

УДК 628.543

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ В ПУЛЬСАЦИОННОМ БИОРЕАКТОРЕ

канд. техн. наук, доц. **В.Н. ЯРОМСКИЙ**
(Отдел проблем Полесья НАН Беларуси),
М.В. ЯКОВЧИЦ

(Брестский государственный технический университет)

Представлены результаты исследований эффективности работы пилотной установки пульсационного биореактора в условиях реального стокообразования. Определены основные технологические параметры процесса биологической очистки, которые можно принять за основу при проектировании пульсационного биореактора.

Аэробная биологическая очистка производственных сточных вод в пульсационном биореакторе [1, 2] представляет собой сложный процесс, зависящий от множества факторов: исходной концентрации загрязнений; концентрации биомассы, участвующей в процессе окисления загрязнений; температуры и активной реакции среды; гидравлической и органической нагрузки; концентрации кислорода; времени пребывания сточных вод в аппарате и др. Однако все факторы, влияющие на процесс биологической очистки в пульсационном биореакторе, можно разделить на две категории: *управляемые*, зависящие от условия работы пульсационного биореактора или технологической схемы в целом (концентрация взвешенной биомассы, время пребывания сточных вод в аппарате, гидравлическая нагрузка, концентрация кислорода), и *неуправляемые*, зависящие от условия стокообразования и других внешних факторов (температура, активная реакция среды, исходная концентрация загрязнений, органическая нагрузка и др.).

Основная задача эксперимента - исследование влияния управляемых факторов на эффективность процесса биологической очистки пульсационного биореактора с целью определения оптимальных параметров работы аппарата, а именно: времени пребывания сточных вод в биореакторе и концентрации взвешенной биомассы, при которых будут наблюдаться максимальные значения эффекта очистки, так как именно эти параметры и будут приняты за основу при проектировании пульсационного биореактора.

На стадии проведения исследований по определению технологических параметров работы пульсационного биореактора в процессе биологической очистки приняты конструктивные параметры биореактора, определенные в [3], при которых наблюдаются максимальные значения объемного коэффициента массопередачи, а следовательно, и максимальная скорость очистки: частота колебания насадки $n = 1,3$ Гц; амплитуда колебания $s = 67$ мм; площадь насадки $F_n = 0,906$ м²; расстояние между дисками насадки $\Delta = 12$ мм.

Исследования проводились на базе ОАО «Пружанский молочный комбинат» в условиях реального стокообразования. Схема экспериментальной установки представлена на рис. 1.

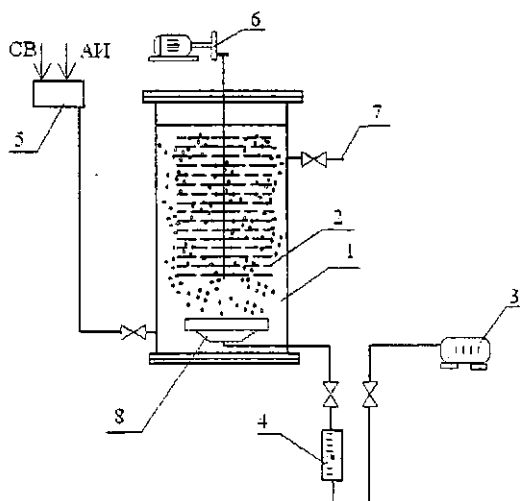


Рис. 1. Схема экспериментальной установки

по определению технологических параметров пульсационного биореактора:

- 1 – пульсационный биореактор; 2 – дисковая насадка; 3 – компрессор УК-1М;
4 – ротаметр РС-5; 5 – воронка для заполнения биореактора сточной водой и активным илом;
6 – электропривод; 7 – пробоотборник; 8 – дисковый аэратор

Эксперимент выполняли в следующей последовательности: заполняли биореактор фиксированным объемом сточных вод, измеряли XPK_{yck} [4, 5] сточной воды, затем добавляли в сточную воду адаптированную культуру микроорганизмов, перемешивали и смесь аэрировали. Аэрация происходила при постоянной подаче воздуха $Q_{возд}$, равной 0,51 л/с. Через определенные промежутки времени отбирали пробы сточной жидкости, отстаивали в течение 30 минут, измеряли XPK_{yck} осветленной воды и концентрацию взвешенной биомассы по сухому веществу $a_{взв}$ [4, 5]. Результаты исследований представлены на рис. 2.

