



Construction of Unique Buildings and Structures



journal homepage: www.unistroy.spbstu.ru



doi: 10.18720/CUBS.71.6

Водопоглощение крымского нуммулитового известняка

Absorption of water of Crimean nummulite limestone

С.Д. Черкасов^{1*}, О.И. Акинин², Е.А. Корнеева³,
М.М. Сабри⁴

S.D. Cherkasov^{1*}, O.I. Akinin², E.A. Korneeva³,
M.M. Sabri⁴

Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,
St. Petersburg, Russia

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

водопоглощение;
нуммулитовый известняк;
известняк;
строительные материалы;
Горный Крым;

KEYWORDS

absorption of water;
limestone;
nummulite limestone;
mountain Crimea;
building materials;

ИСТОРИЯ

Подана в редакцию: 13.09.2018
Принята: 10.12.2018

ARTICLE HISTORY

Submitted: 13.09.2018
Accepted: 10.12.2018

АННОТАЦИЯ

Одной из наиболее распространенных фации известняков на территории полуострова Крым, используемых в качестве строительного материала, является нуммулитовая, изучению физико-механических свойств которой посвящено небольшое количество статей. Целью данной научной работы является исследование крымского нуммулитового известняка и анализ полученных результатов в ходе опыта по определению его водопоглощения по массе. Основными методами исследования являются анализ научной литературы и проведение лабораторных испытаний. Обзор русскоязычных статей позволил определить местоположение залежей, возраст и сферы применения нуммулитовых известняков Крымского полуострова, а также способы улучшения их физико-механических свойств с помощью различных добавок. Экспериментальным путем было установлено значение водопоглощения по массе образца и проведено сравнения с результатами других лабораторных испытаний. Полученное значение водопоглощения по массе свидетельствует о подверженности крымского нуммулитового известняка выветриванию и требует дополнительной защиты его поверхности. Кроме того, данный материал может широко применяться в строительстве, промышленности, реконструкции исторических зданий и сооружений.

ABSTRACT

One of the most common facies of limestone in Crimea is nummulite. Unfortunately, physic-mechanical properties of this building material are insufficiently investigated. The purpose of this research is to study the Crimean nummulite limestone and analyze the results obtained in the course of the experiment to determine its water absorption by mass. The main research methods were the analysis of scientific literature and the conduct of laboratory tests. Several Russian articles allowed to find numerous deposits of this building material in the Crimea. Furthermore, the water absorption of nummulite limestone was determined experimentally and compared with the results of other laboratory tests of this material. Also, index of the water absorption can be improved by various additives such as calcium polysulphide or fluorine-silicone compounds. Contrary to expectations, the results indicated that nummulite limestone can be used in construction of the road surfaces, industry and other spheres.

Содержание

| | | |
|----|-------------------------|----|
| 1. | Введение | 64 |
| 2. | Методы | 65 |
| 3. | Результаты и обсуждение | 65 |
| 4. | Заключение | 69 |
| 5. | Благодарности | 70 |

1. Введение

Одним из наиболее распространенных строительных материалов на территории полуострова Крым является известняк. Большое количество горных массивов, хребтов и пещер сложено именно данной породой. К сожалению, лишь небольшое число научных работ посвящено экспериментальному исследованию его различных фаций, расположенных в указанном регионе.

В данной статье произведено глубокое исследование мест залегания фации нуммулитового известняка, а также представлены результаты его лабораторных испытаний с целью определения водопоглощения по массе породы и последующего анализа данных.

Полученная информация позволяет найти пути улучшения физико-механических характеристик нуммулитового известняка и определить целесообразность его применения в различных областях отечественной промышленности и строительстве.

Перед началом проведения испытания по определению водопоглощения по массе нуммулитового известняка был осуществлен поиск и анализ научной литературы для определения нахождения основных мест залегания и добычи данной горной породы на территории Республики Крым. Особое внимание было уделено источникам, которые содержали большое количество информации о расположении фации именно нуммулитовых известняков на территории Крымского полуострова.

Значительное количество исследований посвящено геологическому многообразию Крымских гор и их различных массивов, где залегает большое количество известняков, в том числе нуммулитовых, к которым относится испытуемый образец [1-10].

Большинство работ сопровождается различными схемами и картами залегания горных пород, в том числе известняков, что позволяет создать целостную картину расположения данного строительного материала на территории полуострова.

Коллектив авторов рассматривает не только места залегания нуммулитового известняка, но и способы его применения в древние времена [11].

А.Т. Барабошкина при исследовании природно-ресурсного потенциала юго-западной части Крымского полуострова упоминает места залегания нуммулитового известняка [12].

А.Г. Кузнецов, Ал.Г. Кузнецов и Д.В. Круликовский в своей работе описывают геологическое строение Крымского предгорья, прикладывая к ней геолого-геоморфологические профили через внутреннюю горную гряду в районе города Бахчисарай, на которых представлено расположение нуммулитовых известняков [13].

Коллектив отечественных авторов посвятил одну из своих работ подробному изучению залегания нуммулитовых известняков в различных частях Крымского полуострова [14].

Ряд исследователей рассматривает строение горного массива Кыз-Кермен и обнаруживает залежи нуммулитового известняка [15].

