

УДК 691:628.2

**В. А. Юрченко**, к. б. н., **А. А. Петков**, с. н. с., **Е. В. Бригада**, инженер  
УГосНИИ УкрВОДГЕО, НИПКИ “Молния”, Харьков, Украина

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЦИДНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ДЛЯ БОРЬБЫ С ВОЗБУДИТЕЛЯМИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ КОРРОЗИИ БЕТОНА В ТРУБОПРОВОДАХ ВОДООТВЕДЕНИЯ

Исследовали влияние химических и физических биоцидных воздействий на микробиоценоз тионовых бактерий – возбудителей коррозии бетона в сетях водоотведения. Установлено, что тионовые бактерии обладают чрезвычайно высокой, по сравнению с сапрофитами, устойчивостью к действию химических биоцидов и физических биоцидных факторов.

**Ключевые слова:** химические биоциды, УФ-излучение, кислотообразование, тионовые бактерии.

Борьба с микробиологической коррозией бетона и железобетона является важнейшим фактором обеспечения экологической безопасности и эксплуатационной надежности самотечных трубопроводов водоотведения. Для обеспечения противокоррозионной защиты в сооружениях водоотведения разработан комплекс мероприятий, осуществляемых на этапах проектирования, строительства и эксплуатации этих объектов. Реализация этих мероприятий связана с новым строительством, а защита сетей, находящихся в эксплуатации, практически не проводится. Поскольку доминирующая роль в коррозии бетона сетей водоотведения принадлежит тионовым бактериям, то перспективной представляется противокоррозионная защита, в том числе и в действующих коллекторах, с помощью биоцидных воздействий.

Целью настоящей работы являлась оценка в лабораторных условиях эффективности химических и физических биоцидных воздействий на тионовый микробиоценоз, иммобилизованный на бетоне.

### Материалы и методы

Биоцидные воздействия апробировали на накопительной культуре тионовых бактерий, выделенной из бетона сетей водоотведения г. Харькова, пораженных коррозией. Накопительную культуру поддерживали в жидкой среде Ваксмана с измельченным бетоном, т.е. при иммобилизации бактерий. рН среды и концентрация тионовых бактерий в ней -  $10^7$ - $10^8$  кл./г бетона ( $10^6$ - $10^7$  кл./мл), соответствовали ситуации на своде коллекторов при глубоком коррозионном поражении.

Для химических биоцидных воздействий использовали амфолитные СПАВ (амирол М, амирол Л), катионактивные СПАВ (ТАБ, АБДМ, Зимидин) и коммерческие биоциды («Полисепт», «Пиразол»), а также их сочетания. В качестве физического биоцидного воздействия использовали обработку накопительной культуры тионовых бактерий импульсным УФ-излучением широкого спектра. Эффективность ингибирования оценивали по

воздействию на метаболизм тионовых бактерий - продуцирование серной кислоты, и динамику численности бактерий этой эколого-трофической группы.

#### Результаты и их обсуждение

Как показали исследования, при введении СПАВ и коммерческих биоцидов в культуральную жидкость, происходит адаптация накопительной культуры и на 15-21 день эффект ингибирования снижается (табл. 1).

Таблица 1

#### Влияние продолжительности инкубации на эффект ингибирования метаболизма тионовых бактерий СПАВ Зимицином

Характеристики развития накопительной культуры	Продолжительность инкубации, сут.	Концентрация биоцида, мг/л			
		10	100	500	1000
Скорость накопления кислоты, (г-экв Н <sup>+</sup> /сут) · 10 <sup>-5</sup>	6	6,92	7,30	0	0
	15	6,34	5,67	2,77	0
	22	6,72	7,16	7,16	0
	28	5,99	6,36	9,29	0
Эффект ингибирования, %	6	0	0	100	100
	15	0	0	37,75	100
	22	0	0	0	100
	28	0	0	0	100

Наиболее эффективно метаболизм тионовых бактерий подавляли биоцид «Полисепт» в концентрации > 500 мг/л, и амфолитный СПАВ Амирол М в концентрации >1000 мг/л, что на 1-2 порядка выше концентраций биоцидов, необходимых для ингибирования сапрофитов (табл. 2).

Таблица 2

#### Сравнительная эффективность биоцидных воздействий на различные эколого-трофические группы микроорганизмов

Эколого-трофическая группа микроорганизмов	Минимальная концентрация «Полисепта», обеспечивающая 100% ингибирование, обеззараживание, кДж/см <sup>2</sup> мг/л	Суммарная энергетическая доза УФ-излучения, обеспечивающая 100%
Микробиоценоз тионовых бактерий, иммобилизованный на бетоне	500	5500
<i>Escherichia coli</i>	1,5 [2]	800-1250 [3]
<i>Bacillus subtilis</i>	—	1250-2500
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	7,8	—

Как известно, механизм биоцидного воздействия СПАВ (Амирола М) и биоцида «Полисепт» на бактерии отличаются. СПАВ воздействует на клеточную стенку бактерий, делая ее проницаемой для различных соединений, в том числе – и для токсичных, а «Полисепт» (гуанидиновое соединение), являясь аналогом азотистых оснований, индуцирует генные мутаций. Совместное действие Амирола М и «Полисепта» на тионовые бактерии могло взаимно усилить ингибирующий эффект.

Однако, как показали результаты двухфакторного эксперимента эффект синергизма в ингибировании развития тионовых бактерий при совместном использовании Амирола М и «Полисепта», не наблюдался.

Как свидетельствуют данные табл. 3, после обработки УФ-излучением эффект полного ингибирования метаболизма тионовых бактерий сохраняется в течение 5 дней, на 12 день после обработки эффект ингибирования существенно падает. Суммарная энергетическая доза, обеспечивающая 100% обеззараживание составляет 5500 кДж/см<sup>2</sup>, что на порядок превышает этот показатель для аналогичной концентрации сапрофитов (табл. 2).

Таблица 3

**Влияние УФ импульсного излучения на тионовые бактерии, иммобилизованные на бетоне**

Характеристики развития накопительной культуры тионовых бактерий	Продолжительность инкубирования, сутки		
	0	5	12
Численность тионовых бактерий, кл./мл	$1,5 \cdot 10^7$	$0-10^3$	$(2,5-4,5) \cdot 10^5$
Накопление протонов, (г-экв/л) $\cdot 10^{-5}$	—	0	82-113
Эффект ингибирования, %	—	100	19,6-56,3

Результаты проведенных экспериментов свидетельствуют о высокой степени устойчивости накопительной культуры тионовых бактерий, развивающейся в среде с бетоном к воздействию как химических, так и физических биоцидных факторов, что обусловлено, вероятно, иммобилизацией бактерий на химически активном носителе. Необходимость больших концентраций химических биоцидов для борьбы с тионовыми бактериями в сетях водоотведения может вызвать гибель сапрофитных микроорганизмов активного ила на очистных сооружениях, поэтому обработка должна ограничиваться только сводовой частью трубопроводов. Импульсное УФ-излучение не создает опасность вторичного загрязнения сточных вод соединениями токсичными для активного ила, поэтому представляется более безопасным для эксплуатационной надежности сооружений канализации.

## **Литература**

1. *Гончаренко Д. Ф., Коринько И. В.* Ремонт и восстановление канализационных сетей и сооружений. Монография. – Харьков: Рубикон, 1999. – 368 с.
2. *Бабич Е. М., Калущико Г. М., Петков А. А., Харитонова Е. В.* Обеззараживание поверхностей с помощью импульсного ультрафиолетового излучения. Сборник ХИСП, 1998, вып. 3, с. 84-86.
3. *Кузнецов О. Ю., Данилина Н. И.* Очистка и обеззараживание воды бактерицидным полиэлектродом. // Водоснабжение и санитарная техника, 2000, № 12, с. 8-10.

### **В. А. Юрченко, А. А. Петков, Є. В. Бригада ВИКОРИСТАННЯ БІОЦИДНИХ ВПЛИВІВ ДЛЯ БОРОТЬБИ ІЗ ЗБУДНИКАМИ МІКРОБІОЛОГІЧНОЇ КОРОЗІЇ БЕТОНУ В ТРУБОПРОВОДАХ ВОДОВІДВЕДЕННЯ**

#### **Резюме**

Результати експериментальних досліджень свідчать про високу резистентність накопичувальної культури тіонових бактерій, що іммобілізовані на бетоні, до хімічних та фізичних біоцидних впливів. Для експлуатаційної безпеки біологічних очисних споруд біоцидні обробки в трубопроводах водовідведення краще вести за допомогою фізичних біоцидних факторів – УФ-випромінювання. Хімічні біоциди бажано вводити тільки на склепінну частину трубопроводів.

**Ключові слова:** хімічні біоциди, УФ-випромінювання, кислотоутворення, тіонові бактерії.

### **V. Yurchenko, A. Petkov, E. Brigada USING OF BIOCIDAL INFLUENCES FOR FIGHTING WITH MICROBIAL CONCRETE CORROSION OF THE SEWER-PIPES**

#### **Summary**

The results of experimental researches say about high resistance of rich culture of tionic bacteria, immobilizing on a concrete, for chemical and physical biocidal influences. For the operation safety of biological treatment constructions in the sewer-pipes is better to carry out using physical biocidal factors – ultra-violet radiation. The chemical biocides are desirable introduced only on arch part of pipelines.

**Key words:** chemical biocides, UV- radiation, acid formation, tionic bacteria.