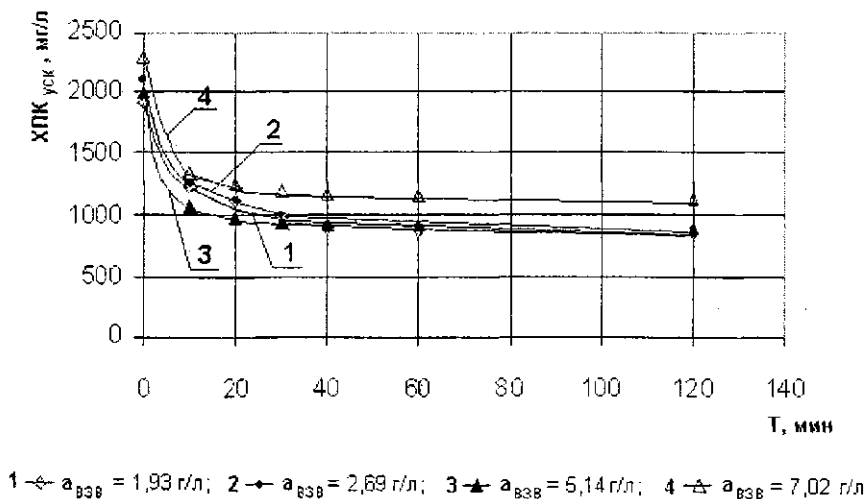


Рис. 2. Кинетика изменения концентрации органических загрязнений по XPK_{yck} в пульсационном биореакторе

Проанализировав кинетику изменения органических загрязнений в исследуемых производственных водах при различных концентрациях свободноплавающей биомассы, пришли к выводу, что максимальная скорость окисления наблюдается в первые 40 минут работы биореактора, после чего реакция биоокисления замедляется. Через 40 минут пребывания производственных сточных вод в пульсационном биореакторе эффекточистки в зависимости от концентрации взвешенной биомассы составлял от 48,8 % до 55,8 %. Наибольшие значения эффекта очистки наблюдались при концентрации взвешенной биомассы $a_{взв} = 2,69$ г/л и $a_{взв} = 5,14$ г/л по сухому веществу.

На следующем этапе исследований определяли оптимальную концентрацию взвешенной биомассы в пульсационном биореакторе, при которой наблюдался максимальный эффект биологической очистки.

Эксперимент выполняли в следующей последовательности: заполняли биореактор фиксированным объемом сточных вод, измеряли XPK_{yck} сточной воды, затем добавляли в сточную воду адаптированную культуру микроорганизмов, перемешивали и смесь аэрировали в течение 35 мин при постоянной подаче воздуха: $Q_{возд} = 0,51$ л/с. По истечении 35 минут производили отбор проб, отстаивали 30 минут, измеряли XPK_{yck} осветленной воды и концентрацию взвешенной биомассы по сухому веществу.

Исходная концентрация органических загрязнений по XPK_{yck} исследуемых сточных вод составляла $L_0 = 938 - 6115$ мг/л, концентрация взвешенной биомассы по сухому веществу изменялась в интервале от 0,07 г/л до 9,05 г/л. На протяжении всего эксперимента производили контроль за концентрацией кислорода в биореакторе, температурой и pH среды. На момент проведения эксперимента температура смеси сточных вод изменялась в интервале 18-34 °С, pH исследуемой среды находилась в интервале 6,15 - 8,20, концентрация кислорода в аппарате изменялась в зависимости от концентрации взвешенной биомассы. Графики изменения концентрации кислорода и эффекта очистки в пульсационном биореакторе в зависимости от концентрации взвешенной биомассы приведены на рис. 3.

Как видно из рис. 3, максимальный эффект очистки достигается при концентрации взвешенной биомассы $a_{взв} = 4,2$ г/л по сухому веществу, при этом содержание кислорода в биореакторе составляет 2,5 мг/л. Область оптимальных значений концентрации взвешенной биомассы, которые будут обеспечивать удовлетворительную работу биореактора, находится в интервале 3,80 - 4,85 г/л по сухому веществу. При дальнейшем увеличении концентрации взвешенной биомассы в биореакторе наблюдается снижение эффекта очистки. Это объясняется тем, что при повышении концентрации биомассы увеличивается и потребление кислорода.

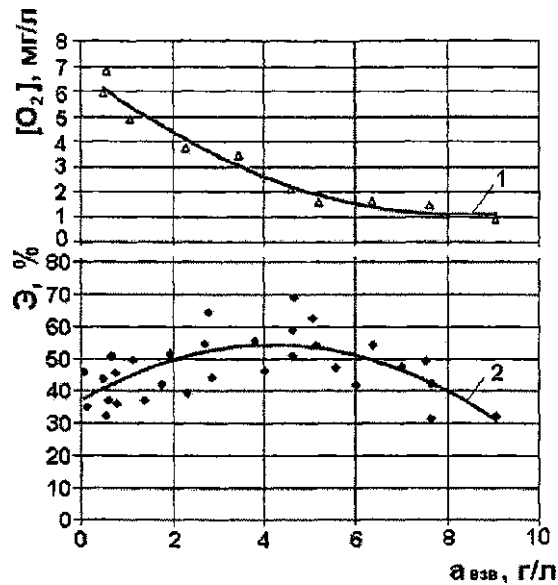


Рис. 3. Зависимость концентрации кислорода и эффекта очистки в пульсационном биореакторе от концентрации взвешенной биомассы: 1 - концентрация кислорода, мг/л; 2- эффект очистки, %

Как показали результаты эксперимента, при увеличении концентрации взвешенной биомассы снижается концентрация кислорода в биореакторе, а при ее величине более 4,85 г/л в аппарате наблюдались значения, меньшие минимально допустимой концентрации кислорода для процесса биологической очистки.

Таким образом, в результате проведения исследований были определены оптимальные технологические параметры процесса биологической очистки в пульсационном биореакторе: концентрация взвешенной биомассы 3,80 г/л - 4,85 г/л по сухому веществу; время пребывания сточных вод в аппарате 35 -40 мин, которые можно принять за основу при проектировании пульсационного биореактора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 810 ВУ, МКИ С 02F 3/10. Устройство для биологической очистки сточных вод / В.Н. Яромский, М.В. Яковчиц. - № u20020178; Заявл. 17.06.2002; Опубл. 30.03.2003 // Гос. реестр полезн. моделей.
2. Яковчиц М.В. Методы и сооружения для очистки производственных сточных вод молокоперерабатывающих предприятий от органических загрязнений / Брестский гос. техн. ун-т. - Брест, 2003, - 20 с. - Деп. В БелИСА 9.06.03, № Д200342 // Реф. сб. непубликуемых работ № 1(27).
3. Очистка сточных вод предприятий молочной промышленности в пульсационных биореакторах: Отчет о НИР / УО «БрГТУ»; Рук. темы М.В. Яковчиц. - № ГР 20021409. - Брест, 2003. - 46 с.
4. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. - М.: Химия, 1984. -448 с.
5. Методика проведения технологического контроля работы очистных сооружений городской канализации. - М.: Стройиздат, 1971. -231 с.