

УДК:546.623:591.272(575) (04)

Мурзубраимов Бектемир Мурзубраимович

д.х.н., профессор, зав. лаборатории переработки минерального
и органического сырья Института химии и фитотехнологии НАН КР

Мурзубраимов Бектемир Мурзубраимович

х.и.д., профессор, минералдык жана органикалык сырьену
кайра иштетүү лабораториясынын башчысы, КР УИАнын
Химия жана фитотехнология институту

Murzubraimov Bektemir Murzubraimovich

Doctor of Chemical Sciences, Professor, Head of laboratories for processing mineral
and organic raw materials of the Institute of Chemistry and Phytotechnology
of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

Кочкорова Зарина Бекмырзаевна

кандидат химических наук, старший научный сотрудник,
Института химии и фитотехнологии НАН КР

Кочкорова Зарина Бекмырзаевна

х.и.к., улук илимий кызматкер, КР УИАнын Химия жана фитотехнология институту

Kochkorova Zaripa Bekmyrzaevna

Candidate of Chemical Sciences, Senior Researcher, Institute of Chemistry
and Phytotechnology of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic

Калчаева Бурул Шаршеналиевна

старший научный сотрудник, Института химии и фитотехнологии НАН КР

Калчаева Бурул Шаршеналиевна

КР УИАнын Химия жана фитотехнология институтунун улук илимий кызматкери

Kalchaeva Burul Sharshenaliyevna

Senior Researcher, Institute of Chemistry and Phytotechnology of the National Academy
of Sciences of the Kyrgyz Republic

Айталиева Мукарам Маматовна

научный сотрудник, Института химии и фитотехнологии НАН КР

Айталиева Мукарам Маматовна

КР УИАнын Химия жана фитотехнология институтунун илимий кызматкери

Aitalieva Mukaram Mamatovna

Researcher, Institute of Chemistry and Phytotechnology of the National Academy
of Sciences of the Kyrgyz Republic

**СОРБЕНТЫ ИЗ ВСКРЫШНОЙ ПОРОДЫ УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
КАРА-КЕЧЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНОЙ ВОДЫ**

**КӨМҮР КЕНИНДЕГИ ТАШТАНДЫ ПОРОДАДАН АЛЫНГАН СОРБЕНТ
САРКЫНДЫ СУУЛАРДЫ ТАЗАЛОО ҮЧҮН КОЛДОНУУ**

**SORBENTS FROM THE OPENING ROCK OF THE KARA-KETCHE
COAL DEPOSIT FOR WASTEWATER TREATMENT**

Аннотация. Проведено исследование по активированию вскрышной породы угольного месторождения путем спекания с серной кислотой, последующего обжига спека при температуре 550°C и дальнейшая обработка кислотой. Показано, что активирование вскрышной породы обуславливает повышение адсорбционной активности по отношению

метиленовому синему в 1,6 раза, а по отношению кислотным красителям, как к метиловому оранжевому снижает адсорбционную активность в 1,4-2,4 раза. Выявлено, что суммарный объем пор и удельная поверхность у активированных образцов в 3,6 раза и 1,6 раза, соответственно, больше по сравнению исходной вскрышной породы. Показана возможность использования полученного сорбента и коагулянта для очистки хозяйственно-бытовой сточной воды.

Ключевые слова: вскрышная порода, активирование, спекание, термическая кислотная обработка, серная кислота, адсорбционная активность, суммарный объем пор, удельная поверхность, сточная вода.

Аннотация. Күкүрт кислотасы менен куйкумдоо, алынган куйкумду 550°C температурада күйгүзүү жана андан ары кислота менен иштетүүнүн негизинде көмүр кениндеги үстүнкү катмардагы калдыктарды активтештирүү боюнча изилдөөлөр жүргүзүлдү. Көмүр камтыган калдыктарды активтештирүү анын метил көк боегуна болгон адсорбциялык активдүүлүгүн 1,6 эсеге, ал эми метил кызгылт сары сыяктуу кычкыл боего карата адсорбциялык активдүүлүгүн 1,4-2,4 эсеге төмөндөшүнө алып келери көрсөтүлдү. Активдештирилген үлгүнүн жалпы тешикчесинин көлөмү жана салыштырма бетинин аянты баштапкы көмүр камтыган калдыкка карата 3,6 жана 1,6 эсеге, ылайык, көп экендиги аныкталды. Алынган сорбенти жана коагулянтты чарбалык-тиричилик саркынды сууларды тазалоо үчүн колдонуу мүмкүнчүлүгү көрсөтүлдү.

Негизги сөздөр: көмүр камтыган таштандылар, активдештирүү, күйгүзүү, термикалык жана кислоталык иштетүү, күкүрт кислотасы, адсорбциялык активдүүлүгү, тешикчелердин суммардык жалпы көлөмү, салыштырма аянты, саркынды суулар.

Abstract. A study was conducted on the activation of overburden rock from a coal deposit by sintering with sulfuric acid, followed by firing at a temperature of 550°C and further treatment with acid. It was shown that the activation of overburden rock increases the adsorption activity of methylene blue by 1.6 times, while it reduces the adsorption activity of methyl orange by 1.4-2.4 times. It was found that the total pore volume and specific surface area of the activated samples are 3.6 times and 1.6 times, respectively, greater than those of the initial overburden rock. The possibility of using the obtained sorbent and coagulant for the treatment of household wastewater has been demonstrated.

Keywords: overburden rock, activation, sintering, thermal acid treatment, sulfuric acid, adsorption activity, total pore volume, specific surface area, wastewater.

Известны ряд угольных месторождений, такие как Сулюкта, Кызыл-Кия, Кок-Жангак, Таш-Кумыр, Мин-Куш, Кара-кече и др. Одним из крупнейших является Кара-кечинское месторождение бурного угля. Уголь добывается открытым способом. Его угольные запасы составляют 312,6 млн тонн, что составляет 23,3% запасов Кыргызской Республики [1].

В настоящее время в связи с масштабной добычей угля в Кара-Кеченском угольном бассейне ежегодно растут объемы вскрышных пород, являющихся отходом угольного производства оказывая негативные воздействия на окружающую среду. В связи с этим в последнее время нами ведутся исследовательские работы по разработке

научно-обоснованных методов переработки вскрышных пород угольного месторождения Кара-Кече, результаты некоторых работ опубликованы в работах [2-4].

В работе [4] опубликованной ранее рассмотрены результаты изучения адсорбционных свойств вскрышной породы и ее активированных образцов. С целью увеличения пористо-структурных свойств вскрышной породы продолжались исследовательские работы по нахождению более эффективного способа ее активирования.

Активирование вскрышной породы произведено, путем спекания с серной кислотой, последующего обжига спека при температуре 550°C и дальнейшее активирование кислотой. Полученный

спек вскрышной породы подтверждается термической обработке при температуре 550°C в муфельной печи (СНОЛ 1.6. 2,51 (11 и 2) в течение 1,5 часов, в дальнейшем активировался раствором серной кислоты по методике, описанный в работе [4].

Проведены эксперименты по установлению оптимальной концентрации серной кислоты и времени активации вскрышной породы кислотой исходя из дан-

ных по определению содержания алюминия и железа в растворах, полученных после кислотной обработки обожженной вскрышной породы. Определение содержания иона Al_3^+ комплексонометрическим методом [5], ионы Fe_3^+ фотометрическим [6].

На рис. 1 и 2 представлены зависимость степени извлечения оксида алюминия и железа от концентрации кислоты и времени кислотной обработки в процессе активирования в вскрышной породе

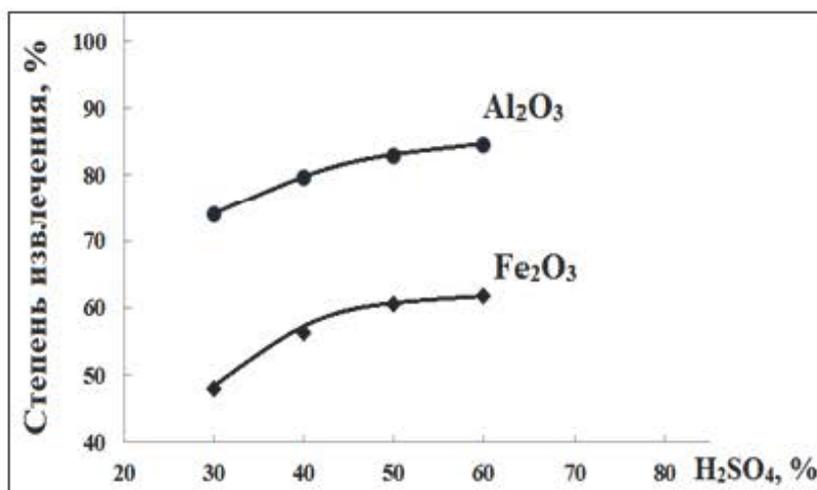


Рис. 1. Влияние концентрации серной кислоты на степень извлечения Al_2O_3 и Fe_2O_3 из спек вскрышной породы

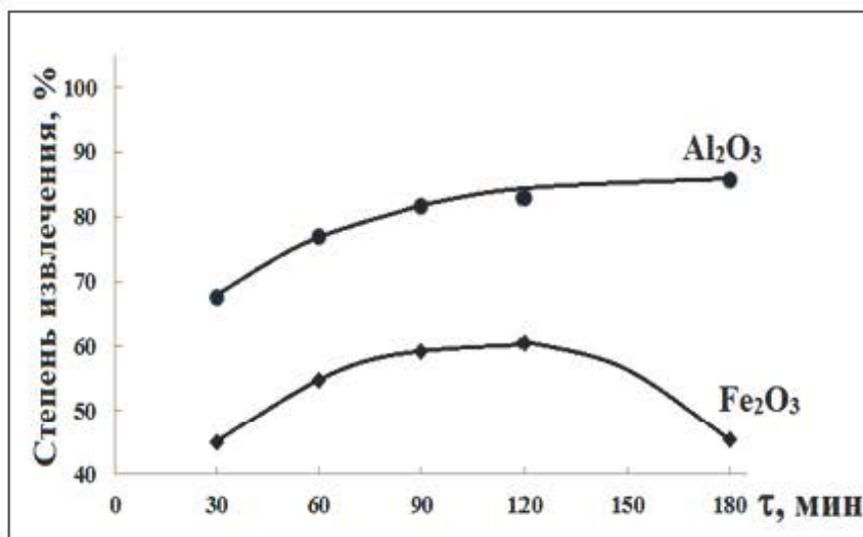


Рис. 2. Влияние времени обработки на степень извлечения Al_2O_3 и Fe_2O_3 из спек вскрышной породы при выщелачивании его серной кислотой

Из рисунка 1 следует, что при концентрации серной кислоты в пределах от 20 до 45% наблюдается увеличение содержания алюминия и железа в растворе и при концентрации кислоты 50-60% происходит максимальное извлечение их в раствор, где содержание алюминия и железа в пересчете на оксиды составляет 79,6-83,3% и 58,0-61,8%, соответственно.

Изучение влияния продолжительности кислотной обработки на процесс активирования вскрышной породы (рис.2) показывает, что после 90 минутной кислотной обработки содержание алюминия и железа в растворе мало меняется, где степень извлечения Al_2O_3 и Fe_2O_3 достигает 81,7 и 59,2%, соответственно.

Получены активированные образцы вскрышной породы (ВП) путем спекания (СП), обжига (ОБ), обработки серной кислотой с концентрацией за 30 и 50% при температуре 98-100°C в течение 1,5 часов и промытый (П) следующим обозначением: ВП-СП-ОБ- $H_2SO_4(30)$ и ВП-СП-ОБ- $H_2SO_4(50)$, а также образец ВП-СП-ОБ- $H_2SO_4(50)$ -НП (непромытый).

Для установления сорбционно-структурных характеристик исходных и активированных образцов вскрышной породы определена их адсорбционная активность по отношению к красителям метиленовому синему (МС) и метиленовому оранжевому (МО) по методике, описанной в работе [7,8], суммарной объем пор по адсорбции паров бензола в статических условиях [9] и удельная поверхность по адсорбции МС из водного раствора [10].

Результаты исследования адсорбционных свойств исходной вскрышной породы и ее активированных образцов (табл.1) показывают, что активирование вскрышной породы путем спекания, обжига и обработкой серной кислотой обуславливает повышение адсорбционной активности по отношению МС в 1,6 раза, а по отношению кислотным красителем, как МО адсорбционная активность снижается в 1,4-2,4 раза. Суммарный объем пор и удельная поверхность у активированных образцов соответственно в 3,6 и 1,6 раза больше по сравнению с исходной вскрышной породой.

Таблица 1. Адсорбционные свойства вскрышной породы и ее активированных образцов

Образцы	Адсорбционная активность красителям, мг/г		Суммарный объем пор образцов, V_{Σ} , см ³ /г	Удельная поверхность образцов, S, м ² /г
	МС	МО		
ВП	26,67	49,17	0,07	62,1
ВП-СП- $H_2SO_4(30)$ -П	21,33	38,75	0,11	79,0
ВП-СП-ОБ- $H_2SO_4(30)$ -П	42,53	34,61	0,25	98,8
ВП-СП-ОБ- $H_2SO_4(50)$ -П	42,09	20,85	0,27	101,1

Одним из путей реализации адсорбентов является использование их в адсорбционных процессах по очистке сточных вод. Достоинством адсорбционного метода очистки является возможность очищение несколько веществ одновременно, также, извлеченные из сточных вод вещества утилизируются вместе с адсорбентом. Кроме того, адсорбционный метод очистки сточных вод позволяет очищать от присутствующих за-

грязняющих органических веществ (белки жиры, красители и др.) до предельно допустимых концентраций [11-13].

Нами проведены опытные лабораторные испытания по использованию активированного сорбента (ВП-СП-ОБ- $H_2SO_4(50)$ -П) и коагулянта (ВП-СП-ОБ- $H_2SO_4(50)$ -НП) в очистке хозяйственно-бытовых сточных вод ПЭУ «Бишкек-водоканал». Опытные испытания про-

изведены в лаборатории службы водоотведения ПЭУ «Бишкекводоканал». Сточные воды отобраны после механической очистки. Очистка сточной воды произведена контактным способом при этом время перемешивания сточной воды с исследуемыми образцами была 30 мин., время отстаивания суспензии – 2 часа и соотношение твердой и жидкой фазы (Т:Ж) в процессе очистки составляла 1:300

при использовании образца (ВП-СП-ОБ- $H_2SO_4(50)$ -П) и использовании коагулянта (ВП-СП-ОБ- $H_2SO_4(50)$ -НП) соотношение Т:Ж – 1:1000.

Определение показателей хозяйственно-бытовой сточной воды до и после очистки исследуемыми образцами вскрышной породы произведен в лаборатории службы водоотведения «Бишкекводоканал». Результаты определений показателей сточных вод до и после очистки приведены в табл. 2.

Таблица 2. Показатели хозяйственно-бытовой сточной воды до и после адсорбционной очистки активированным сорбентом и коагулянтом, полученных по основе вскрышной породы

№	Показатели сточной воды	Адсорбент ВП-СП-ОБ- $H_2SO_4(50)$ -П		Коагулянт ВП-СП-ОБ- $H_2SO_4(50)$ -НП	
		До очистки	После очистки	До очистки	После очистки
1	2	3	4	5	6
1	Температура воды, °С	18,6	22,3	17,9	18,9
2	Прозрачность воды, см	3,5	2,5	4,0	28,5
3	Перманганатная окисленность, мг/л	20,6	11,8	20,8	7,1
4	Химическое потребление кислорода (ХПК), мг/л	142,8	82,8	149,2	44,0
5	Биохимическое потребление кислорода (БПК ₅), мг/л	78,4	32,6	83,3	34,7
6	Азот аммонийный, мг/л	14,60	15,40	13,50	12,40
7	Азот нитритный, мг/л	0,215	0,215	0,298	0,268
8	Азот нитратный, мг/л	0,3	1,00	1,00	1,60
9	Хлориды, мг/л	-	-	-	-
10	Хром V ₁ валентный (Cr ⁶⁺)	необ.	необ.	необ.	необ.
11	pH воды	7,50	7,49	7,72	6,93
12	Взвешенные вещества, мг/л	87,0	36,5	28,5	5,0

Примечание: необ. – не обнаруживается

Из таблицы 2 следует, что процесс адсорбционной очистки сточной воды с использованием активированного сорбента позволяет улучшить показатели сточной воды. Такие как перманганатная

окисляемость и химическое потребление кислорода (ХПК) уменьшается в 1,7 раза, биохимическое потребление кислорода (БПК₅) и взвешенных веществ в 2,4 раза, соответственно.

Лучше результаты очистки хозяйственно-бытовой сточной воды получается при использовании коагулянта на основе вскрышной породы. В процессе адсорбционной очистки сточной воды полученным коагулянтом перманганатная окисляемость сточной воды снижается в 2,9 раза, ХПК и БПК₅ в 3,4 и 2,4 раза, соответственно, взвешенных веществ в воде в 5,7 раза, а прозрачность увеличивается в 7,1 раза. Эти данные свидетельствуют о том, что в процессе адсорбционной очистки хозяйственно-бытовой сточной воды в основном происходит удаление легко окисляемых неорганических и органических веществ.

Азот аммонийный, азот нитритный, азот нитратный и хлоридов сточной воде до и после очистки практически одинаково. Это указывает на то, что в процессе очистки сточной воды азот и хлорсодержащие вещества не взаимодействуют с поверхностью сорбента и коагулянта, полученного из вскрышной породы. Таким образом, из изложенного можно заключить, что на основе вскрышной породы угольного месторождения можно получить сорбент и коагулянт, используемые в процессе адсорбционной очистки бытовых сточных вод.

Благодарность: выражаем благодарность сотрудникам лаборатории службы водоотведения ПЭУ «Бишкекводоканал» за помощь при проведении эксперимента по анализу показателей сточной воды.

Литература

1. Камчибеков Д.К. Состояние и перспективы развития угольной промышленности Кыргызстана. – Б.: Наси. 2003. – 248с.
2. Мурзубраимов Б.М., Кочкорова З.Б., Калчаева Б.Ш., Маразыкова Б.Б., Тыналиева К.Т. Исследование возможности получения оксида алюминия из вскрышной породы // E-Scio [Электронный ресурс]: Электронное периодическое издание «E-Scio.ru». Химические науки. – 2020. – № 9(48). – С. 447-454. – Эл № ФС77-66730. Режим доступа: <http://e-scio.ru/wp-tent/uploads/2020/09>.
3. Кочкорова З.Б., Маразыкова Б.Б., Тыналиева К.Т. Азотно- и солянокислотный способ вскрытия вскрышной породы угольного месторождения Кара-Кече // Известия НАН КР. – 2023. – №1. – С. 144-148.
4. Мурзубраимов Б.М., Кочкорова З.Б., Калчаева Б.Ш., Мамытбекова Ж. Активирование вскрышной породы методом спекания в присутствии серной кислоты // Известия НАН КР. – 2023. – № 1. – С. 171-177.
5. Сочеванова М.М. Ускоренный анализ горных пород с применением комплексметрии. – М.: Наука, 1969. – 160 с.
6. Сендал Е. Комплексометрические методы определяли следов металлов. – М.: Изд. Мир, 1964. 904 с.
7. ГОСТ 4453-74. Уголь активный осветляющий древесный порошкообразный. – М.: Издательство стандартов. 1993. С.21.
8. Берлин Т.С. Определение емкости поглощения глин с помощью органических красителей. Механизм адсорбции метиленового голубого и метилвеолета на глинах // Материалы совещание: Исследование и использование глин. Львов. Изд-во: Львовского университета. 1958. – С. 795-801.
9. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. – М.: Химия. 1984. – 591 с.
10. Тарасевич Ю.И., Поляков В.Е., Климова Г.М., Панасевич А.А. Исследование сорбции метиленового голубого на слоистых силикатных // Украинский химический журнал. 1979. – Т.45. – №5. – С. 420-424.
11. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. / А.Д. Смирнов. – Л., Химия. 1982. – 168с.
12. Когановский А.М., Клименко Н.А. и др. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении. – М.: Химия. 1983. – 288с.
13. Николаева Л.А., Голубчиков М.А. Адсорбционная очистка промышленных сточных вод от нефтяных продуктов модифицированным карбонатным шламом. Казань. -2018. 100с.