

Ластанған суларды кеуекті қабат арқылы сүзуге қатысты алдыңғы ғылыми зерттеулерден ғылыми әдебиеттерге шолулар негізінде.

Бұл мақалада физикалық және механикалық қасиеттерімен табиғи және жасанды толтырғыштарды алудың технологиялық процестеріне салыстырмалы талдау жүргізіледі.

Батыс Қазақстандағы өнеркәсіптік суларды тазарту үшін сүзу қасиеттерін жақсартуға бағытталған (керамдорды) пайдаланып, сүзгі материалы ретінде жаңа толтырғыш жасау.

Батыс өңірінің (БҚО) Жергілікті шикізатының сазды материалынан алынған пайдаланылатын компонент керамдор болып табылады.

Зерттеу барысында абсолютті және салыстырмалы тығыздық пен механикалық беріктіктің, 900 және 1000 0C температуралар арасында өндірілген саз шикізатының күйдірілген түрінің (керамдордың) дамуы ерекше назар аударарлық құбылыстар көрсетілді, оның барысында бұл материалдың жоғары фильтрациялық сипаттамалары бар екендігі анықталды.

УДК 54.04

МРНТИ 61.01.11

Уразова А.Ф., магистр технических наук, **основной автор**, <https://orcid.org/0000-0001-6339-9635>

НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, ул. Жангир хана 51, 090009, Казахстан, urazova_17@list.ru

Urazova A.F., Master of Technical Sciences, main author, <https://orcid.org/0000-0001-6339-9635>

NAO "West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan", Uralsk, ul. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, urazova_17@list.ru

АНАЛИЗ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ КРЕМНИСТОЙ ПОРОДЫ ЗКО - ОПОКИ

Аннотация

Природным сорбентам и фильтрационным материалам уделялось и продолжает уделяться большое внимание. Это касается как изучения их свойств, так и применения в различных отраслях промышленности, в качестве сорбентов в процессах очистки сточных и подземных вод. Особый интерес, связанный с физико-химическими свойствами, составом и областью применения представляют природные кремнеземы (опока и диатомит).

Изучены физико-химические свойства природных кремнеземистых пород. Установлена высокая сорбционная активность образца природного кремнезема к водным эмульсиям дизельного топлива.

Установлено, что происходящие изменения физико-механических свойств в исследуемых образцах связано, прежде всего, с химико-минералогическими характеристиками применяемых сырьевых материалов. Полученные результаты исследований служат основой для разработки технологии производств фильтров на основе природных сорбентов. Показана и доказана возможность применения опоки для очистки вод.

ANNOTATION

Much attention has been paid and continues to be paid to natural sorbents and filtration materials. This concerns both the study of their properties and their application in various industries, as sorbents in wastewater and groundwater treatment processes. Of particular interest related to the physicochemical properties, composition and scope of application are natural silicas (flask and diatomite).

The physicochemical properties of natural silica rocks have been studied. A high sorption activity of a sample of natural silica to aqueous emulsions of diesel fuel has been established.

It is established that the changes in the physical and mechanical properties in the studied samples are primarily due to the chemical and mineralogical characteristics of the raw materials used. The obtained research results serve as the basis for the development of technology for the production of filters based on natural sorbents. The possibility of using flask for water purification is shown and proved

Ключевые слова: опока, природные сорбенты, фильтрующие материалы, кремнистые породы

Key words: flask, natural sorbents, filtering materials, siliceous rocks

Проблема нехватки чистой воды может стать одной из наиболее острых в самом ближайшем будущем во всем мире. Мероприятия по охране и рациональному использованию природных ресурсов жизненно необходимы для поддержания экологического равновесия в системе человек — окружающая среда, особенно важна охрана водоёмов от истощения и загрязнения их сточными водами [1].

Методы адсорбции являются широко применяемыми методами в практике очистки природных и промышленных сточных вод. [2]. Представленные методы характеризуются рациональностью, возможностью применения в предварительной очистке, эффективностью, способностью очищать воду, позволяют концентрировать и выделять ценные продукты из водных растворов.

