

## **Информационные системы и модели в научных исследованиях, экологии, промышленности и медицине**

**УДК 504.054 +579**

### **ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СТОЧНЫХ ВОД ХИМИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

© *К.Р. Таранцева, Пензенская государственная  
технологическая академия (г. Пенза, Россия)*

© *О.В. Фирсова, Пензенская государственная  
технологическая академия (г. Пенза, Россия)*

### **INTEGRATED QUALITY ESTIMATION OF WASTEWATER CHEMICAL-PHARMACEUTICAL INDUSTRY**

© *K.R. Tarantseva, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)*

© *O.V. Firsova, Penza State Technological Academy (Penza, Russia)*

Статья посвящена интегральной оценке качества сточных вод химико-фармацевтического производства. Показано, что характеристика качества сточных вод производства антибиотиков, приводимая по системе тестов обобщенных показателей, должна включать целый ряд дополнительных показателей.

**Ключевые слова:** сточные воды, химико-фармацевтическое производство, интегральная оценка.

The article is devoted to the integrated assessment of the quality of waste water chemical and pharmaceutical production. It is shown that the characteristic of the quality of waste water production of antibiotics, used by a system of generalized performance tests should include a number of additional indicators.

**Key words:** waste water, chemical and pharmaceutical production, the integrated assessment.

**E-mail:** krtar@bk.ru, firsona\_nv@mail.ru

Известно, что анализ сточных вод имеет ряд особенностей, связанных со сложным комплексным характером неорганических и органических компонентов. Функционирующая система контроля источников загрязнения основана на надзоре за соблюдением установленных нормативов качества сточных вод для конкретного предприятия [1 – 3]. Как правило, степень загрязненности сточных вод оценивается по санитарно-химическим (обобщенным) показателям в основном аналитическими методами. При этом данные стоки не имеют токсикологической характеристики, что необходимо для оценки их опасности для биологических организмов. Следствием этого являются сложности при разработке рекомендаций по нормированию

## ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СТОЧНЫХ ВОД...

сброса загрязняющих веществ, выбора метода очистки сточных вод и снижению вредного антропогенного влияния на водные экосистем [4, 5]. Полную характеристику качества сточных вод может дать только система из нескольких обобщенных показателей или интегральная оценка.

Химико-фармацевтическое производство характеризуется непостоянством и разнообразием состава и свойств промышленных стоков. В частности, технологические процессы производства антибиотиков сопровождаются образованием высококонцентрированных по содержанию загрязнителей технологических маточников, промывных вод после подготовки оборудования на всех этапах производства – биологического синтеза (ферментации), химической очистки, трансформации. Агрессивность реакционных сред данного производства приводит к различным видам коррозии технологического и вспомогательного оборудования, в результате продукты коррозии являются дополнительным источником загрязнения в сточных водах [6 – 14].

В данной работе проведен анализ существующих методов и критериев оценки степени загрязненности сточных вод производства  $\beta$ -лактамовых антибиотиков цефалоспоринового ряда для принятия экологически обоснованного решения по выбору метода очистки сточных вод.

С целью выявления степени загрязненности были проведены исследования санитарно-химических, обобщенных показателей технологических маточников производства цинковой соли цефалоспорина С (табл. 1).

Анализ полученных результатов показал, что наиболее загрязненными технологическими маточниками являются отработанный нативный раствор, отработанная щелочь с полисорба, отработанная кислота с анионита, где по всей сумме анализируемых показателей превышены нормы.

**Таблица 1 – Характеристика сточных вод производства цинковой соли цефалоспорина С**

Наименование сточных вод	Санитарно-химические показатели						
	Водородный показатель, рН	ХПК, мг/л	БПК <sub>5</sub> , г/л	Взвешенные вещества, г/л	Сухой остаток, г/л	Прокаленный остаток, г/л	БПК <sub>10</sub> , ХПК, 100%
Промывные воды с ферментационного оборудования	12,2	4,5	1,8	0,55	7,0	6,0	38,9
Отработанный нативный раствор	3,5	34,5	13,2	0,53	50,5	16,6	38,8
Отработанная щелочь с полисорба	12,4	110,0	43,0	0,30	19,6	12,6	39,8
Отработанная кислота с анионита	2,8	32,5	15,1	отс	0,5	0,342	34,8
Средне-пропорциональный сток с производства цинковой соли цефалоспорина С	6,0	6,8	5,2	0,5	9,4	4,5	76,8

Полученная характеристика по обобщенным показателям свидетельствует о том, что данный сток является высококонцентрированным по со-

держанию загрязнителей и требует очистки. Как правило, промышленные стоки производства антибиотиков обезвреживаются на биологических очистных сооружениях. Степень воздействия на биоценозы очистных сооружений промышленных стоков, охарактеризованных по санитарно-химическим показателям, оценивается односторонне. Данные показатели не дают возможность оценки качества воды по биологическому влиянию сточных вод на микроорганизмы активного ила.

Из санитарно-химических обобщенных показателей качества сточных вод наиболее близок к характеристике их токсичности тест БПК<sub>5</sub>. По методике определения потребления растворенного кислорода для биохимического окисления органических и неорганических соединений, содержащихся в сточных водах, микроорганизмами необходимо введение микрофлоры в соответствующую пробу воды. Оценка жизнедеятельности микроорганизмов, введенных в пробу воды, основанная на изъятии ими кислорода из субстрата, служит первичной (косвенной) характеристикой степени токсичности сточных вод. Кроме того, данная методика имеет ряд недостатков: длительность проведения анализа; не стандартизованы качественная и количественная нагрузка микрофлоры; затруднен подбор оптимальных температур инкубации и т.д.

Известно, что основным способом оценки сточных вод по биологическому влиянию на водное сообщество является метод биотестирования [4,15 – 19]. Результаты биотестирования объективнее, чем физико-химические характеристики, так как они учитывают взаимное влияние имеющихся в воде токсикантов.

В технологическом процессе производства цинковой соли цефалоспоринов С используются цинксодержащие соединения и водно-ацетоновые смеси, которые могут попадать в сточные воды. Их идентификация и количественное определение позволило экспериментально подтвердить степень воздействия различных концентраций ацетона, ацетата цинка (модельный раствор) на монокультуры тест-микроорганизмов [20 – 22]. Результаты, полученные на модельных растворах, а также технологических маточниках, где количественно определено содержание ацетона, свидетельствуют о выраженном воздействии на микрофлору растворов органических веществ по сравнению с контролем.

Таким образом, совместное использование биотестирования с физико-химическим анализом различных групп химических соединений, выделенных из сточных вод производств антибиотиков, позволяет получить зависимости между степенью токсичности вод и концентрациями веществ, и разрабатывать рекомендации по нормированию сброса загрязняющих веществ.

Известно, что достаточность биогенных элементов для развития микроорганизмов в сточных водах определяется соотношением показателей: биохимическое потребление кислорода к азоту аммонийных солей к фосфору в виде фосфатов (БПК:N:P). Согласно [23], для оптимального процесса биологической очистки при обработке городских сточных вод соотношение БПК<sub>полн</sub>:N:P должно быть не менее 100:5:1. Поэтому решено было допол-

нить характеристику сточных вод в эксперименте по биотестированию, по тесту окисляемость, который определяется как отношение БПК<sub>5</sub>/ХПК (%) и тестов на содержание общего азота и фосфора. В таблице 2 представлены данные по биоокисляемости, соотношению БПК:N:P.

**Таблица 2 – Показатели качества сточных вод производства цефалоспорины С (по минимальной системе обобщенных показателей)**

Наименование сточных вод	Обобщенные показатели качества сточных вод						
	ХПК, мг/л	БПК <sub>5</sub> , г/л	БПК <sub>5</sub> /ХПК, 100%	БПК:N:P	Содержание E. coli через 2 ч. после внесения раствора 1X10	Содержание органических веществ в сухом остатке, г/л	pH
Средне-пропорциональный сток производства цефалоспорины С	7,6	2,8	36,6	100:6:2	5,3	67,5	7,7
Сточные воды очистных сооружений завода медпрепаратов	5,4	2,1	38,8	100:13:3	4,4	70,9	9,2
Сточные воды завода медпрепаратов/средне-пропорциональный сток производства цефалоспорины С (в соотношении 200:1)	5,4	1,4	26,5	100:20:4	3,3	76,6	9,3

Из таблицы 2 видно, что биоокисляемость сточных вод затруднена (<50 %), а соотношение БПК<sub>5</sub>:N:P значительно превышает оптимальные отношения между ними. Несбалансированность биологических элементов в сточных водах, содержание специфической органики в каждом образце вод, отражается на жизнедеятельности *Escherichia coli*, взятой в эксперимент по биотестированию в качестве тест-культуры в виде выраженного токсического действия.

Включение в систему тестов для характеристики качества сточных вод производства антибиотиков обобщенных показателей: ХПК, БПК<sub>5</sub>, N, P, сухого и прокаленного остатков, а также отношение БПК<sub>5</sub>/ХПК, БПК:N:P и метода биотестирования на микроорганизмах позволяет более объективно решить вопрос пригодности данного стока для биологической очистки без предварительной подготовки сточных вод или только использовать физико-химическую локальную очистку. Следствием этого является снижение затрат на производство, сохранение материальных ресурсов и сокращение вредного воздействия антропогенного фактора на водные экосистемы.

