

Напечатано по черновикам

ЖУРНАЛ «ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ВОДЫ»

1995, Т.17, № 6, с.261 – 264.

Ил. 2, библиогр. 7 назв.

УДК 622.765.06

Н.И. Куликов, А.А. Эннан, В.В. Костик, М.Г. Бельдид
**УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ
БИОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ
ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ**

Описана малогабаритная установка для изучения процессов биохимической очистки промышленных газовых выбросов, позволяющая проводить исследования в условиях максимально приближенных к реальным; оценивать возможность использования отдельных штаммов микроорганизмов для утилизации газов определенного состава; определять эффективную насадку для иммобилизации микрофлоры; устанавливать технологические параметры газоочистки.

Отходящие газы промышленных предприятий, как правило, содержат сложный комплекс соединений органического и неорганического происхождения [1]. В технологических схемах очистки газовых выбросов используют химические и физические методы [2], которые наряду с достоинствами имеют существенные недостатки [3]. В последнее время для решения такой задачи применяют биологический метод газоочистки, важным преимуществом которого является возможность ведения процесса при обычной температуре (10 – 40°С) и атмосферном давлении [4]. Однако широкому внедрению экологически чистых и простых в эксплуатации установок биологической газоочистки препятствует отсутствие сведений о биохимических процессах, протекающих в биореакторах при очистке выбросов конкретного состава.

Нами разработана, изготовлена и опробована малогабаритная установка для изучения процессов биохимической очистки отходящих газов. Она позволяет проводить исследования в условиях максимально приближенных к реальным, что дает возможность, например, оценить пригодность того или иного штамма микроорганизмов для утилизации отходящих газов определенного состава, установить основные технологические параметры биохимической газоочистки, определить эффективную насадку биореакторов.

Установка (рис.1) состоит из газогенератора (1), биореактора с омываемым слоем (3) и биореактора с иммобилизованными микроорганизмами (5) (в дальнейшем, соответственно БОС и БИМ).

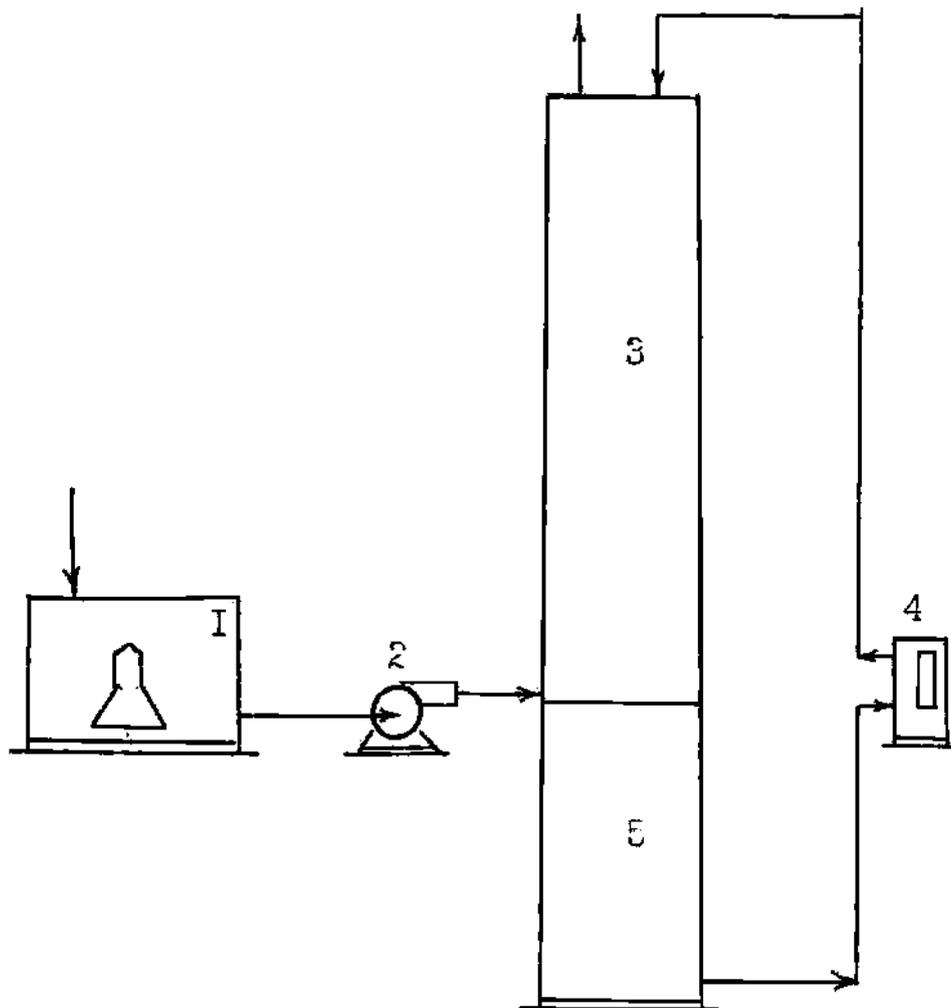


Рис. 1. Принципиальная схема установки для исследования процессов, протекающих при биохимической очистке промышленных газовых выбросов: 1 —газогенератор; 2 – компрессорная установка; 3 – БОС; 4 – автоматический поршневой дозатор; 5 – БИМ.

Генератор (1) представляет собой закрытую емкость 10 дм^3 , в котором смонтировано устройство, позволяющее регулировать подачу количества жидкого топлива в зону горения в пределах $5 - 25 \text{ г/ч}$. Приток свежего атмосферного воздуха, необходимого для поддержания процесса горения и установления определенной концентрации ингредиентов дымовых газов, регулируется посредством специальной щелевой диафрагмы.

Из генератора (1) отходящие дымовые газы с помощью компрессорной установки (типа УК 40-2М) (2) нагнетают в БОС (3) – стеклянную колонну (биоскруббер) диаметром 55, высотой $2 \cdot 10^3 \text{ мм}$. Подаваемый на очистку газ проходит через биоскруббер снизу вверх. Последний содержит носитель с развитой поверхностью, покрытой слоем микроорганизмов – биологическим слоем. Слой биокатализатора орошается жидкостью, содержащей минеральные соли, необходимые для

питания бактерий. Орошающую жидкость подают автоматическим поршневым дозатором (4) (типа А-2) через спринклерное устройство сверху навстречу потоку очищаемого газа.

Вещества, подлежащие деструкции, при прохождении отходящих дымовых газов через слой биокатализатора распределяются между газовой фазой и пленкой орошающей жидкости (омывающей поверхность биокатализатора), диффундируют через нее и разрушаются в биологическом слое, адсорбируются циркулирующей жидкостью, адсорбируются носителем.

Очищенный газ отводят через штуцер в верхнем фланце БОС в атмосферу, орошающая жидкость по насадке стекает в БИМ (5) – стеклянную колонну диаметром 55, высотой $1 \cdot 10^3$ мм, где осуществляется ее регенерация. Диоксид углерода, образующийся при микробиологической деструкции, удаляется из орошающей жидкости в очищаемый газ и далее уходит в атмосферу. Жидкость, прошедшая стадию биологической очистки возвращается дозатором (4) в БОС (3).

С помощью описанной установки можно изучать влияние следующих параметров на эффективность биоочистки: концентрации биомассы и ее вида, габаритов БИМ и времени пребывания в нем регенерируемой жидкости, состава орошающей жидкости, значения рН жидкости, соотношение объемов газ – жидкость, величины площади раздела фаз, материала насадки, температуры отходящего дымового газа.

При опробовании установки в лабораторных условиях в качестве объекта исследований использовали дымовые газы, отходящие при горении авиационного керосина. Поступающий на очистку газ содержал, мг/м³: оксидов азота – 2,5 – 18,0; оксида углерода – 80,0 – 310,0; углеводородов нефти – 400,0 – 800,0.

Орошающей жидкостью служили водные растворы минеральных солей, содержащие, г/дм³: NaH_2PO_4 – 0,066; K_2HPO_4 – 0,066; NH_4Cl – 0,297; $FeSO_4$ – 0,013; $ZnCl_2$ – 0,012; $MgSO_4$ – 0,012. Значение рН свежеприготовленной орошающей жидкости составляло 8,0, после газоочистки – 7,0.

Насадка представляла собой «Ерш», разработанный и изготовленный ИПЦ «Биотехнология очистки воды» из капроновых и лавсановых волокон, диаметр которых составлял соответственно 0,1 мм и 0,015 мм. Причем, в секции БОС насадкой являлся капроновый «Ерш», а в секции БИМ – лавсановый.

Для иммобилизации на насадке в установку вносили смешанную культуру микроорганизмов, заранее адаптировавшихся к росту в водной среде, насыщенной продуктами сгорания авиационного керосина.

Во время проведения исследований из установки периодически отбирали пробы газа и анализировали их на содержание оксидов азота, оксида углерода и углеводородов нефти. О степени загрязненности и регенерации орошающей жидкости судили по величине БПК₅. Анализы

газа и орошающей жидкости проводили по стандартным методикам, описанным в [5, 6].

Величину нагрузок и окислительной мощности биореакторов рассчитывали по методикам, описанным в [7].

На рис. 2 приведены зависимости, отражающие характер изменения окислительной мощности БОС и БИМ с течением времени их эксплуатации.