Вопросами изучения сорбционных качеств материалов естественного и искусственного происхождения занимаются отечественные и зарубежные ученые.

Процесс самопроизвольного повышения концентрации растворенного или газообразного (парообразного) вещества на поверхности твердого тела или жидкости называется сорбцией. Сорбируемое (поглощаемое) вещество называется сорбтивом, вещество, поглощающее другие вещества — сорбентом. [3].

Как в отечественной, так и в зарубежной практике большое распространение для очистки природных и сточных вод получили природные сорбенты, такие как опока, диатомит, трепел.

В Казахстане имеются большие залежи кремнистых пород таких как опока в Западно-Казахстанской и диатомита в Актюбинской областях. В настоящее время данные минералы являются малоизученными и не находят полного применения.

Минералогический состав и структура опок в значительной мере оказывают влияние на их технологические свойства. В связи с этим, детальное изучение минералогического состава является необходимым условием для решения задач, поставленных перед настоящим исследованием. Принимая во внимание особенности состава опок — присутствие аморфных, кристаллических и переходных фаз, тонкозернистая структура, наличие смешанных образований и т.д., для их изучения предусматривался комплекс методов, включающих петрографический, рентгенофазовый, термический анализы, электронная микроскопия, а также ртутная порометрия. [16].

Опока относится к группе кремнезема-кальцита морского месторождения, состоящего из остатков мельчайших морских организмов с конца мелового периода с мезопористой структурой (около 50 % от объема). Кроме SiO_2 и Al_2O_3 в её состав входят оксиды кальция, железа, магния [10]. Данная порода практически не содержит токсических примесей, что делает ее применимой для целей водоподготовки и водоочистки. [14].

Опока состоит в основном из SiO_2 и CaCO_3 . Микроскопическое исследование показало, что она богата кремнеземом органического происхождения. Часто встречаются остатки радиолярий, диатомовых водорослей и кремниевых губок (рис. 1). Другие основные компоненты — кальцит, кварц, глинистые минералы и аморфный SiO_2 [5]. По результатам рентгеноструктурного анализа опока состоит из: SiO_2 - 75-80 %; Al_2O_3 - 18-23 %; Fe_2O_3 - 0,5-0,8 %; H_2O - 0,00-0,50 %; CaSO_4 - 0,30-0,54 %; CaCO_3 - 0,12-0,80 %. Для минералогического состава опок существенное значение имеет молекулярное отношение $\text{SiO}_2:\text{R}_2\text{O}_3$ (полуторные оксиды) [15].



Рисунок 1 – Кремнистые породы

Целью работы является изучение сорбционных свойств опоки Таскалинского месторождения Западно-Казахстанской области для очистки питьевой воды.

В задачи исследования входят: 1) подготовка сырья, 2) фракционирование 3) термообработка при температуре 400⁰С с целью удаления химически связанной воды, 4) определение адсорбции и сорбционной емкости.

Для решения поставленных задач нами была исследована опока с целью получения сорбента на основе кремнистой породы по методике и технологии профессора С.А. Монтаева [17].

В ходе исследования было выяснено, что глинистые опоки Таскалинского месторождения породы достаточно плотные, от светло-серого до темно-желтого цвета, при увлажнении приобретают серовато-зеленоватый оттенок (рис.2). Структура обычно массивная. Средняя плотность в образце составляет 1,40-1,55 г/см³, истинная плотность варьирует в пределах 2,35- 2,55 г/см³. При долговременном замачивании в воде и механическом воздействии начинает размокать. Предел прочности при сжатии меняется за счет микротрещиноватости в очень широких пределах – от 3 до 17 МПа. Излом раковистый, с острыми краями обломков. [16].