Таким образом, характеристика качества сточных вод производства антибиотиков, приводимая по системе тестов обобщенных показателей, должна включать:

- характеристику сточных вод по системе тестов обобщенных показателей, включающих определение ХПК, БПК<sub>5</sub>, P, N, сухого и прокаленного остатков, водородного показателя, биотестирования;

- вычисление отношения БПК<sub>5</sub>/ХПК, БПК:N:P;
- прогноз биологического влияния сточных вод на основе анализа химико-биологических характеристик;
- создание необходимых условий подобранным микроорганизмам для разрушения загрязнителей, содержащихся в сточных водах.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пономарева Л.С. Организация аналитического контроля состава и свойств сточных вод. Методы оценки соответствия. – 2008. – № 8. – С. 26 – 31.
2. Федеральный закон № 7-ФЗ Об охране окружающей среды. – 10.01.2002.
3. Степанов А.Н. Программа производственного экологического контроля // Природные ресурсы России: управление, экономика, финансы. – 2004. – № 3.
4. Жмур Н.С. Государственный и производственный контроль токсичности сточных вод методами биотестирования в России. – М. : АКВАРОС, 2003. – 507 с.
5. Гелаишвили Д.Б., Туманов А.А., Безруков М.Е. Экотоксикологический анализ токсигенной нагрузки промышленных предприятий г. Н. Новгорода на водные объекты речного участка Чебоксарского водохранилища // Изв. Самар. НЦ РАН. – 2000. – Т.2, № 2. – С. 244 – 251.
6. Таранцева К.Р., Фирсова Н.В. Влияние продуктов коррозии на токсичность промышленных стоков // Защита металлов. – 2006. – Т. 42, № 2. – С. 204 – 209.
7. Таранцева К.Р., Пахомов В.С. Коррозионная стойкость нержавеющей сталей в процессе химического синтеза сульфоксида бензилпенициллина // Коррозия: материалы, защита. – 2005. – № 5. – С. 17 – 21.
8. Таранцева К.Р., Пахомов В.С. Коррозионная стойкость нержавеющей сталей в процессе синтеза калиевой соли гидроксиминоацетоуксусного эфира // Коррозия: материалы, защита. – 2005. – № 7. – С. 9 – 11.
9. Таранцева К.Р. Проблемы коррозионной стойкости оборудования в химико-фармацевтической промышленности // Коррозия: материалы, защита. – 2007. – № 3. – С. 15 – 20.
10. Таранцева К.Р., Пахомов В.С. Анализ коррозионных потерь в химико-фармацевтической промышленности // Коррозия: материалы, защита. – 2008. – № 5. – С. 19 – 23.
11. Таранцева К.Р. Анализ причин коррозионного разрушения оборудования в процессе ферментации антибиотиков // Коррозия: материалы, защита. – 2008. – № 6. С. 19 – 24.
12. Таранцева К.Р., Яхкинд М.И. О коррозионной стойкости оборудования при получении 7-аминоцефалоспоровой кислоты // Коррозия: материалы, защита. – 2008. – № 11. – С. 16 – 18.
13. Таранцева К.Р., Яхкинд М.И. О химическом сопротивлении неметаллических материалов оборудования при получении 7-аминоцефалоспоровой кислоты // Коррозия: материалы, защита. – 2008. – № 12. – С. 34 – 36.
14. Таранцева К.Р., Фирсова Н.В., Фирсова О.В. Способ снижения коррозионных потерь в производстве антибиотиков // Коррозия: материалы, защита. – 2010. – № 9. – С. 15 – 18.

15. Строганов Н.С., Путинцев А.И., Исакова Е.Ф., Шенкель В.Е. Метод токсикологического контроля сточных вод // Биологические науки, вып. 2. – 1979. – С. 90 – 96.
16. Христофорова Н.К. Биоиндикация и мониторинг загрязнения морских вод тяжелыми металлами. – Л. : Наука, 1989. – 192 с.
17. А.с. 1008245 АСССР, с 120 1/001 11/с 02 3/00 Способ определения токсичности сточных вод / Лахина К.Г., Гамага Л.И., Попов А.С. – Опубл. 30.03.73. – Бюлл. № 12.
18. Liu D., Ihonson K. *Toxity Assessment of chlorobenze Using Bacteria. ull Envision Contac and Toxicol.* 1983.- 31,№1, с.105-111.
19. Hefbert I.G., Smith R., Morgan W.S., *Application of a Tetrabymena performers bioassay system for the rapid detection of toxic substances in wastewaters. Water SA-1983, №3, P 81-87.*
20. Таранцева К.Р., Фирсова Н.В., Марынова М.А. Биотестирование как инструмент принятия экологически обоснованных технологических решений // Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского. – 2011. – № 25. – С. 592 – 596.
21. Рабышко Э.В., Фирсова Н.В. Разработка элементов малоотходной технологии получения цефалотина // Охрана окружающей сред на предприятиях медицинской и микробиологической промышленности СССР : Тез. док. Всесоюзной научно-технической конференции (Новополоцк, 25-26 окт. 1988). – Новополоцк, 1988. – С. 42.
22. Рабышко Э.В., Фирсова Н.В. Биотестирование сточных вод производства цефалотина // Охрана окружающей сред на предприятиях медицинской и микробиологической промышленности СССР : Тез. док. Всесоюзной научно-технической конференции (Новополоцк, 25-26 окт. 1988). – Новополоцк, 1988. – С. 69.
23. СНиП 2.04.03–85 Канализация. Наружные сети и сооружения.