

УДК: 574.9 (575.2)

Ибраева К.Б., Жапарова Г., Калдыбаев Б.К.

ИГУ им. К. Тыныстанова

## ЭКОЛОГО-БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТОЧНЫХ ВОД ГОРОДА КАРАКОЛ

*В статье дан анализ современного состояния очистных сооружений сточных вод города Каракол. Представлены результаты химических анализов: БПК<sub>5</sub>, азотная группа, взвешенные вещества, химические элементы.*

**Ключевые слова:** химические элементы; содержание; очистительные сооружения; сточная вода; твёрдые бытовые отходы.

*Бул макалада, Каракол шаарынын агынды суулаынын тазалоо процессинин азыркы абалын талдоосу берилген. Химиялык анализдеринин натыйжалары корсотулгон: КБК<sub>5</sub>, азотук группасы, тунмалардын топтору, химиялык элементтери.*

**Негизги сөздөр:** химиялык элементтер; курамда кармалышы; тазалоочу жайлар; саркынды суулар (агынды суулар); катуу таптандылар.

*The article gives an analysis of the current state of wastewater treatment plants in the city of Karakol. The results of chemical analyzes are presented: BOD<sub>5</sub>, nitrogen group, suspended substances, chemical elements.*

**Key words:** chemical elements; content; treatment plant; waste water; municipal solid waste.

Город Каракол - административный и культурный центр Иссык-Кульской области. В настоящее время город с населением более 67500 человек сталкивается экологическими проблемами очистки сточных вод. Очистительное сооружения сточных вод в г. Каракол, проектной мощностью - 22000 м<sup>3</sup>, день были построены в 70-х годах XX-века с использованием технологии продолженной аэрации, но пришли в обветшалое состояние, плохо очищенная сточная вода является потенциальным источником загрязнения поверхностных и грунтовых вод, что в результате представляет собой серьезную опасность окружающей среде [5].

Доступ населения к системам канализации в г.Каракол составляет 51%. Каракольское предприятие «Водоканал» включает в себя головное очистительное сооружение, 4 перекачивающие канализационные станции, главный коллектор с внутриплощадочными, внутри дворовыми сетями протяженностью 109 км (рис.1). Очистительное сооружение включает:

- Решетки-дробилки – 3 ед.
- Песколовки – 2 ед.
- Первичные отстойники – 3 ед.
- Вторичные отстойники – 3 ед.
- Аэротенки – 4 ед.
- Биопруды – 4 ед.



Рис.1. Очистные сооружения города Каракол

В настоящее время из существующих 4-х биопрудов, два заилены. В первичных и вторичных отстойниках под воздействием агрессивной среды 80% металлоконструкций пришли в негодность. Иловым площадкам требуется очистка. Биологическая очистка сточной воды не производится, так как при длительной эксплуатации аэротенков фильтровые пластины вышли из строя, из-за отсутствия электродвигателей мощностью 125-160 квт, воздуходувки не работают.

**Биохимическое потребление кислорода (БПК)** - количество кислорода, израсходованное на аэробное биохимическое окисление под действием бактерий, и разложение нестойких органических соединений, содержащихся в исследуемой воде. БПК является одним из важнейших критериев уровня загрязнения водоема органическими веществами. БПК<sub>5</sub> - биохимическая потребность в кислороде за 5 суток, необходимая для окисления органических соединений, находящихся в воде. ПДК БПК<sub>5</sub> составляет 3 мг/л. Величины БПК<sub>5</sub> подвержены сезонным и суточным колебаниям. Сезонные колебания зависят от изменения температуры и от исходной концентрации растворенного кислорода. Суточные колебания также зависят от исходной концентрации растворенного кислорода. Весьма значительны изменения величин БПК<sub>5</sub> в зависимости от степени загрязнённости водоемов.