Рисунок 2 – Опока Таскалинского месторождения

Методика проведения анализа. Перед анализом образцы природного кременезема были подвергнуты механическому измельчению с последующим просеиванием на ситах. Диаметр полученных частиц составлял от 1 до 7,5 мм.



Рисунок 2- Подготовленные образцы

Адсорбцию метиленового голубого осуществляли по методике ГОСТ 21283-93. Сорбент массой 0,3 г помещали в коническую колбу и наливали 25 мл дистиллированной воды, кипятили в течение 2-3 минут. Затем колбу с суспензией охлаждали под струей холодной воды и приливали 1 мл 5 М раствора серной кислоты, титровали раствором метиленового голубого. Затем интенсивно перемешивали содержимое колбы и тонкой стеклянной палочкой наносили на фильтр «синяя лента» (рис.3).



Рисунок 3 - Адсорбция метиленового голубого опокой

Показатель адсорбции глины (мг/г) определяли по формуле

$$A = C \cdot V / m$$

Сорбционная емкость опоки (Е) мг/экв на 100 г кремнистого сырья вычисляли по формуле

$$E = A / 319,9 \cdot 100$$

Полученные результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты определения сорбционной емкости опоки различного диаметра А

Диаметр, мм	D=1	D=2	D=3	D=5	D=7,5	Среднее значение
Емкость катионног о обмена глины, мг/экв	<i>Проба 1 (контрольная)</i>					
	9,38	12,5	12,5	12,5	9,38	11,252
	<i>Проба 2 (после термической обработки)</i>					
	9,38	12,5	9,38	9,38	12,5	10,628
	<i>Проба 3 (после химической обработки 2 н раствором HCL)</i>					
	9,38	12,5	12,5	9,38	9,38	10,628

Адсорбция метиленового голубого дает представление о поверхности сорбента, образованной порами с диаметрами больше 1,5 нм. Согласно проведенным исследованиям, сорбционная емкость составляет от 10,628 до 11,252, как видно из данных таблицы 1 значение не ниже аналогичной величины для известных марок активных углей, что свидетельствуют о возможности использования в качестве сорбента.

Адсорбция нефтепродуктов опокой

Образцы опоки предварительно насыщенные дизельным топливом высушивались при температуре 160⁰С. В сушильной камере производили взвешивание, а затем определяли потери массы и пересчет в единицы содержания влаги с учетом начальной массы пробы.

Результаты исследований показали, что при очистке наибольшей эффективностью обладает тот образец опоки, который прокален при более высокой температуре. Высокая сорбционная активность кремнистой породы по содержанию к масло-нефтедержащим эмульсиям объясняется наличием мезопор в образце, что подтверждается дополнительными исследованиями на порозиметре.

Были выполнены исследования структуры пустотного пространства методом ртутной порометрии на ртутном порозиметре Anton Paar Quantachrome PoreMaster 60, физической адсорбции. Показано, что три четверти пустот в изучаемой породе представлены порами нанометровой размерности (Рис 3.).