Небольшое количество научных работ было найдено с целью последующего сравнения полученного значения водопоглощения по массе нуммулитового известняка с результатами испытаний других исследователей.

Большой вклад в изучение водопоглощения по массе нуммулитовых известняков Крымского полуострова внес С.К. Сухорученко, в работе которого представлено подробное исследование их физико-механических свойств [16]. Необходимо отметить, что автор выделяет два различных вида подобного известняка на территории Крыма по значению поглощаемой образцом воды.

Р.Э. Осама осуществил подробное исследование нуммулитового известняка, добытого на территории свиты Самалут в юго-западной части Синая в Египте [17]. Автором представлено описание различных образцов известняка и их фотографии, а также результаты испытаний данной породы на водопоглощение по массе.

В силу достаточно малого количества информации о проведенных опытах по определению водопоглощения по массе нуммулитового известняка были найдены источники, содержащие сведения о результатах испытания различных пород известняка в целом, что позволяет осуществить качественное сравнение данных.

Научная работа Я.В. Кичигиной посвящена обоснованию системы опробования известняка из Южно-Чусовского месторождения, расположенного в Пермском крае, где представлены результаты опытов различных образцов на водопоглощение по массе [18]. Месторождение, в котором пробурена скважина

для исследования, содержит органогенные перекристаллизованные известняки серого цвета, доломитизированные известняки, доломиты и окремненные известняки.

В.В. Мосейкин и Н.М. Мусаев исследовали физико-механические характеристики пыльных известняков Первомайского карьера, находящегося на территории Республики Дагестан [19].

Кроме того, большое внимание было уделено научной литературе, содержащей информации о способах улучшения показателя водопоглощения известняка в целом различными способами.

Коллектив авторов подробно рассматривает возможность применения пропитки полисульфидными растворами известняка-ракушечника, используемого в качестве облицовочного и стенового материала, а также для изготовления дорожных изделий, с целью улучшения его эксплуатационных свойств и повышения долговечности [20].

Ряд отечественных исследователей изучили применение перфторкарбонных кислот, содержащих триалкоксисилильные группы, которые растворимы в органических и фторорганических (1,1,2-трифтортрихлорэтаноле и др.) растворителях, позволяющих изменить показатель водопоглощения по массе образцов известняка с целью улучшения гидрофобности его поверхности [21].

В конце исследования осуществлен анализ научной литературы касательно использования нуммулитового известняка в различных областях строительства, а также определены возможные перспективы его применения [22-24].

Целью данной научной работы является исследование крымского нуммулитового известняка и анализ полученных результатов в ходе опыта по определению его водопоглощения по массе.

Для достижения вышеуказанной цели были поставлены следующие задачи:

1. изучение распространенности и месторождений нуммулитового известняка на территории Крыма, а также определение его геологического возраста;
2. проведение испытания по определению водопоглощения по массе крымского известняка;
3. осуществление сравнения полученных показателей с результатами других испытаний;
4. исследование существующих способов уменьшения показателя водопоглощения нуммулитового известняка;
5. изучение путей применения крымского известняка с полученным показателем водопоглощения по массе в промышленности, строительстве и других сферах.

2. Методы

Определение местоположения залежей известняков, в том числе нуммулитовых, и их геологического возраста, а также способов улучшения водопоглощения по массе данного строительного материала и его применения выполнено на основании анализа русскоязычной научной литературы, к которой относятся источники [1-25].

Экспериментальное исследование водопоглощения по массе образца нуммулитового известняка осуществлено в соответствии с ГОСТ 30629-2011 «Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний».

3. Результаты и обсуждение

3.1. Определение месторождения нуммулитового известняка и его возраста на территории полуострова Крым

Большое количество авторов сходятся во мнении, что известняк является не только самым распространенным типом горной породы, но и широко используемым строительным материалом на территории полуострова. По последним данным, в Крыму разведано 94 месторождения известняка с суммарным количеством запасов 344 миллиона кубометров [6].

Исходя из полученной информации, можно в целом сказать, что наиболее часто известняк можно встретить на территории Лозовской зоны, а также в бассейнах рек Салгира, Зуи и Бодрака, представляющих собой важные водные артерии полуострова. Кроме того, горный массив Агармыш, который является хребтом, принадлежащим восточной гряде Горного Крыма, протяженностью около 8 километров, по всей своей длине полностью сложен пластами разновозрастных известняков, а также горные массивы Мангуп, Кыз-Кермен и Эски-Кермен, сложенные различными видами отложений.

Окрестности Бахчисарая содержат большое количество палеогеновых известняков, в том числе и нуммулитовых. Стоит добавить, что большинство пещер вблизи Севастополя представлено именно известняками разного возраста. Литологическую основу рельефа предгорья Юго-Западного Крыма составляют следующие литофациальные комплексы: известняково-песчанистый нижнемеловой, известняково-мергельный, верхнемеловой известняковый палеогеновый и мергелисто-известняковый неогеновый, что свидетельствует о наличии больших запасов известняка.

Одной из наиболее распространенных на Крымском полуострове является фация нуммулитовых известняков, которая помимо ресурсного потенциала для строительной отрасли может иметь и стратегический в силу их перспективности на наличие в них углеводородов [14].

