. Морфология и гидрогеология гипсового карста / К. А. Горбунова – Пермь: изд-во ПГУ, 1979. – 95 с.
9. Горбунова К. А. Гидратация ангидрита и сопутствующие ей явления / К. А. Горбунова // Карст и гидрогеология Предуралья. – Свердловск : УНЦ АН СССР, 1979. – С. 35–41.
10. Горбунова К. А. Экспериментальное изучение растворимости сульфатных пород подземными водами в Кунгурской пещере. / К. А. Горбунова, Е. П. Дорофеев [и др.] // Пещеры. Итоги исследований. – Пермь: Изд-во Пермского государственного университета, 1993. – С. 140–148.
11. Дорофеев Е. П. Соотношение размеров провальных впадин и карстовых полостей в сульфатных породах / Е. П. Дорофеев // Вопросы карстоведения. – Пермь : Изд-во ПГУ, 1970. – Вып. 2. – С. 11–15.
12. Коврижных Е. В. Особенности гипсового карста и вопросы спелеопоиска (на примере Беломоро-Кулойского плато) / Е. В. Коврижных, И. И. Саенко, В. М. Голод // Исследование карстовых пещер в целях использования их в качестве экскурсионных объектов : тез. докладов. (17-23 ноября 1978 г. Сухуми). – Тбилиси, 1978. – С. 182–184.
13. Косыгин Ю. А. Соляная и гипсовая тектоника Актюбинской области / Ю. А. Косыгин. – Москва : АН СССР, 1940. – Вып. 1.
14. Кузнецов А. М. О выщелачивании гипса и ангидрита. / А. М. Кузнецов // Известия сотрудников научного института, 1947.
15. Лукин В. С. Карст и строительство в районе Кунгура / В. С. Лукин, Ю. А. Ежов. – Пермь : Кн. изд-во, 1975. – 119 с.
16. Максимович Г. А. Карст гипсов и ангидритов земного шара (геотектоническая приуроченность, распространение и основные особенности) / Г. А. Максимович // Общие вопросы карстоведения. – Москва : АН СССР, 1962.
17. Максимович Г. А. Основы карстоведения / Г. А. Максимович – Пермь, 1963. – Т. 1 – 444с.
18. Остапенко А. А. Основные черты гипсового карста Западного Кавказа / А. А. Остапенко, О. Ю. Крицкая // Географические исследования Краснодарского края : сб. научн. трудов. – Краснодар, 2005. – С. 115–124.
19. Парфенов С. И. Особенности гипсотизации ангидритов. / С. И. Парфенов // Литология и полезные ископаемые. – 1967. – № 3.
20. Печеркин А. И. Геодинамика сульфатного карста / А. И. Печеркин. – Иркутск : изд-во Иркутского ун-та, 1986. – С. 170.
21. Якуч Л. Морфогенез карстовых областей / Л. Якуч. – Москва : Прогресс, 1979.

22. Яцкевич З. В. Материалы к изучению карста Индерского поднятия / З. В. Яцкевич // Известия Всесоюзного географического общества. – 1937. – Т. 69, Вып. 6. – С. 937–955.

References

1. Bolotov G. B., Pecherkin L. V. *Usloviya formirovaniya polostey v sulfatnom karstuyushchemsya massive* [Conditions of the formation of cavities sulfate karstующемся массиве]. *Gidrogeologiya i karstovedenie* [Hydrogeology and Karstology], Perm: Publishing House of Perm State University, 1981, pp. 82–85.
2. Butyrina K. G. *Plotnost karstovykh voronok i nekotorye drugie osobennosti gipsovogo karsta*. [The density of the karst craters and some of the other features of gypsum karst]. *Gidrogeologiya i karstovedenie* [Hydrogeology and Karstology], Perm: Publishing House of Perm State University, 1964, issue 2, pp. 102–109
3. Golovachev I. V. *Karst i peshchery Severnogo Prikaspiya* [Karst and caves of the Northern Caspian depression]. Astrakhan: Publishing House of Astrakhan State University, 2010, 215 p.
4. Gorbunova K. A. *Osobennosti gipsovogo karsta*. [Features of gypsum karst]. Perm, 1965, 105 p.
5. Gorbunova K. A., Polyakova G. G. *Morfometricheskie razlichiya sulfatnogo i karbonatnogo karsta* [Morphological differences of sulphate and carbonate karst.]. *Gidrogeologiya i karstovedenie* [Hydrogeology and Karstology], Perm: Publishing House of Perm State University, 1975, issue 7.
6. Gorbunova K. A. *Karst gipsa SSSR* [Gypsum karst of the USSR]. Perm: Publishing House of Perm State University, 1977.
7. Gorbunova K. A. *Peshchery gidratatsii* [The cave of hydration]. *Peshchery* [The cave], Perm, 1978, pp. 61–63.
8. Gorbunova K. A. *Morfologiya i gidrogeologiya gipsovogo karsta* [Morphology and hydrology of gypsum karst]. Perm: Publishing House of Perm State University, 1979, 95 p.
9. Gorbunova K. A. *Gidratatsiya ангидрита i soputstvuyushchie ey yavleniya* [Hydration anhydrite and the accompanying phenomena]. *Karst i gidrogeologiya Preduralya* [Karst and hydrogeology of CIS-ural], Sverdlovsk, 1979, pp. 35–41.
10. Gorbunova K. A., Dorofeev Ye. P. [et al]. *Ekspериментальное изучение растворимости сульфатных пород подземными водами в Кунгурской пещере* [Experimental study of solubility of sulfate rocks underground waters in Kungur cave]. *Peshchery. Itogi issledovaniy* [The cave. The results of the research], Perm: Publishing House of Perm State University, 1993, pp. 140–148.
11. Dorofeev Ye. P. *Sootnoshenie razmerov provalnykh vpadin i karstovykh polostey v sulfatnykh porodakh* [The relationship of the size of the failed depressions and karst cavities in sulphate in childbirth]. *Voprosy karstovedeniya* [Questions Karstology], Perm: Publishing House of Perm State University, 1970, issue 2, pp. 11–15.
12. Kovrizhnykh Ye. V., Saenko I. I., Golod V. M. *Osobennosti gipsovogo karsta i voprosy speleopoiska (na primere Belomoro-Kuloyskogo plato)* [Features of gypsum karst and questions (on the example of the Belomoro-Kuloyskogo plateau)]. *Issledovanie karstovykh peshcher v tselyakh ispolzovaniya ikh v kachestve ekskursionnykh obektov* [Study of karst caves in order to use them as excursion objects], Tbilisi, 1978, pp. 182–184.
13. Kosygin Yu. A. *Solyanaya i gipsovaya tektonika Aktyubinskoy oblasti* [Salt and gypsum tectonics of the Aktobe oblast]. Moscow: AN SSSR, 1940.
14. Kuznetsov A. M. *O vyshchelachivanii gipsa i ангидрита* [The leaching of gypsum and anhydrite.]. *Izvestiya sotrudnikov nauchnogo instituta* [Works employees of a scientific Institute], 1947.
15. Lukin V. S., Yezhov Yu. A. *Karst i stroitelstvo v rayone Kungura* [Karst and construction in the area of Kungur]. Perm: 1975. – 119 p.
16. Maksimovich G. A. *Karst gipsov i ангидритов земного шара (geotektonicheskaya priurochennost, rasprostranenie i osnovnye osobennosti)* [Karst gypsums and anhydrites of the globe (confinement, distribution and key features)]. *Obshchie voprosy karstovedeniya* [General issues of Karstology], Moscow: ANSSSR, 1962.

17. Maksimovich G. A. *Osnovy karstovedeniya* [Fundamentals of karst science]. Perm, 1963, Vol. 1, 444 p.
18. Ostapenko A. A., Kritskaya O. Yu. *Osnovnye cherty gipsovogo karsta Zapadno-go Kavkaza* [The main features of gypsum karst of the Western Caucasus]. *Geograficheskie issledovaniya Krasnodarskogo kraya* [The geographical study of the Krasnodar territory], Krasnodar, 2005, pp. 115–124.
19. Parfenov S. I. *Osobennosti gipsotizatsii angidritov* [Features of gypsum-anhydrite]. *Litologiya i poleznye iskopaemye* [Lithology and mineral resources], 1967, no. 3.
20. Pecherkin A. I. *Geodinamika sulfatnogo karsta* [Geodynamics of sulfate of karst]. Irkutsk: Publishing house of Irkutsk State University, 1986, pp. 170.
21. Yakuch L. *Morfogenez karstovykh oblastey* [Morphogenesis karst areas]. Moscow: Progress, 1979.
22. Yatskevich Z. V. *Materialy k izucheniyu karsta Inderskogo podnyatiya* [Materials to study of karst Inder lifting]. *Izvestiya Vsesoyuznogo geograficheskogo obshchestva* [News of the all-Union geographical society], 1937, Vol. 69, issue 6, pp. 937–955.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЭКОЛОГИЯ

ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ В РАЙОНАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ

Востриков Николай Геннадьевич, аспирант

Кубанский государственный университет
350040, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149,
E-mail: antoshkinaelena@rambler.ru

Рассматриваются вопросы, связанные с распространением лессовидных суглинков на территории Краснодарского края. Определена их роль в формировании просадочных процессов как одного из геоэкологических факторов. Обоснована роль инженерно-геологических изысканий при хозяйственном освоении территории.

Ключевые слова: лессовидные суглинки, просадочность, инженерно-геологические изыскания, районирование.

FEATURES OF ENGINEERING-GEOLOGICAL SURVEYS IN AREAS WHERE SUBSIDING SOILS

Vostrikov Nikolay G., Post-graduate student

Kuban State University
149 Stavropolskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350040
E-mail: antoshkinaelena@rambler.ru

Problems associated with the spread of loess loam in the Krasnodar Territory. Their role in the formation of subsidence processes as one of their geo-environmental factors. Substantiated the role of engineering and geological surveys in the economic development of the territory. One of the geological hazards, which complicate the economic development of the areas, is sinking. By subsiding soils in accordance with SP11 105-97 are silty-clay mineral species dispersed sedimentary soils, giving for soaking at constant external load and the load of its own weight of soil additional strain – subsidence occurring as a result of soil compaction due to a change in its structure. In the Krasnodar region, these processes are developed very well and are associated with loess, common on the plains region. Most subsidence typical loess covering the vast flat watersheds, their slopes, the surface of the high terraces, flood plains and lower slopes of drawdown are virtually absent. The region found mainly loess material from the first type of subsidence, they are characterized by soil conditions, which can be mainly subsidence on the external load, and the subsidence of their weight is missing or does not exceed 5 cm This type of subsidence occurs almost everywhere in the Kuban Plain Zakubanskoy sloping terraced valleys, and the Taman Peninsula. The exception is the delta of the Kuban, floodplains of major rivers and their tributaries, mainly clay deposits which are not subsiding.

Key words: loess-like loams, subsidence, geological engineering, zoning.

Одним из опасных геологических процессов, значительно осложняющих хозяйственное освоение территорий, является просадочность. К просадочным грунтам в соответствии с СП11 105-97 относятся пылевато-глинистые разновидности дисперсных осадочных минеральных грунтов, дающие при замачивании при постоянной внешней нагрузке и нагрузке от собственного веса грунта дополнительные деформации – просадки, происходящие в результате уплотнения грунта вследствие изменения его структуры [3].

На территории Краснодарского края эти процессы развиты очень широко и приурочены к лессовидным породам, распространенным на равнинной час-