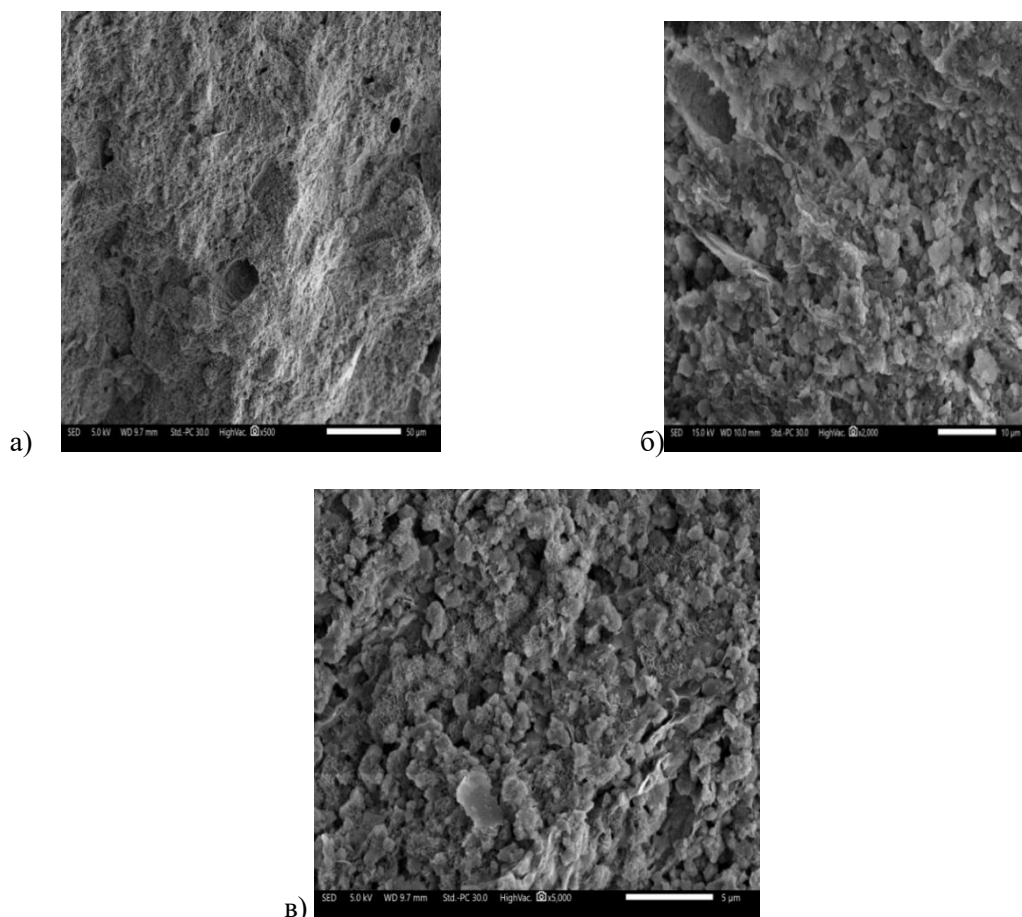


Рис. 3. Снимок по срезу глинистой опоки с а) 500, б) 2000 в) 5000 -кратным увеличением

Присутствие мезопор на поверхности опоки доказывает сходство минерала с искусственными кремнеземами - силикагелем, но также и расширением сферы применения опоки в качестве осушителей минеральных масел, газовых и жидкостных сред. В дальнейшем планируется использование сорбентов на основе опоки в качестве наполнителя для фильтров

Выводы:

1. Был проведен анализ литературных источников, посвященные кремнистому сырью, сорбентам ЗКО
2. Приведены данные анализа по кремнистой породе –опоке Таскалинского месторождения ЗКО, физико-механические характеристики, проведены анализы на определение адсорбции, сорбционной емкости, адсорбции нефтепродуктов.
3. Методами ртутной порометрии и адсорбционно-структурного анализа показано, что в образце присутствуют только мезопоры (от 2 до 50 нм), причем наибольшее количество пор имеют размер менее 10 нм.. Макропоры отсутствуют. Общая пористость равна 0.0522 %
4. Полученные результаты исследования сорбента опоки позволяют с уверенностью утверждать, что с его помощью можно решить проблемы в сфере охраны окружающей среды и улучшить показатель эффективности очистки вод питьевого и хозяйственного назначения, усовершенствовать качество водоподготов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Борисова В.Ю., Завалюев В.Э., Кондакова Н.В., Хайсера Л.Я. Анализ сорбционных свойств материалов природного и промышленного происхождения // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 9-2. – С. 233-237;
- 2 Никифоров И.А., Кузьмина Р.И. Дисперсный кремнезём: сорбент и катализатор // Катализ в нефтехимии и экологии - Саратов: СГАП, 1999. – С. 135-143.
- 3 Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки сточных вод.- Киев: Наук. думка, 1981. – С.208 .
- 4 Кондрашова А.В., Кузьмина Р.И. Физико-химические и адсорбционные свойства опоки и применение её в очистке сточных вод // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 6. – С. 94.
- 5 Кондрашова А.В., Кузьмина Р.И. Адсорбционные исследования дисперсного кремнезёма – опоки // Успехи современной науки и образования. – 2016, – № 7-1
6. Кузьмина, Р.И. Физико-химические свойства природного кремнезёма – опоки / Р.И. Кузьмина, А.В. Кондрашова // Известия Саратовского университета. Серия Химия. Биология. Экология. – 2012. – № 3. – С. 37-40.
- 7 Кондрашова А.В. Природная опока в адсорбционной очистке // Инновационный центр образования и науки – 2015.
- 8 Дистанов У.Г., Конюхов Т.П. Минеральное сырьё. Сорбенты природные. - М.: ЗАО «Геоинформмарк», – 1999. – С.42.
- 9 Кондрашова А.В. Химическая активация дисперсного кремнезёма – колбы // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 1. – С. 52.
- 10 Кондрашова, А.В. Сорбция катионов металлов на опоке / А.В. Кондрашова // Международная научно-практическая конференция «Вавиловские чтения-2009», часть 1, Саратов: ООО Издательство «КУБиК», 2009. – С. 33-35.
- 11 Куртукова Л.В., Сомин В.А., Комарова Л.Ф. Исследования по удалению из воды солей жесткости с применением сорбентов на основе минеральных волокон и бентонитовых глинок // Успехи современного естествознания. – 2011. - № 12. – С. 29.13 Кондрашова А.В. Химическая активация дисперсного кремнезёма – колбы // Инженерный вестник Университета. Дон. – 2019. – №. 1. – С. 52.
- 12 Кондрашова А.В. Химическая активация дисперсного кремнезёма – опоки // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 1. – С. 52.
13. Першин В.Ф., Бураков А.Е., Воробьев А.М., Першина С.В., Монтаев С.А., Таскалиев А.Т., Монтаева Н.С., Монтаева А.С. Перспективы производства сорбентов и фильтров на основе опок месторождений Казахстана, модифицированных углеродными наноматериалами // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. – С. 52.
- 14 Исследования керамической композиции в системе опока – монтмориллонитовая глина – углерод для создания природного сорбента для фильтрации и очистки воды / С.А. Монтаев, А.С. Монтаева, А.Т. Таскалиев, Н.Б. Адилова, Н.С. Монтаева // С-П.: Научный журнал «Globus», 2016. – С. 73–78.
- 15 Михайлова О.А. Технологии химической активации природных минеральных сорбентов / Диссер. канд. техн. наук. – Казань. – 2007. – 148 с.

16. Калинин, В. О. Применение углеродных волокнистых сорбентов для очистки водных растворов / В. О. Калинин, А. Д. Дмитриева, А. Л. Евдокимов, Н. П. Моргун. — Текст непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 2.1 (136.1). — С. 11-14.

17 Жарылгапов С.М., Узакбаев Ж.А., Уразғалиев Е.Т. Анализ химико-минералогического состава структурного состава опок // Наука и образование, 2016 – Уральск.- С.35-40

REFERENCES

1 Nikiforov I.A., Kuzmina R.I. Dispersnyy kremnezom: sorbent i katalizator // Kataliz v neftekhimii i ekologii - Saratov: SGAP, – 1999. – S. 135-143

2 Tarasevich YU.I. Prirodnyye sorbenty v protsessakh ochistki stochnykh vod.- Kiyev: Nauk. dumka, – 1981. – S. 208 .

3 Kondrashova A.V., Kuzmina R.I. Fiziko-khimicheskiye i adsorbtsionnyye svoystva opoki i primeneniye yeyo v ochistke stochnykh vod // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. – 2017. – № 6. – S. 94.