Таблица 1. Классы водоемов в зависимости от БПК<sub>5</sub>

Степень загрязнения (классы водоемов)	БПК <sub>5</sub> , мг О <sub>2</sub> /л
Очень чистые	0,5-1,0
Чистые	1,1-1,9
Умеренно загрязненные	2,0-2,9
Загрязненные	3,0-3,9
Грязные	4,0-10,0
Очень грязные	10,0

В период с 28 января по 30 мая 2016 года сотрудниками лаборатории Иссык-Кульского территориального управления охраны окружающей среды регулярно отбирались пробы сточных вод очистительных сооружений г. Каракол на разных стадиях очистки (поступление; первичные, вторичные отстойники, биопруды, выход) и определялись такие показатели как БПК<sub>5</sub>, азот аммонийный, нитратный, нитритный. Результаты химических анализов представлены в таблице 2.

Содержание органических веществ по БПК<sub>5</sub> в сточных водах колебалось в пределах 32,4 – 99,1 мг О<sub>2</sub>/л (10,8 – 33,0 ПДК). Наибольшее значение – 99,1 мг/л (33,0 ПДК) было отмечено на этапе поступления сточных вод в очистные сооружения. На дальнейших стадиях очистки сточных вод показатель БПК<sub>5</sub> снижается до 32,4 мг/л, однако это высокий

показатель, согласно классам водоемов в зависимости от БПК<sub>5</sub> сточные воды являются очень грязными (таб.1). Высокие показатели установлены также для взвешенных частиц содержащиеся в сточной воде на выходе 15,5 мг/л (62 ПДК), при ПДК 0,25 мг/л.

Таблица 2. Средние показатели (взвешенные вещества, БПК<sub>5</sub>, азот аммонийный, азот нитритный, азот нитратный) в сточных водах очистительных сооружений г.Каракол (28января по 30 мая 2016 г.)

Наименование ингредиентов	Ед. изм.	Данные анализа по точкам					
		Поступление	После первичного отстойника	После вторичного отстойника	Биопруд	Выход	Период
Взвешенные вещества	мг/л	50	39	36			28.01.16
		64	37	36	33		24.02.16
		58	85	14	44	15,5	25.04.16
		78	85	34	44		30.05.16
БПК <sub>5</sub>	мгО <sub>2</sub> /л	99,1	45,2	36,6			28.01.16
		89,2	39,2	36,6	32,4		24.02.16
		82,5	98,2	70,6	59,6	40,6	25.04.16
		78	85	34	44		30.05.16
Азот аммонийный	мг/л	6,0	5,6	8,0			28.01.16
		7,2	4,1	6,5	6,1		24.02.16
		14,3	14,3	13,5	14,0	14,2	25.04.16
		14,3	14,3	13,5	14,0		30.05.16
Азот нитритный	мг/л	0,04	0,02	0,02			28.01.16
		0,09	0,07	0,03	0,04		24.02.16
		0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	25.04.16
		0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	30.05.16
Азот нитратный	мг/л	0,5	1,5	2,2			28.01.16
		2,5	1,5	2,2	0,5		24.02.16
		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	25.04.16
		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	30.05.16

**Азот аммонийный.** Основными источниками поступления в водоемы ионов аммония являются животноводческие фермы, хозяйственно-бытовые сточные воды, сточные воды предприятий пищевой и химической промышленности. ПДК азота аммонийного в воде составляет 0,39 мгN/л. Для сточных вод характерно содержание азота аммонийного 4,1 – 14,3 мгN/л (10,5 – 36,6 ПДК), наибольшие значения зафиксированы в апреле, мае месяцах на всех стадиях очистки, что свидетельствует об отсутствии биологической очистки на очистных сооружениях.

**Азот нитритный, нитратный.** Повышение концентрации азота нитритного обычно указывает на свежее загрязнение. Нитриты представляют собой промежуточную ступень в цепи бактериальных процессов окисления аммония до нитратов (нитрификация - только в аэробных условиях) и, напротив, восстановления нитратов до азота и аммиака (денитрификация - при недостатке кислорода). Сезонные колебания содержания нитритов характеризуются отсутствием их зимой и появлением весной. Наибольшая концентрация наблюдается в конце лета. Осенью концентрация нитритов уменьшается. ПДК азота нитритного составляет 0,02 мгN/л, нитратного 9,0 мгN/л. Содержание азота нитритного и нитратного на выходе сточных вод с очистных сооружений находится в

пределах установленных ПДК.

