

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЛАНЦЕВОГО ШУНГИТА ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД РАЗЛИЧНОГО ТЕХНОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Мусина У.Ш.

*Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан (050013, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22), e-mail: 07061960@mail.ru*

В статье показаны результаты по изменению микробиоценоза в сточной воде различного техногенного происхождения при их очистке с использованием сланцевого шунгита. Исследования были основаны на применении визуальных, химических и микробиологических методов. Визуальная оценка показала, что для осветления сточных вод требуется 14–21 день. Так, при проведении визуальной оценки было показано, что мутность воды сохранилась в пробах с нефтезагрязненной и промливневой сточной водой, тогда как в опытах с шахтной водой проба была прозрачной уже на 14 день эксперимента. Общая минерализация сточных вод повышается от 12,4 % (нефтезагрязненная сточная вода) до 26,2 % (промливневая сточная вода). Использование сланцевого шунгита благоприятно влияет на процесс очищения нефтезагрязненной сточной воды от меди (85,1 %) и цинка (16,7 %); шахтной воды от меди (53,8 %), цинка (94,9 %) и свинца (93,3 %); промливневой сточной воды от магния (89,7 %) и титана (98 %). Использование сланцевого шунгита для очистки сточных вод влияет на общую микробиологическую обсемененность по-разному, в одних случаях происходит активизация роста, в других – подавление или рост остается без изменения.

Ключевые слова: сточная вода, сланцевый шунгит, тяжелые металлы, сорбционно-микробиологический метод очистки, колониеобразующая единица.

## ECOLOGICAL PROPERTIES OF SHALE SHUNGIT IN CLEANING WASTE WATER OF DIFFERENT TECHNOGENIC ORIGIN

Musina U.S.

*Kazakh National research Technical University after K.I. Satpayev, Kazakhstan (050013 Almaty, Satpayev str., 22), e-mail: 07061960@mail.ru*

In The article shows the results of changing microbiocenosis in the waste water various technogenic origin at their purification using taurit shale shungit. The studies were based on the use of visual, chemical and microbiological methods. Visual assessment showed that the for clarification of waste water required 14 - 21 days. Thus, visual assessment showed that the turbidity of the water retained in the samples from the oily waste water and industrial sewage water, while in experiments with mine water sample was transparent already on day 14 of the experiment. The total mineralization of wastewater increases from 12.4 % (oil-contaminated waste water) to 26.2 % (industrial wastewater). Using Taurit shale schungite favorably affect the process of cleansing the oil-polluted wastewater from the copper (85.1 %) and zinc (16.7%); mine water from copper (53.8%), zinc (94.9 %) and lead (93.3 %); industrial wastewater from magnesium (and 89.7%) and titanium (98%). Using Tauritshungite shale wastewater treatment affect the overall microbiological activity in different ways, in some cases activates growth, the other - suppression of growth or remains unchanged.

Keywords: waste water, taurit shale shungit, heavy metals, sorption and microbiological method of cleaning, colony forming unit.

Хотя адсорбционные методы и являются широко практикуемыми методами очистки воды, но большинство применяемых сорбентов имеют общеизвестные недостатки, основные из которых – это ограниченность сырьевой базы, сравнительно незначительный срок службы, высокая стоимость вследствие многостадийности процессов их изготовления и значительным расходом дорогостоящих реагентов [6].

Исследования, отраженные в работах [2–5], свидетельствуют, что шунгитовая углеродосодержащая порода благодаря своим особенностям (содержат до 30 % углерода,

имеют богатый минеральный состав), свойствам (химическая стойкость, высокая прочность и плотность, электропроводность) и способностям (природный адсорбент, природный фильтр, нейтрализатор плохого запаха и привкуса, обесцвечивает и насыщает воду кислородом и минеральными веществами) широко применяется в различных отраслях промышленности (например, при изготовлении резинотехнических, строительных материалов), в экологии (например, качественная очистка природных и сточных вод), а также в медицине, т.к. дополнительно обладают бактерицидными, антиоксидантными и лечебными свойствами.