4 Kondrashova A.V., Kuzmina R.I. Adsorbtsionnyye issledovaniya dispersnogo kremnezoma – opoki // Uspekhi sovremennoy nauki i obrazovaniya. – 2016, – № 7-1 Kondrashova A.V., Kuzmina R.I. Opredeleniye termicheskoy ustoychivosti dispersnogo kremnezoma // Uspekhi sovremennoy nauki. – 2017. – Т. 2., № 8. – S. 41-47.

5 Kuz'mina, R.I. Fiziko-khimicheskiye svoystva prirodnogo kremnezoma – opoki /

6 R.I. Kuz'mina, A.V. Kondrashova // Izvestiya Saratovskogo universiteta. Seriya Khimiya. Biologiya. Ekologiya. – 2012. – № 3. – S. 37-40.

7 Kondrashova A.V. Prirodnaya opoka v adsorbtsionnoy ochistke // Innovatsionnyy tsentr obrazovaniya i nauki – 2015.

8 Distanov U.G., Konyukhov T.P. Mineral'noye syr'ye. Sorbenty prirodnyye. - M.: ZAO«Geoinformmark», – 1999. – S.42 .

9 Kondrashova A.V. Khimicheskaya aktivatsiya dispersnogo kremnezema – kolby // Inzhenernyyvestnik Dona. – 2019. – № 1. – S. 52.

10 Kondrashova A.V. Sorbtsiya kationov metallov na opoke / A.V. Kondrashova // Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Vavilovskiyechteniya-2009», chast' 1, Saratov: OOO Izdatelstvo «KUBiK». – 2009. – S. 33-35.

11Kurtukova L.V. Somin V.A. Komarova L.F. Issledovaniya po udaleniyu iz vody soley zhestkosti s primeneniym sorbentov na osnove mineral'nykh volokon i bentonitovykh glin // Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya. – 2011. - № 12. – S. 29.13 Kondrashova A.V. Chemical activation of dispersed silica – flask // Engineering Bulletin of the Don. – 2019. – №. 1. – P. 52.

12 Kondrashova A.V. Khimicheskaya aktivatsiya dispersnogo kremnezoma – opoki // Inzhenernyy vestnik Dona. – 2019. – № 1. – S. 52.

13 Pershin V.F., Burakov A.Ye., Vorobyev A.M., Pershina S.V., Montayev S.A., Taskaliyev A.T., Montayeva N.S., Montayeva A.S. Perspektivy proizvodstva sorbentov i fil'trov na osnove opok mestorozhdeniy Kazakhstana, modifitsirovannykh uglerodnymi nanomaterialami // Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya. – 2014. – № 2. – S. 52.

14 Issledovaniya keramicheskoy kompozitsii v sisteme opoka – montmorillonitovaya glina – uglerod dlya sozdaniya prirodnogo sorbenta dlya fil'tratsii i ochistki vody / S.A. Montayev, A.S. Montayeva, A.T. Taskaliyev, N.B. Adilova, N.S. Montayeva // S-P.: Nauchnyy zhurnal «Globus», 2016. – S. 73–78.

15 Mikhailova O.A. Technologies of chemical activation of natural mineral sorbents / Disser. Candidate of Technical Sciences. – Kazan. - 2007. – 148 p.

16 Kalinin, V. O. The use of carbon fiber sorbents for the purification of aqueous solutions / V. O. Kalinin, A.D. Dmitrieva, A. L. Evdokimov, N. P. Morgun. — The text is direct // Young scientist. — 2017. — № 2.1 (136.1). — Pp. 11-14.

19 Zharylgapov S.M., Uzakbaev Zh.A., Urazgaliev E.T. Analysis of the chemical and mineralogical composition of the structural composition of opok // Science and Education, 2016 – Uralsk.- pp.35-40

ТҮЙІН

Қазіргі уақытта физикалық-химиялық әдістер, атап айтқанда сорбция процестері ауыз су мен шаруашылық мақсаттағы суларды ерекше ластанудан тазартудың ең тиімді әдістерінің бірі болып танылды. Табиғи және жасанды материалдар адсорбент ретінде қолданылады. Өнеркәсіп шығаратын адсорбенттер белгілі бір стандартты көрсеткіштерді қанағаттандыруы керек, соның ішінде тозу беріктігі, сорбциялық сыйымдылық және т. б.