Принимая во внимание информацию исключительно о залегании вида известняка, являющегося объектом настоящего исследования, то нуммулитовый известняк симферопольского яруса среднего эоцена разной мощности, представленный светлосерыми, кремовыми, серыми, желтоватыми, зеленовато-серыми образцами, слагает горный массив Эски-Кермен, а также его можно обнаружить в различных частях Кыз-Кермена и Мангупа. Кроме того, весьма широким распространением отложения симферопольского яруса пользуются в предгорьях Крыма, на большей части территории которых они представлены фацией нуммулитовых известняков. Стоит отметить, что наиболее распространены нуммулитовые известняки именно симферопольского яруса среднего эоцена, поскольку ими представлен Сивашский район Равнинного Крыма, Юго-Западный, Симферопольский, Белогорский и Курский районы предгорий Крыма. Территория Юго-Западного района, приуроченная к бассейну реки Бодрак, содержит нуммулитовые отложения, относящийся к ипрскому ярусу эоцена. Наиболее известные обнажения нуммулитового известняка протягиваются узкой полосой с запада на восток, к которой относятся Инкерман, Красный Мак, гора Сувлу-Кая, Скалистое, Симферополь, Литвиненково с рекой Зуей, гора Ак-Кая, Пролом и Насыпное вблизи Феодосии, причем отложения относятся к раннему и среднему эоцену.

Таким образом, Горный и Предгорный Крым в основном сложен именно известняками разного вида, возраста и строения, что побуждает к дальнейшему изучению данной породы на указанных выше территориях. На основании существующих исследований, важно подчеркнуть, что нуммулитовый известняк различной мощности широко распространен на территории полуострова и его можно встретить в горных массивах Эски-Кермен, Кыз-Кермен и Мангуп (симферопольский ярус), в окрестностях Бахчисарая (симферопольский ярус среднего эоцена), в Сивашском районе Равнинного Крыма (симферопольский ярус среднего эоцена), Юго-Западном, Симферопольском, Белогорском и Курском районах предгорий Крыма (симферопольский ярус среднего эоцена), в Качинской долине (средний эоцен), на территории города Симферополь (средний эоцен), на линии населенных пунктов Инкерман, Красный Мак, Скалистое, Симферополь, Литвиненково с рекой Зуей, Насыпное вблизи Феодосии и горных объектов Сувлу-Кая и Ак-Кая (ранний и средний эоцен), а также в пещерах вблизи города Севастополь (средний эоцен).

Исходя из полученной информации, можно сказать о геологическом возрасте нуммулитового известняка, располагающегося на территории полуострова Крым, что он в основном принадлежит к симферопольскому ярусу среднего эоцена палеогена.

3.2. Результаты лабораторных испытаний

Как было сказано выше, лабораторное испытание по определению водопоглощения по массе нуммулитового известняка выполнено в соответствии с ГОСТ 30629-2011 «Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний» в лаборатории СПбПУ Петра Великого «Инновационное строительство» под руководством Е.А. Корнеевой [25]. Образцы, полученные от компании «МС-Vauchemie», добыты на территории карьера, расположенного по адресу: ул. Речная, г. Бахчисарай, Республика Крым.

В ходе проведения исследовательской работы испытывалось 5 образцов-кубов из нуммулитового известняка со стороной 5 сантиметров, причем погрешность измерения размеров составила 0,2 сантиметра по каждой из сторон. Данное число испытываемых образцов взято в соответствии с требованиями ГОСТ 30629-2011 «Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний». Кроме того, использовалось следующее оборудование: весы настольные циферблатные, сушильный электрошкаф, сосуд для насыщения образцов водой и щетка.

Масса образцов до высушивания, после высушивания и после пребывания в воде в течение 48 часов представлена в таблице 1.

Таблица 1. Масса испытываемых образцов нуммулитового известняка до, после высушивания и после пребывания 48 часов в воде

| Номер образца | Масса образца до высушивания, г | Масса образца после высушивания, г | Масса образца после 48 часов в воде, г |
|---------------|---------------------------------|------------------------------------|--|
| 1 | 221.62 | 221.65 | 247.63 |
| 2 | 226.85 | 226.89 | 252.80 |
| 3 | 219.66 | 219.67 | 246.34 |
| 4 | 221.55 | 221.58 | 247.28 |
| 5 | 224.02 | 224.06 | 250.03 |

Величина водопоглощения $W_{\text{погл}}$ в % по массе вычисляется с точностью до 0.01 в соответствии со следующей формулой:

$$W_{\text{погл}} = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100\% \quad (1)$$

где m_1 — масса образца в насыщенном водой состоянии, г,
 m — масса образца в сухом состоянии, г.

В таблице 2 представлены значения водопоглощения по массе каждого из образцов, вычисленные в соответствии с формулой (1), а также водопоглощение нуммулитового известняка в целом, полученное как среднеарифметическое значение результатов определения водопоглощения по массе пяти образцов породы.

Таблица 2. Водопоглощение по массе образцов и породы

| Номер образца | Водопоглощение по массе образца нуммулитового известняка, % | Водопоглощение по массе нуммулитового известняка, % |
|---------------|---|---|
| 1 | 11.72 | 11.69 |
| 2 | 11.42 | |
| 3 | 12.14 | |
| 4 | 11.60 | |
| 5 | 11.59 | |

Таким образом, значение водопоглощения по массе нуммулитового известняка, добытого на территории Крымского полуострова, составляет 11.69%.

На основании существующей научной литературы касательно водопоглощения по массе нуммулитового известняка осуществим сравнение полученного показателя с результатами других испытаний.

Исходя из разновидностей нуммулитового известняка на территории Крыма, выделенных С.К. Сухорученко в своем исследовании, можно сделать вывод, что данные образцы породы относятся ко второму виду в силу того, что их водопоглощение по массе колеблется в промежутке 8.63-20.9%. Отсюда следует, что исследуемый вид известняка более подвержен выветриванию [16].

Водопоглощение по массе нуммулитового известняка, добытого на территории свиты Саламут в Египте, колеблется в диапазоне 1.2-1.8%. Для осуществления сравнения показателей принимаем среднее арифметическое из указанного диапазона, то есть 1.5%, что почти в 7,8 раз меньше значения, полученного для крымского известняка [17].

Кроме того, существует ряд данных по водопоглощению известняка в целом из различных месторождений России.

Водопоглощение по массе пробы из скважины Южно-Чусовского месторождения, находящегося в Пермском крае, составило 63%, что превышает полученный показатель почти в 5 раз [18].

Показатель водопоглощения по массе пильных известняков, добытых на территории Первомайского карьера вблизи города Дербент, находящегося в Республике Дагестан, составляет 6.44%, что в 1,8 раз меньше полученного значения для нуммулитового известняка [19].

Вышеуказанная информация для наглядности и удобства проведения анализа приведена на рис. 1, на котором изображен график водопоглощения по массе образцов различного известняка с указанием региона, где был добыт исследуемый строительный материал.



Рис. 1. График водопоглощения по массе образцов различного известняка

Проба из Южно-Чусовского месторождения имеет наибольший показатель водопоглощения по массе в силу неоднородности литологического состава пород. Однако известняки из данного месторождения используются в качестве сырья для строительства и сельского хозяйства. Пильные известняки из Первомайского карьера аналогично демонстрируют неоднородность состава, при этом разработка месторождения активно производится в различных целях. Указанный показатель водопоглощения по массе образца из Республики Дагестан может быть меньше полученного значения в результате проведенного опыта по причине более раннего образования толщи породы на территории Северного Кавказа, чем на Крымском полуострове.

Наиболее подходящим образцом для сравнения является нуммулитовый известняк из Египта, поскольку данная порода принадлежит к среднему эоцену, то есть имеет приблизительно один возраст с испытуемым образцом, и обладает однородным составом. Отложения образованы в прибрежно-морских условиях осадконакопления, что сближает их с нуммулитовым известняком из Крыма. Расхождение между показателями водопоглощения по массе может быть обусловлено разной структурой, строением и составом испытуемых образцов, однако они оба пригодны для промышленной добычи и применения в качестве декоративного камня.

В конце концов, полученное значение водопоглощения по массе испытуемого образца, равное 11,69%, является допустимым, так как в отечественном законодательстве отсутствуют требования по показателю водопоглощения по массе известняка, то данный материал может применяться в строительстве, однако он может быть подвержен выветриванию при отсутствии дополнительной поверхностной защиты.

3.3. Способы снижения показателя водопоглощения

Одним из способов уменьшения показателя водопоглощения по массе известняка является использование пропитки на основе полисульфида кальция, именуемой «Аквастат». Данное вещество обладает низкой вязкостью и при обработке проникает в поровую структуру известняка на глубину в несколько сантиметров. При последующем высыхании он образует в порах породы долговечное нерастворимое неорганическое защитное покрытие в виде гидрофобных наночастиц серы, которые не вымываются водой, растворителями или солевыми растворами.

По словам исследователей, среднее значение водопоглощения по массе образцов, пропитанных в течение 1 часа, по сравнению с контрольными (непропитанными), снижается на 81%, а для образцов, пропитанных в течение 4 часов, снижение составляет 88%. Кроме того, применение пульверизатора после окончания строительного-монтажных или отделочных работ, или же поверхностной пропитки кистеванием позволяет снизить водопоглощение по массе на 77% [19].

Испытания пропитки на основе полисульфида кальция проводились исключительно на известняке-ракушечнике, что делает актуальным осуществление ряда опытов данного средства на исследуемом

образце. Теоретически снижение показателя водопоглощения по массе позволит расширить область применения нуммулитового известняка в южных районах страны.

Еще одним способом снижения показателя водопоглощения по массе является применение перфторкарбоновых кислот, содержащих триалкоксисилильные группы, которые растворимы в органических и фторорганических (1,1,2-трифтортрихлорэтаноле и др.) растворителях. Указанные вещества придают защищаемым поверхностям более высокую гидро- и олеофобность по сравнению с известными кремнийорганическими препаратами и надежно защищают произведения искусства из известняка от обрастания мхом и водорослями.

Таким образом, применение пропитки на основе полисульфида кальция и фторкремнийорганических соединений позволяет уменьшить показатель водопоглощения по массе, однако в области применения данных веществ по отношению к нуммулитовому известняку содержится недостаточное количество исследований, в силу чего данный вопрос требует дальнейшего изучения с проведением ряда экспериментов.

3.4. Применение нуммулитового известняка

Исторически сложилось широкое применение нуммулитового известняка на полуострове Крым, поскольку он является не только традиционным, но и одним из самых распространенных, прочных и дешевых строительных материалов.

Анализируя постройки древних цивилизаций на территории полуострова, можно заметить, что большинство городищ построено исключительно из нуммулитового известняка, вследствие чего можно сделать вывод, что народы отдавали предпочтение именно этому материалу [11]. Кроме того, в современном мире данная порода широко применяется при отделочных работах, в качестве наполнителя при строительстве дорожных покрытий, в несущих конструкциях зданий и сооружений, а также в качестве декоративных украшений, при производстве других строительных материалов.

На основании проведенного испытания, использование исследуемого известняка в качестве наполнителя является наиболее дешевым и целесообразным, поскольку показатель водопоглощения по массе свидетельствуют о подверженности материала выветриванию без дополнительной поверхностной защиты. Кроме того, данный материал менее применим в отделке, однако в комплексе с полимерами он может быть использован для любых ненесущих конструкций, что приводит к удорожанию строительства. Указанный подход к использованию нуммулитового известняка позволит сократить объем полимерных отходов и известняковой добычи, что характерно для территорий Крымского полуострова [22].

Необходимо отметить, что отсутствие достаточного количества качественных дорог на полуострове представляет собой преграду туризму и негативно сказывается на условиях жизни, поэтому развитие дорог в Крыму является перспективным делом, в силу чего целесообразно применять нуммулитовый известняк в качестве наполнителя дорог малой загруженности. Большое количество месторождений на территории полуострова располагается вблизи природных достопримечательностей, которые привлекают туристов, что и обуславливает относительную дешевизну строительства дорожных покрытий к ним.

Другим использованием нуммулитового известняка могут стать реконструкционные работы по всему полуострову. Множество памятников архитектуры строились с применением известняка, как, например, Херсонес Таврический, в котором данный материал использовался и в качестве строительного материала, и в отделке, и в декоративных украшениях. Кроме того, достоверно известно, что крымский известняк вывозился в Рим, Александрию и Марсель, в результате чего открывается возможность использования его в качестве реконструкционного материала не только в масштабах полуострова.

Строительные материалы, необходимые для развития региона в целом, используют нуммулитовый известняк в производстве силикатного кирпича, бетона, добавок к нему и стекла. Сопутствующее применение данного известняка в качестве флюса на строительной площадке, а также участие в пищевом (сода, Е-529, сахар) и целлюлозно-бумажном производствах делает материал универсальным к применению как на полуострове Крым, так и в России.

4. Заключение

В ходе научной работы было проведено исследование нуммулитового известняка, который широко распространен на территории полуострова Крым и принадлежит к симферопольскому ярусу среднего эоцена палеогена. Показатель водопоглощения по массе образца составил 11.69%, что свидетельствует о подверженности данного известняка выветриванию при отсутствии дополнительных мер защиты. Кроме того, полученное значение в несколько раз выше, чем водопоглощение по массе аналогичного известняка из юго-западной части Синая в Египте.

Уменьшить показатель водопоглощения по массе известняка теоретически позволяют пропитка полисульфида кальция и фторкремнийорганические соединения, однако для более детального исследования влияния данных веществ на физико-механические характеристики материала требуется проведение испытаний.

Нуммулитовый известняк с данным показателем водопоглощения по массе можно применять в качестве наполнителя при дорожном строительстве, реконструкции памятников на территории полуострова, которые выполнены из аналогичного материала, а также производстве силикатного кирпича, бетона и его добавок, стекла. Кроме того, исследуемый известняк можно использовать в качестве флюса на строительной площадке, в пищевой и целлюлозно-бумажной промышленности страны.

5. Благодарности

Коллектив авторов выражает благодарность сотрудникам Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого за помощь в организации и проведении исследования.

Литература

- [1]. Косоруков В.Л., Латышева И.В., Ростовцева Ю.И., Смирнова С.Б., Стафеев А.Н., Суханова Т.В. Новые данные о геологии Лозовской зоны (поздний триас–средняя юра) Горного Крыма. Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2015. No.5. С. 21-33.
- [2]. Кузнецов А.Г. Горный массив Эски-Кермен как геологический памятник Крыма. Геополитика и экогеодинамика районов. 2014. Т.10. No.1. С. 680-683.
- [3]. Бoleyчук И.Р., Крайнюк Е.С., Смирнов В.О. Ландшафтно-экологическая структура горного массива Агармыш в Крыму. Экосистемы. 2017. No.11(41). С. 24-29
- [4]. Копаяевич Л.Ф., Лыгина Е.А., Никишин А.М., Шалимов И.В., Яковичина Е.В. Нижне-среднеэоценовые отложения Крымского полуострова: фациальные особенности и условия осадконакопления. Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2010. No.6. С. 11-21.
- [5]. Кузнецов А.Г., Кузнецов Ал.Г. Геоморфологическая характеристика юго-западной части Предгорного Крыма. Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия: География. 2010. Т. 23 (62). No.2. С. 48-51.
- [6]. Ванюшкин А.С. Перспективные направления для разработки сырьевой базы строительной отрасли в Крыму. Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2014. No.3(7). С. 63-67.
- [7]. Амеличев Г.Н., Дмитриева А.Ю., Самохин Г.В. Карст и пещеры Симферополя (Предгорный Крым). Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия: География. 2012. Т. 25(64). No.2. С. 48-59.
- [8]. Кузнецов А.Г. Горный массив Мангуп как геологический памятник Украины. Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия: География. 2011. Т. 24(63). No.1. С. 78-83.
- [9]. Блага Н.Н., Ибраимова А.Э., Овакимян В.В. Морфогенетические особенности балок бассейна реки Качи в пределах внутренней гряды Крымских гор. Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия: География. 2017. Т. 3(69). No.2. С. 151-160.
- [10]. Бугрова И.Ю., Бугрова Э.М. Разрезы палеоцена и нижнего эоцена южной части полуострова Крым. Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2015. Т. 23. No.6. С. 56-59.
- [11]. Зайцев Ю.П., Колтухов С.Г., Смекалова Т.Н. Атлас позднекифских городищ Предгорного Крыма / Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского. — СПб: Алетей. 2015. 248 с.
- [12]. Барабошкина Т.А. Природно-ресурсный потенциал Юго-Западного Крыма. Геополитика и экогеодинамика

References

- [1]. Kosorukov V.L., Latysheva I.V., Rostovceva Yu.I., Smirnova S.B., Stafeev A.N., Suhanova T.V. Novye dannye o geologii Lozovskoj zony (pozdnij trias–srednyaya yura) Gornogo Kryma [New data on the geology of the Lozov zone (late Triassic-Middle Jurassic) of the Mountainous Crimea]. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 4: Geologiya. 2015. No.5. Pp. 21-33. (rus)
- [2]. Kuznecov A.G. Gornyj massiv Eski-Kermen kak geologicheskij pamyatnik Kryma [The Eski-Kermen mountain range as a geological monument of the Crimea]. Geopolitika i ekogeodinamika rajonov. 2014. V.10. No.1. Pp. 680-683. (rus)
- [3]. Bolejchuk I.R., Krajnyuk E.S., Smirnov V.O. Landshaftno-ekologicheskaya struktura gornogo massiva Agarmysh v Krymu [The Eski-Kermen mountain range as a geological monument of the Crimea. Geopolitics and ecogeodynamics of districts]. Ekosistemy. 2017. No. 11(41). Pp. 24-29. (rus)
- [4]. Kopayevich L.F., Lygina E.A., Nikishin A.M., Shalimov I.V., Yakovishina E.V. Nizhne-sredneeoceenove otlozheniya Krymskogo poluostrova: facial'nye osobennosti i usloviya osadkonakopleniya [Lower-Middle Eocene deposits of the Crimean Peninsula: facies feature and sedimentation conditions]. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 4: Geologiya. 2010. No.6. Pp. 11-21. (rus)
- [5]. Kuznecov A.G., Kuznecov Al.G. Geomorfologicheskaya harakteristika yugo-zapadnoj chasti Predgornogo Kryma [Geomorphological characteristics of the southwestern part of Piedmont Crimea]. Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Seriya: Geografiya. 2010. V. 23 (62). No.2. Pp. 48-51. (rus)
- [6]. Vanyushkin A.S. Perspektivnye napravleniya dlya razrabotki syr'evoy bazy stroitel'noj otrasli v Krymu [Prospective directions for the development of the raw materials base of the construction industry in the Crimea]. Biosfernaya sovmestimost': chelovek, region, tekhnologii. 2014. No.3(7). Pp. 63-67. (rus)
- [7]. Amelichev G.N., Dmitrieva A.Yu., Samohin G.V. Karst i peshchery Simferopolya (Predgornij Krym) [Karst and caves of Simferopol (Piedmont Crimea)]. Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Seriya: Geografiya. 2012. V. 25(64). No.2. Pp. 48-59. (rus)
- [8]. Kuznecov A.G. Gornyj massiv Mangup kak geologicheskij pamyatnik Ukrainy [Mountain range Mangup as a geological monument of Ukraine]. Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Seriya: Geografiya. 2011. V. 24(63). No.1. Pp. 78-83. (rus)
- [9]. Blaga N.N., Ibraimova A.E., Ovakimyan V.V. Morfogeneticheskie osobennosti balok bassejna reki Kachi v predelah vnutrennej gryady Krymskih gor [Mountain range Mangup as a geological monument of Ukraine]. Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Seriya: Geografiya. 2017. V. 3(69). No.2. Pp. 151-160. (rus)
- [10]. Bugrova I.Yu., Bugrova E.M. Razrezy paleocena i nizhnego eocena yuzhnoj chasti poluostrova Krym [The sections of the

- районов. 2014. Т.10. No.2(13). С. 406.-414.
- [13]. Круликовский Д.В., Кузнецов А.Г., Кузнецов Ал.Г. Геологическое строение Крымского предгорья в окрестностях Бахчисарая. Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия: География. 2011. Т. 24 (63). No.2. С. 144-152.
- [14]. Кобаевич Л.Ф., Лыгина Е.А., Никишин А.М., Яковичина Е.В. Крымская эоценовая нуммулитовая банка. Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2008. No.3. С. 64-66.
- [15]. Белый А.В., Блага Н.Н. Кузнецов А.Г. Источники водоснабжения и древние гидротехнические сооружения района горного массива Кыз-Кермен. Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия: География. 2012. Т. 25(64). No.3. С. 3-9.
- [16]. Сухорученко С.К. Современные денудационные процессы нуммулитовых известняков центральной части Крымских гор в районе г. Симферополя. Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия: География. 2010.Т. 23 (62). No. 1. С.78-83.
- [17]. Осама Р.Э. Состав и условия образования нуммулитового известняка свиты Самалут Юго-Западного Синая (Египет). Геология, география и глобальная энергия. 2011. No. 4(43). С. 80-84.
- [18]. Кичигина Я.В. Опыт обоснования системы опробования известняка на Южно-Чусовском месторождении. Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. 2008. No. 11. С. 251-254.
- [19]. Мосейкин В.В., Мусаев Н.М. Кластеризация физико-механических свойств пильных известняков Первомайского карьера. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. No.11. С. 88-92.
- [20]. Буркитбаев М.М., Массалимов Б.И., Массалимов И.А., Уракаев Ф.Х., Уралбеков Б.М., Чуйкин А.Е. Улучшение эксплуатационных свойств строительных материалов из известняка-ракушечника пропиткой полисульфидными растворами. Нанотехнологии в строительстве. 2017. Т. 9. No.3. С. 66-80.
- [21]. Котов В.М., Круковский С.П., Попович М.Ю., Пряхина Т.А., Сахаров А.М., Ярош А.А. Синтез и свойства фторкремнийорганических соединений, предназначенных для защиты памятников культуры от вредного воздействия окружающей среды. Известия Академии наук. Серия химическая. 2014. No.2. С. 546.
- [22]. Способ производства композитных строительных изделий: пат. 2 629 033 Рос. Федерация: МПК C04B 18/04 (2006.01) / А.В. Дядичев, В.А. Дядичев, Н.В. Любомирский, С.И. Федоркин; заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского". - No.: 2016111823; заявл. 29.03.2016; опубл. 24.08.2017, Бюл. No.24.
- [23]. Лукин А.Ю., Лукина В.А., Михин В.В., Пискунов М.В. Возможность использования месторождений известняка в дорожных конструкциях. Электронный научный журнал. 2016. No.2(5). С. 510-515.
- [24]. Любомирский Н.В., Федоркин С.И. Научно-технические принципы утилизации углекислого газа в биопозитивные строительные изделия. Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2016. No.4(16). С. 39-49.
- [25]. ГОСТ 30629-2011. Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний. — Взамен ГОСТ 30629-99. Введ. с 01.10.2012. Москва: Стандартинформ. 2012. 33 с.
- Paleocene and Lower Eocene of the southern part of the Crimea peninsula]. Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya. 2015. V. 23. No.6. Pp. 56-59. (rus)
- [11]. Zajcev Yu.P., Koltuhov S.G., Smekalova T.N. Atlas pozdneskifskih gorodishch Predgornogo Kryma [Atlas of the Late Scythian Site of the Foothill Crimea] / Krymskij federal'nyj universitet im. V.I. Vernadskogo. — SPb: Aletejya. 2015. — 248 pp. (rus)
- [12]. Baraboshkina T.A. Prirodno-resursnyj potencial Yugo-Zapadnogo Kryma [Natural and resource potential of the South-Western Crimea]. Geopolitika i ekogeodinamika rajonov. 2014. V.10. No.2(13). Pp. 406.-414. (rus)
- [13]. Krulikovskij D.V., Kuznecov A.G., Kuznecov Al.G. Geologicheskoe stroenie Krymskogo predgor'ya v okrestnostyah Bahchisaraya [Geological structure of the Crimean foothills in the vicinity of Bakhchisaray]. Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Seriya: Geografiya. 2011. V. 24 (63). No.2. Pp. 144-152. (rus)
- [14]. Kopaevich L.F., Lygina E.A., Nikishin A.M., Yakovishina E.V. Krymskaya eocenovaya nummulitovaya banka [Crimean Eocene Nummulite Bank]. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 4: Geologiya. 2008. No.3. Pp. 64-66. (rus)
- [15]. Belyj A.V., Blaga N.N. Kuznecov A.G. Istochniki vodosnabzheniya i drevnie gidrotekhnicheskie sooruzheniya rajona gornogo massiva Kyz-Kermen [Sources of water supply and ancient hydraulic engineering structures of the Kyz-Kerman mountain range]. Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Seriya: Geografiya. 2012. V. 25(64). No.3. Pp. 3-9. (rus)
- [16]. Suhoruchenko S.K. Sovremennye denudacionnye processy nummulitovykh izvestnyakov central'noj chasti Krymskikh gor v rajone g. Simferopolya [Modern denudation processes of nummulite limestones in the central part of the Crimean Mountains in the vicinity of Simferopol]. Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Seriya: Geografiya. 2010.V. 23 (62). No. 1. Pp.78-83. (rus)
- [17]. Osama R.E. Sostav i usloviya obrazovaniya nummulitovogo izvestnyaka svity Samalut Yugo-Zapadnogo Sinaya (Egipet) [Composition and conditions of formation of the Nummulite Limestone Formation Samalut South-Western Sinai (Egypt)]. Geologiya, geografiya i global'naya energiya. 2011. No. 4(43). Pp. 80-84. (rus)
- [18]. Kichigina Ya.V. Opyt obosnovaniya sistemy oprobovaniya izvestnyaka na Yuzhno-Chusovskom mestorozhdenii [Experience in substantiating the limestone sampling system at the Yuzhno-Chusovsky deposit]. Problemy mineralogii, petrografii i metallogenii. Nauchnye chteniya pamyati P.N. Chirvinskogo. 2008. No.11. Pp. 251-254. (rus)
- [19]. Mosejkin V.V., Musaev N.M. Klasterizatsiya fiziko-mekhanicheskikh svoystv pil'nykh izvestnyakov Pervomajskogo kar'era [Clustering of physico-mechanical properties of saw limestones of the Pervomaisky quarry]. Gornyj informacionno-analicheskij byulleten' (nauchno-tekhnicheskij zhurnal). 2015. No.11. Pp. 88-92. (rus)
- [20]. [20] Burkitbaev M.M., Massalimov B.I., Massalimov I.A., Urakaev F.H., Uralbekov B.M., Chujkin A.E. Uluchshenie ekspluatatsionnykh svoystv stroitel'nykh materialov iz izvestnyaka-rakushechnika propitkoj polisul'fidnymi rastvorami [Improvement of the operational properties of building materials from limestone-shell rock by impregnation with polysulfide solutions]. Nanotekhnologii v stroitel'stve. 2017. V. 9. No.3. Pp. 66-80. (rus)
- [21]. Kotov V.M., Krukovskij S.P., Popovich M.Yu., Pryahina T.A., Saharov A.M., Yarosh A.A. Sintez i svoystva ftorkremnijorganicheskikh soedinenij, prednaznachennykh dlya zashchity pamyatnikov kul'tury ot vrednogo vozdejstviya okruzhayushchej sredy [Synthesis and properties of fluorosilicon compounds designed to protect cultural monuments from harmful environmental effects]. Izvestiya Akademii nauk. Seriya himicheskaya. 2014. No.2. Pp. 546. (rus)
- [22]. Sposob proizvodstva kompozitnykh stroitel'nykh izdelij: pat. 2 629 033 Rus. Federation: MПК C04B 18/04 (2006.01) [Method for the

production of composite construction products] / A.V. Dyadichev, V.A. Dyadichev, N.V. Lyubomirskij, S.I. Fedorkin; the applicant and patent owner: Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya "Krymskij federal'nyj universitet imeni V.I. Vernadskogo". - No.: 2016111823; app. 29.03.2016; publ. 24.08.2017, Newsletter. No.24. (rus)

- [23]. Lukin A.Yu., Lukina V.A., Mihin V.V., Piskunov M.V. Vozmozhnost' ispol'zovaniya mestorozhdenij izvestnyaka v dorozhnyh konstrukciyah [The possibility of using limestone deposits in road structures]. Elektronnyj nauchnyj zhurnal. 2016. No.2(5). Pp. 510-515. (rus)
- [24]. Lyubomirskij N.V., Fedorkin S.I. Nauchno-tehnicheskie principy utilizacii uglekislogo gaza v biopozitivnye stroitel'nye izdeliya [Scientific and technical principles of utilization of carbon dioxide in biopositive building products]. Biosfernaya sovместimost': chelovek, region, tekhnologii. 2016. No.4(16). Pp. 39-49. (rus)
- [25]. State Standard 30629-2011. Materials and products facing from the rocks. Test methods. Moscow, Standartinform Publ., 2012. 33 p. (in Russian)

Контактная информация

- 1.* +7(911)1325102, serezhacherkasov98@mail.ru (Черкасов Сергей Дмитриевич, студент)
2. +7(921)8784648, olegakinin98@yandex.ru (Акинин Олег Игоревич, студент)
3. +7(963)3193218, linka360639020@yandex.ru (Корнеева Елена Александровна, тьютор)
4. +7(905)2645357, mohanad.m.sabri@gmail.com (Сабри Моханад Муаяд, аспирант)

Contact information

- 1.* +7(911)1325102, serezhacherkasov98@mail.ru (Sergey Cherkasov, Student)
2. +7(921)8784648, olegakinin98@yandex.ru (Oleg Akinin, Student)
3. +7(963)3193218, linka360639020@yandex.ru (Elena Korneeva, Tutor)
4. +7(905)2645357, mohanad.m.sabri@gmail.com (Mohanad Muayad Sabri, Postgraduate Student)

© Черкасов С.Д., Акинин О.И., Корнеева Е.А., Сабри М.М., 2018