Цель исследования – изучение экологических свойств сланцевого шунгита при очистке сточных вод различного техногенного происхождения.

**Объект и методика исследований.** Объектом исследования послужили отобранные пробы: нефтезагрязненных сточных вод месторождения Кумколь Кызылординской области, шахтной воды из «Тишинского Рудника РГОК» и промливневой сточной воды АО «Усть-Каменогорский титаномагниевого комбинат» Восточно-Казахстанской области.

Модельный эксперимент выполнялся в трех вариантах, каждый вариант имел три повторности и длился 14 дней (на 200 мл испытуемой сточной воды использовали 10 г стерильного сланцевого шунгита).

Тестирование результатов эксперимента осуществляли с применением визуальных, химических [8], микробиологических [7] и статистических [1] методов анализа.

**Результаты и обсуждение.** Вследствие присутствия в испытуемых сточных водах техногенных примесей различного происхождения поведение карбонатного и сланцевого шунгитов существенно различались. Так, при проведении визуальной оценки было отмечено, что мутность воды сохранилась в пробах с нефтезагрязненной и промливневой сточной водой, тогда как в опытах с шахтной водой проба была прозрачной. Также следует отметить, что в толще нефтезагрязненной воды дополнительно содержались мелкодисперсные частицы шунгита. Согласно полученным результатам можно предположить, что для осветления нефтезагрязненной и промливневой сточной воды установленное время было недостаточным.

На рисунке 1 показаны результаты по солесодержанию испытуемых сточных вод.

Как видно из рисунка 1, согласно показаниям TDS-метра, общая минерализация при использовании сланцевого шунгита претерпела после эксперимента по вариантам опыта следующие изменения: для всех вариантов наблюдается повышение общей минерализации от 12,4 % (нефтезагрязненная сточная вода) и 19,9 % (шахтная вода) до 26,2 % (промливневая сточная вода).

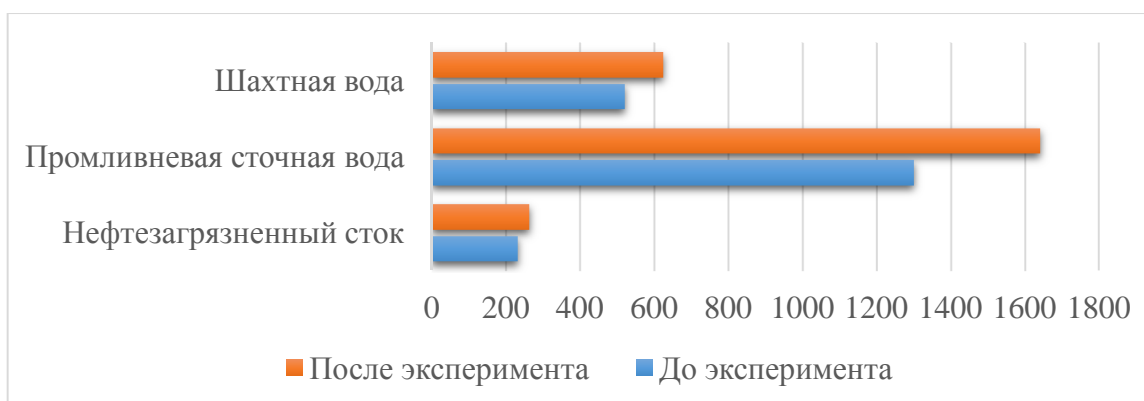


Рис.1. Солеисодержание сточных вод, мг/л

В таблице 1 представлены результаты, полученные от химического анализа исследуемых сточных вод до и после эксперимента.

**Таблица 1**

Химический анализ сточной воды

Техногенное происхождение сточных вод	Этап эксперимента	Массовая доля определяемых элементов, мг/л						
		Cu	Zn	Pb	Mg	Ti	Cl	SO <sub>4</sub>
Нефтезагрязненный сток	до	0,047	0,006	0,008	-	-	-	-
	после	0,007	0,005	0,015	-	-	-	-
Шахтная вода	до	0,013	0,353	0,150	-	-	-	420,0
	после	0,006	0,018	0,001	-	-	-	481,57
Промливневая сточная вода	до	-	-	-	307,53	0,49	674	100,0
	после	-	-	-	31,55	<0,01	700	106,19
ПДК <sub>рыб-хоз</sub>		0,001	0,01	0,006	40	0,06	300	100

Как видно из таблицы 1, химические показатели сточной воды по исследуемым элементам в зависимости от техногенного происхождения претерпели, благодаря действию сланцевого шунгита, следующие изменения:

- для нефтезагрязненной сточной воды содержание меди по сравнению с результатами, полученными до постановки эксперимента, снизилось на 85,1 %, цинка на 16,7 %, а свинца, наоборот, увеличилось на 46,7 %;

- для шахтной воды содержание исследуемых элементов снизилось на 53,8 % (медь), 94,9 % (цинк) и 93,3 % (свинец);

- для промливневой сточной воды содержание магния после эксперимента сократилась на 89,7 %, титана – на 98 %, хлора, наоборот, увеличилось на 3,9 %.

Дополнительно, шахтная и промливневая сточная вода была исследована на наличие сульфатов. Как показано в таблице 1, их содержание после эксперимента увеличилось соответственно на 14,7 % и 6,2 %.

Следовательно, данный тип композита, вероятно, способствует для испытуемых стоков, с одной стороны, уменьшению содержания магния и титана, с другой – увеличению содержания хлора и сульфатов. Поведение свинца в сточной воде, как показали результаты

опыта, зависит от техногенного происхождения сточной воды, т.к. если в нефтезагрязненной воде содержание данного элемента под действием сланцевого шунгита увеличилось на 46,7 %, то в шахтной воде, наоборот, снизилось на 93,3 %.

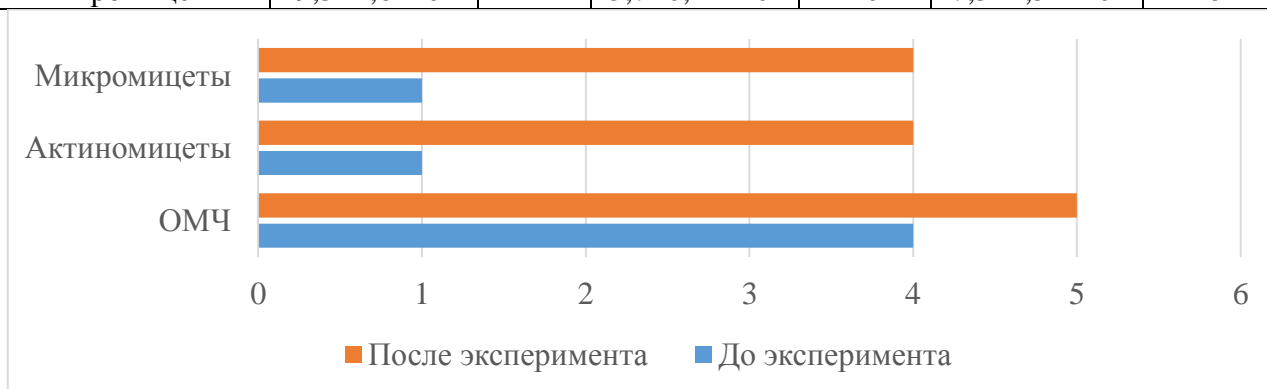
На следующем этапе были проведены микробиологические исследования, где в сравнении осуществлен анализ скорости роста исследуемых культур до и после эксперимента. Для изучения микробиологической активности испытуемых объектов были использованы стандартный агар для определения ОМЧ и селективные питательные среды, предназначенные для обнаружения колиморфных бактерий, актиномицетов и микромицетов.

В таблице 2 показан количественный учет микроорганизмов в пробах сточной воды различной техногенной природы, а на рисунке 2 представлены результаты по микробиологической обсемененности в сравнительном аспекте до и после проведенного опыта.

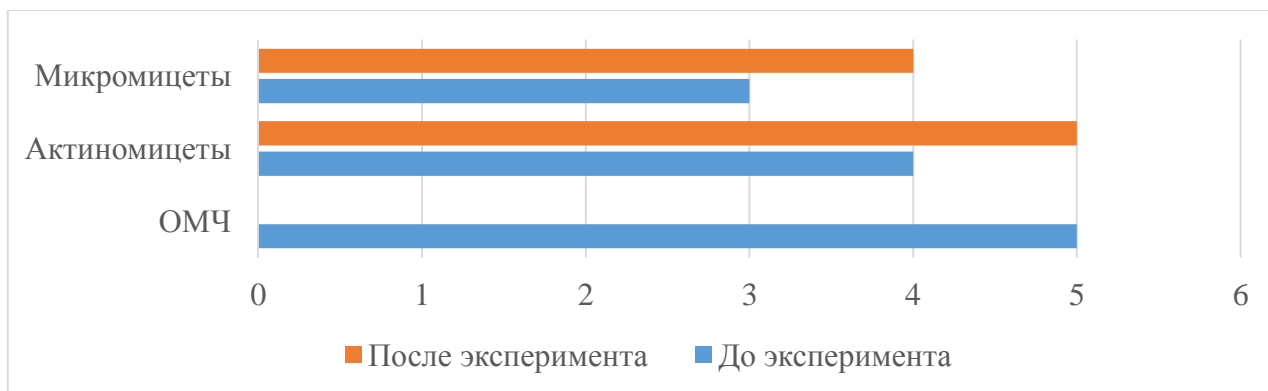
**Таблица 2**

Количественный учет микроорганизмов в пробах сточной воды различной техногенной природы

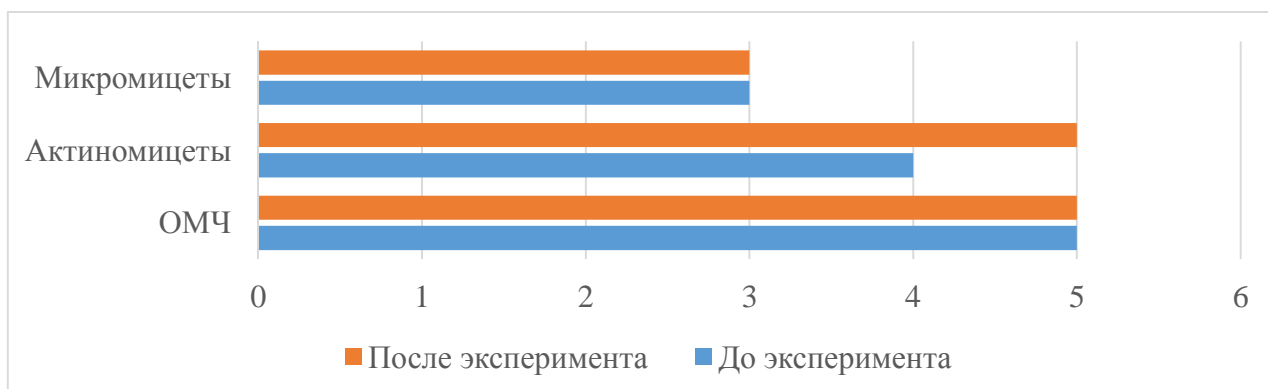
Обсемененность, КОЕ/мл	Техногенная природа проб сточной воды					
	Нефтезагрязненный сток		Шахтная вода		Промливневая сточная вода	
	$\bar{X} \pm m_{\bar{X}}$	C <sub>v</sub> , %	$\bar{X} \pm m_{\bar{X}}$	C <sub>v</sub> , %	$\bar{X} \pm m_{\bar{X}}$	C <sub>v</sub> , %
ОМЧ гетеротрофных микроорганизмов	$2,7 \pm 0,4 \times 10^5$	21	-	-	$2,3 \pm 0,9 \times 10^5$	54
Актиномицеты	$5,0 \pm 1,4 \times 10^4$	40	$6,3 \pm 2,2 \times 10^5$	49	$5,7 \pm 1,5 \times 10^5$	36
Микромицеты	$9,3 \pm 1,6 \times 10^4$	24	$5,7 \pm 0,4 \times 10^5$	10	$7,3 \pm 1,5 \times 10^3$	28



*а) нефтезагрязненные сточные воды месторождения Кумколь Кызылординской области*



*б) шахтная вода «Тишинского Рудника РГОК» Восточно-Казахстанской области*



*в) промливневая сточная вода АО «Усть-Каменогорский титаномагниевого комбинат»*

*Рис.2. Количественный учет микроорганизмов до и после постановки эксперимента, уровень разведения*

Как видно из таблицы 2, при очистке сточных вод сланцевым шунгитом микробиологическая обсемененность существенно различается в зависимости от техногенного происхождения стоков.

Так, в нефтезагрязненных сточных водах месторождения Кумколь Кызылординской области рост колоний на твердом питательном агаре ОМЧ был обнаружен уже через 24 часа культивирования на пятом уровне разведения, тогда как для актиномицетов и микромицетов – на четвертом уровне разведения, но только через 72 и 48 часов культивирования соответственно.

При сравнении с обсемененностью до эксперимента мы видим (рисунок 2), что микробиологическая активность, благодаря действию сланцевого шунгита, усиливается существенно. Так, по ОМЧ на один уровень разведения (с четвертого уровня разведения перед опытом до пятого уровня разведения после опыта), по микромицетам и актиномицетам на три уровня разведения (со второго уровня разведения перед опытом до четвертого уровня разведения после опыта).

В опыте с промливневой сточной водой Усть-Каменогорского титано-магниевого комбината рост колоний на твердом питательном агаре по ОМЧ и актиномицетам был

обнаружен уже на пятом уровне разведения, только в первом случае результат был зафиксирован через 24 часа, а во втором случае – через 72 часа культивирования. По микромицетам третий уровень разведения был отмечен через 48 часов культивирования.

При сравнении с данными, полученными по общей обсемененности перед экспериментом, с данными, полученными после постановки эксперимента (рисунок 2), мы видим, что в опыте с промливневой сточной водой Усть-Каменогорского титано-магниевого комбината микробиологическая активность:

- по ОМЧ остается неизменной (пятый уровень разведения);
- по актиномицетам увеличивается на один уровень разведения – с четвертого на пятый;
- по микромицетам остается на прежнем третьем уровне разведения.

В опыте с шахтной водой «Тишинского Рудника РГОК» Восточно-Казахстанской области рост колоний на твердом питательном агаре был зафиксирован через 48 часов культивирования на пятом уровне разведения для актиномицетов и микромицетов, тогда как по ОМЧ рост колоний через 24–48 часов культивирования обнаружен не был. При сравнении с результатами, которые были получены перед опытом (рисунок 2), можно отметить, что сланцевый шунгит оказал угнетающий эффект для скорости роста по ОМЧ, тогда как для актиномицетов и микромицетов мы обнаруживаем, что сланцевый шунгит для них обладает эффектом активации, т.к. активность повышается с четвертого на пятый и с третьего на четвертый уровень соответственно.