Жұмыста БҚО - ның "Тасқала" кен орнының кремнийлі жынысы-опокасы бойынша талдау деректері келтірілген, атап айтқанда физика-механикалық сипаттамалары келтірілген, сорбциялық сыйымдылықты, мұнай өнімдерінің адсорбциясын анықтауға талдаулар жүргізілген және Anton Paar quantachrome Poremaster 60 сынап порозиметріндегі сынап порометриясы әдісімен қуыс кеңістіктің құрылымын зерттеу орындалған.

Опока сорбентін практикалық қолдану нәтижелері оның көмегімен қоршаған ортаны қорғау саласындағы пісіп-жетілген проблемалардың едәуір санын шешуге, өндірістік және тұрмыстық ағынды суларды тазарту құнын төмендетуге және тиімділігін арттыруға, суды дайындау сапасын жақсартуға болады деп сеніммен айтуға мүмкіндік береді.

УДК 504.7:378.6:622 (470.57-25)
МРНТИ 87.15.21, 87.15.15

Белан Л. Н., доктор геолого-минералогических наук, профессор, **основной автор**, <https://orcid.org/0000-0003-3098-7881>

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г.Уфа, ул.Космонавтов, д.1, 450064, Республика Башкортостан, ctdklimat@mail.ru

Туктарова И.О., кандидат технических наук, доцент, <https://orcid.org/0000-0003-4731-1394>

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г.Уфа, ул.Космонавтов, д.1, 450064, Республика Башкортостан, ctdklimat@mail.ru

Бахтиярова Р.С., кандидат технических наук, <https://orcid.org/0000-0002-2189-4539>

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г.Уфа, ул.Космонавтов, д.1, 450064, Республика Башкортостан, ctdklimat@mail.ru

Арасланова Л.Х., ст.преподаватель, <https://orcid.org/0000-0003-1273-0927>

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г.Уфа, ул.Космонавтов, д.1, 450064, Республика Башкортостан, ctdklimat@mail.ru

Belan L. N., Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, main author, <https://orcid.org/0000-0003-3098-7881>

Ufa State Petroleum Technical University, Ufa, Kosmonavtov str., 1, 450064, Republic of Bashkortostan, ctdklimat@mail.ru

Tuktarova I.O., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0003-4731-1394>

Ufa State Petroleum Technical University, Ufa, Kosmonavtov str., 1, 450064, Republic of Bashkortostan, ctdklimat@mail.ru

Bakhtiyarova R.S., Candidate of Technical Sciences, <https://orcid.org/0000-0002-2189-4539>

Ufa State Petroleum Technical University, Ufa, Kosmonavtov str., 1, 450064, Republic of Bashkortostan, ctdklimat@mail.ru

Araslanova L.H., senior lecturer, <https://orcid.org/0000-0003-1273-0927>

Ufa State Petroleum Technical University, Ufa, Kosmonavtov str., 1, 450064, Republic of Bashkortostan, ctdklimat@mail.ru

**ОБ ОПЫТЕ РЕАЛИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИЙ
ДЕКАРБОНИЗАЦИИ В УФИМСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ НЕФТЯНОМ
ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
ABOUT THE EXPERIENCE OF IMPLEMENTING RESEARCH IN THE FIELD OF
DECARBONIZATION TECHNOLOGIES AT UFA STATE PETROLEUM TECHNICAL
UNIVERSITY**

Аннотация

О реализации пилотного проекта Российской Федерации по созданию карбонового полигона в Республике Башкортостан, где создан Евразийский карбоновый полигон, функции оператора которого возложены на ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет».