

УДК 628.316.12

## ВЛИЯНИЕ ИММОБИЛИЗАТОРОВ НА СТЕПЕНЬ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МИКРООРГАНИЗМАМИ

*А.А. Новоселова, магистр г. ХТм-151, I курс  
(Научный руководитель: А.Ю. Игнатова, к.б.н., доцент)  
Кузбасский государственный технический университет  
им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово*

*Аннотация.* Проведены исследования по очистке сточных вод с использованием иммобилизованных микроорганизмов. Работа проводилась с использованием ранее разработанной экспериментальной установки проточного типа.

Результаты показали повышение численности микроорганизмов и понижение концентрации фенола в очищаемой воде, что говорит об эффективности очистки воды с использованием данного метода.

*Ключевые слова:* очистка сточных вод, чистые культуры микроорганизмов, иммобилизаторы, биостимуляция, активный ил.

Проблема загрязнения воды водоемов и водотоков различными химическими веществами, которые содержатся в стоках промышленных предприятий, остается актуальной проблемой современности. Как следствие загрязнения водных источников возникает проблема качественной подготовки питьевой воды. Ксенобиотики, попадающие в питьевую воду или образующиеся при ее хлорировании, воздействуют на организм человека, накапливаются в нем. В связи с этим актуальна разработка технологий, позволяющих снизить негативную нагрузку на окружающую среду и, как следствие, на организм людей.

Цель исследований – разработка эффективного биологического способа очистки сточных вод химических производств с использованием микроорганизмов, иммобилизованных на растительных остатках.

В работе исследовались чистые культуры микроорганизмов *Pseudomonas pictorum* и *Bacillus pseudococcus*, выделенные из сообщества активного ила сооружений биологической очистки сточных вод предприятия ОАО «Кокс» (г. Кемерово). Образцы активного ила были проанализированы микробиологическими методами. Выделение и идентификацию микроорганизмов проводили по общепринятым тестам [1, 2]. Выращивание микроорганизмов проводили на жидких и агаризованных средах.

Нами использован прием биостимуляции *in situ* (биостимуляция в месте загрязнения). Он основан на стимулировании роста природных биоценозов микроорганизмов, естественно сложившихся в загрязненных экосистемах и потенциально способных утилизировать загрязнитель путем создания оптимальных условий для интенсификации (внесение соединений азота, фосфора, калия, аэрация и др.).

Одним из эффективных приемов стимуляции микроорганизмов для очистки сточных вод является их иммобилизация на различных носителях [3].

В данной работе в качестве иммобилизатора использовали инкапсулированную соломенную резку и опилки с добавлением минерального

азота и фосфора.

Эксперименты проводили на разработанной ранее лабораторной установке биологической очистки сточных вод. Сточную воду в объеме 10 л заливали в приемный бак. Исследования процессов в модельном реакторе проводили в два этапа.

На первом этапе проведены две серии экспериментов. В первой серии экспериментов солому и опилки перед загрузкой в экспериментальную установку вымачивали 1 сутки в активном иле, разбавленном водопроводной водой. Во второй серии экспериментов к активному илу кроме водопроводной воды добавляли 100 мл суспензии смеси культур микроорганизмов *Pseudomonas pictorum* и *Bacillus pseudococcus* с исходной численностью  $10^9$  кл/мл. Цикл очистки сточной воды составил 3 суток. Был проведен анализ общей численности микроорганизмов в динамике.

Динамика численности микроорганизмов в сточной воде ОАО «Кокс» в процессе очистки представлена в табл. 1.

Таблица 1.

Динамика численности микроорганизмов в сточной воде  
в процессе ее очистки (1 этап исследований)

Вариант	Численность микроорганизмов, клеток/мл		
	Исходное значение	2-е сутки	3 сутки
Активный ил + солома	$1,3 \times 10^6$	$4,7 \times 10^8$	$5,7 \times 10^8$
Активный ил + опилки	$2,7 \times 10^6$	$7,4 \times 10^7$	$3,7 \times 10^7$
Активный ил + смесь культур микроорганизмов + солома	$5,4 \times 10^8$	$2,2 \times 10^{10}$	$1,5 \times 10^{11}$
Активный ил + смесь культур микроорганизмов + опилки	$6,4 \times 10^7$	$3,8 \times 10^8$	$4,4 \times 10^7$

В эксперименте с добавлением смеси чистых культур микроорганизмов численность микроорганизмов в 10-1000 раз выше, чем в экспериментах с использованием только активного ила.

На втором этапе исследований оценили возможность применения иммобилизатора с микрофлорой повторно. По окончании процесса очищенная сточная вода сливалась из установки, а в установку загружалась очередная порция исходной сточной воды и осуществлялся следующий цикл процесса очистки без замены адсорбента с иммобилизованными микроорганизмами. Полученные в динамике результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2.  
Динамика численности микроорганизмов в сточной воде  
в процессе ее очистки (2 этап исследований)

Вариант	Численность микроорганизмов, клеток/мл		
	Исходное значение	2-е сутки	3 сутки
Активный ил + солома	$5,4 \times 10^5$	$6,7 \times 10^7$	$2,2 \times 10^9$
Активный ил + опилки	$3,8 \times 10^5$	$3,9 \times 10^7$	$1,1 \times 10^8$
Активный ил + смесь культур микроорганизмов + солома	$1,2 \times 10^8$	$2,8 \times 10^{10}$	$4,5 \times 10^{12}$
Активный ил + смесь культур микроорганизмов + опилках	$6,2 \times 10^7$	$6,7 \times 10^8$	$3,4 \times 10^8$

Из табл. 2 видно, что повторное использование иммобилизаторов с микроорганизмами не снижает скорости размножения микроорганизмов, т.е. сохраняется деструктивный потенциал системы очистки, который определяется численностью микроорганизмов-деструкторов. Более того, во втором цикле численность микроорганизмов на 3 сутки достигает более высокого уровня, чем в первом.

В ходе эксперимента параллельно с микробиологическими исследованиями определяли концентрации фенола в сточной воде. Показатели очистки сточных вод микроорганизмами, иммобилизованными на растительных остатках, в динамике приведены в табл. 3 для первого цикла очистки и в табл. 4 – для второго цикла очистки.

Таблица 3.  
Динамика концентрации фенола (1 цикл очистки)

	Содержание фенола в пробе, мг/дм <sup>3</sup>			
	начальная	1 сутки	2 сутки	3 сутки
Активный ил + солома	249±3,12	142±1,41	38±0,33	7,2±0,03
Активный ил +, опилки	315±3,01	137±1,21	68±1,62	4,2±0,03
Активный ил + смесь культур микроорганизмов + солома	304±3,02	112±1,14	23±2,12	0
Активный ил + смесь культур микроорганизмов + опилки	204±2,02	127±1,68	12±0,02	0

Степень очистки от фенола в первом цикле на 3 сутки составила 97,6; 98,71; 100 и 100 % соответственно.

*Таблица 4*  
*Динамика концентрации фенола (2 цикл очистки)*

	Содержание фенола в пробе, мг/дм <sup>3</sup>			
	начальная	1 сутки	2 сутки	3 сутки
Активный ил + солома	340±1,02	182±1,38	28±0,14	13,4±0,02
Активный ил + опилки	315±2,04	154±1,51	67±1,23	9,4±0,01
Активный ил + смесь культур микроорганизмов + солома	294±2,03	98±0,26	33±0,24	9,2±0,04
Активный ил + смесь культур микроорганизмов + опилки	278±2,01	117±1,34	12±0,23	7,0±0,02

Степень очистки от фенола во втором цикле на 3 сутки составила 96,06; 97,02; 96,87 и 97,5 % соответственно, что говорит о возможности применения иммобилизатора с микроорганизмами в нескольких циклах без замены.

#### **Выводы:**

1. Проведенные исследования, приближенные к производственным условиям, показали эффективность очистки промстоков от органических веществ с использованием экспериментальной установки и микроорганизмов, иммобилизованных на растительных материалах.

2. В экспериментах установлена высокая численной микроорганизмов-деструкторов в течение 2-х циклов очистки без замены насадочного материала и их высокая деструктивная активность в отношении загрязняющих веществ.

#### Список литературы:

1. Герхард, Ф. Методы общей бактериологии / Ф. Герхард. – Москва: Мир, 1984. – 3 т.
2. Хоулт, Дж. Определитель бактерий Берджи / Дж. Хоулт, Н. Криг. – Москва: Мир, 1997. – 2 т.
3. Синицин, А. П. Иммобилизованные клетки микроорганизмов. – Москва: МГУ, 1994. – 288 с.