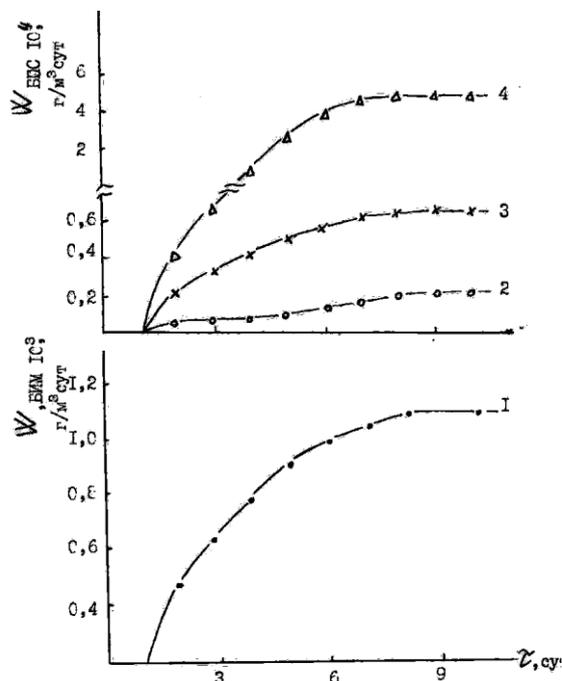


Рис. 2. зависимость окислительной мощности биореакторов ($W_{\text{БОС}}$), ($W_{\text{БИМ}}$) от времени (τ) их эксплуатации. Окислительная мощность БИМ по БПК₅ – (1) и БОС по оксидам азота (2), оксиду углерода (3) и углеводородам нефти (4)

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что установка выходит на оптимальный режим газоочистки на 8 – 10-е сутки. При этом окислительная мощность БОС в условиях опытов составила, $\text{г/м}^3 \cdot \text{сут.}$: по оксидам азота – $2,3 \cdot 10^3$; по оксиду углерода – $6,2 \cdot 10^3$; по углеводам нефти – $5 \cdot 10^4$. Окислительная мощность БИМ, при нагрузке по БПК₅ – $4,5 \cdot 10^3 \text{ г/м}^3 \cdot \text{сут.}$, составила $1,1 \cdot 10^3 \text{ г/м}^3 \cdot \text{сут.}$

Эффективность газоочистки зависела от нагрузки и для различных загрязнений находилась в пределах от 25 до 97 %-тов. Наиболее глубоко очищался газ от оксидов азота, степень очистки составляла 80 – 97 %-тов. Наименьшая степень очистки достигнута по оксиду углерода – 40 – 70 %-тов. Повышение эффективности изъятия из дымовых газов оксида углерода наблюдалось при модификации поверхности волокон насадки различными присадками, например, пылевидным активированным углем. Исследования по модификации поверхности волокон насадки с целью повышения эффективности работы биоскрубберов при извлечении из газов различных загрязнителей продолжаются.

Таким образом, предлагаемая установка для исследования процессов, протекающих при биохимической газоочистке, позволяет довольно быстро определять окислительную мощность биореакторов с иммобилизованной микрофлорой, устанавливать основные технологические параметры, необходимые для оценки производительности и габаритов промышленной очистной установки. Исследования на такой малогабаритной установке, проведенные непосредственно в зоне выброса промышленных газов, позволят, с одной стороны, значительно сократить продолжительность и объем научных, поисковых работ, с другой, существенно сократить сроки проектирования и ввода в эксплуатацию сооружений биохимической газоочистки.

Литература

1. Аникеев В.А., Конн И.З., Скалкин Ф.В. технологические аспекты охраны окружающей среды. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 252 с.
2. Защита от промышленных загрязнений. Справ.изд.: в 2-х ч. /Под ред. С.Калверта, Г.М. Инглунда. – М.: Металлургия, 1988. – ч. I. – 760 с.
3. Матрос Ю.Ш., Носков А.С. Обезвреживание газовых выбросов промышленных производств //Успехи химии. – 1990. – 5, № 10. – С. 1700 – 1727.
4. Биологические методы очистки воздуха. /И.Б. Уткин, М.М. Якимов, Е.И. Козляк, И.С. Рогожин //Прикл.биохимия и микробиология. – 1989. – 25, № 6. – С. 723 – 733.
5. Сборник методик по определению концентраций загрязняющих веществ в промышленных выбросах. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 101 с.
6. Унифицированные методы анализа вод /Под ред. Ю.Ю. Лурье. – М.: Химия, 1973. – 376 с.
7. Калицун В.И., Ласков Ю.М. Лабораторный практикум по канализации. – М.: Стройиздат, 1987. – 125 с.

Физико-химический институт
защиты окружающей среды
и человека при Одесском
государственном университете им. И.И.Мечникова

Поступила _____