**Химические элементы.** Определение содержаний химических элементов в пробах сточной воды и иловых отложениях было произведено в центральной лаборатории Государственного агентства геологии и минеральных ресурсов КР, спектральным методом анализа.

Повышенные концентрации, превышающие естественный уровень в несколько раз установлены для Mn (1,5-7), Cr (3-10), Pb (1-2), Sr (1,5-2,5) особенно для P (45-126). Превышение ПДК для хозяйственного питьевого и культурно-бытового пользования установлено по фосфору (табл. 3).

Информативным показателем присутствия ряда химических элементов в поверхностных водах являются илито-глинистые фракции донных осадков. Фоновые содержания химических элементов в них близки к содержаниям этих элементов в глинах и почвах [1]. В осадках сточных вод отобранных с иловых площадок повышенные концентрации установлены для Co, Mo, Cu, Sr, P. Содержание других химических элементов находится в пределах нормы (табл. 4).

Таблица 3. Средние содержания химических элементов в сточных водах очистительных сооружений г. Каракол (5 июля 2015 г.)

Место отбора проб	Концентрация (мг/л)							
	Mn	Ni	Ti	Cr	Cu	Pb	P	Sr
1. Механическая очистка (решётки, песколовки)	0,009	0,001	0,003	0,01	0,004	0,001	0,9	0,12
2. Первичный отстойник	0,015	0,002	0,005	0,003	0,006	0,002	1,5	0,2
3. Вторичный отстойник	0,07	0,001	0,003	-	0,005	-	1,75	0,175
4. Биопруд №1	0,016	0,001	-	-	0,006	-	2	0,12
5. Биопруд №2	0,054	0,001	-	-	0,005	-	2,52	0,144
Кларк [4]	0,01	0,0025	0,004	0,001	0,007	0,001	0,02	0,08
ПДК [6]	0,1	0,1	0,1	0,05	1	0,03	0,02	7

Таблица 4. Средние содержания химических элементов в осадках сточных вод очистительных сооружений г. Каракол (5 июля 2015 г.)

Место отбора проб	Концентрация (мг/л)									
	Mn	Co	Mo	Cu	Pb	Zn	P	Sr	Ba	
1. Иловая площадка №1	300	12	5	90	7	50	3000	200	300	
2. Иловая площадка №2	500	9	-	40	5	30	2000	400	400	
Кларк [1]	850	8	2	20	10	50	800	300	500	

Таким образом, результаты проведенных исследований показали наличие в сточных водах в повышенных концентрациях взвешенных и органических веществ, азота аммонийного, таких химических элементов как, фосфор, марганец, хром, свинец.

В целях реабилитации и улучшения работы системы очистных сооружений в рамках проекта Азиатского банка развития (АБР) запланирована полная реконструкция и новое строительство очистных сооружений. Экспертами АБР было произведено технико-экономическое обоснование на строительство нового очистительного сооружения по очистке сточных вод [5].

#### Литература:

1. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – М.: АН СССР, 1957. – 219 с.
2. ГОСТ 53123-2008 (ИСО 10381-5:2005). Качество почвы. Отбор проб. Часть 5.

Руководство по изучению городских и промышленных участков на предмет загрязнения почвы. – М.: Стандартиформ, 2009. – 60 с.

3. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. – М.: Госстандарт России, 2001. – 36 с.

4. Добровольский В.В. Содержание растворимых форм химических элементов в речных водах и интенсивность их вовлечения в водную миграцию. – М.: МГУ, 1998. – 86 с.

5. Проект устойчивого развития Иссык-кульского региона. Оценка воздействия на окружающую среду.– Бишкек, 2009. –142 с.

6. Справочник предельно допустимых концентраций, ориентировочных безопасных уровней воздействия, допустимых уровней, допустимых концентраций, методов контроля и других характеристик вредных веществ в объектах окружающей среды. – Бишкек, 1997. – 347 с.