Данные по микробиологической обсемененности достоверно ( $p=0,05; 0,99$ ) отражают состояние исследуемых сточных вод. Также следует отметить, что изменчивость по количественному учету микроорганизмов, согласно коэффициенту корреляции ( $C_v, \%$ ), более высока для ОМЧ в опытах с промливневой сточной водой (54 %) и меньше всего (10 %) для микромицетов в опытах с шахтной водой. Для других вариантов опыта изменчивость варьировала, как это видно из таблицы 2, в интервале от 21 до 49 %.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют, что использование сланцевого шунгита для очистки сточных вод различного техногенного происхождения влияет на общую микробиологическую обсемененность по-разному, в одних случаях происходит активизация роста (нефтезагрязненная сточная вода по ОМЧ, актиномицетам и микромицетам; шахтная вода по актиномицетам и микромицетам; промливневая вода по актиномицетам), в других – подавление (шахтная вода по ОМЧ) или рост остается без изменения (промливневая сточная вода по ОМЧ и микромицетам).

Изучение закономерностей изменения микробиоценоза в сточной воде в сочетании с шунгитом позволит в дальнейшем обеспечить оптимальные для очистки условия.

## **Выводы:**

1. Для осветления сточных вод при использовании сланцевого шунгита требуется в зависимости от техногенного происхождения стоков 14–21 день. Так, при проведении визуальной оценки было показано, что мутность воды сохранилась в пробах с нефтезагрязненной и промливневой сточной водой, тогда как в опытах с шахтной водой проба была прозрачной уже через 14 дней эксперимента.
2. Общая минерализация сточных вод при использовании сланцевого шунгита повышается в интервале от 12,4 % (нефтезагрязненная сточная вода) и 19,9 % (шахтная вода) до 26,2 % (промливневая сточная вода).
3. Использование сланцевого шунгита благоприятно влияет на процесс очищения:
  - нефтезагрязненной сточной воды от меди (85,1 %) и цинка (16,7 %);
  - шахтной воды от меди (53,8 %), цинка (94,9 %) и свинца (93,3 %);
  - промливневой сточной воды от магния (89,7 и%) и титана (98 %).
4. Использование сланцевого шунгита для очистки сточных вод влияет на общую микробиологическую обсемененность по-разному, в одних случаях происходит активизация роста (нефтезагрязненная сточная вода по ОМЧ, актиномицетам и микромицетам; шахтная вода по актиномицетам и микромицетам; промливневая вода по актиномицетам), в других – подавление (шахтная вода по ОМЧ) или рост остается без изменения (промливневая сточная вода по ОМЧ и микромицетам).

## **Список литературы**

1. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа. 1990. – 349 с.
2. Мусина У.Ш. Изучение обесцвечивающей способности коксуских шунгитистых пород // Вестник КазНТУ. – 2011. – №1 (83). – С. 85-90.
3. Мусина У.Ш. Изучение физико-химических свойств коксуских шунгитистых пород // Вестник КазНТУ. – № 6 (82). – 2010. – С. 3-7.
4. Мусина У.Ш. Экологический потенциал коксуского шунгита // Гидрометеорология и экология. – 2010. – № 4. – С.154-159.
5. Мусина У.Ш., Козьмин Н.Б., Кутыбаев Н.Р., Нурдилданова Б.Е. Изучение влияния коксуского шунгита (таурита) на содержание кислорода в водных растворах // Вестник КазНТУ. – 2012. – № 1 (89). – С. 221-225.
6. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. – Л.: Химия, 1982. – 168 с.
7. Теппер Е.З. Практикум по микробиологии /Е. З. Теппер, В. К. Шильникова, Г. И. Переверзева. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1993. – 175 с.

8. Унифицированные методы анализа вод / под ред. Ю.Ю. Лурье. – М.: Химия, 1973. – 397с.

**Рецензенты:**

Казова Р.А., д.х.н., профессор, профессор кафедры Прикладной экологии НАО «КазНИТУ имени К.И. Сатпаева», г. Алматы;

Еликбаев Б.К., д.б.н., профессор кафедры экологии «КазНАУ», г. Алматы.