

Н.С. Ручай, доцент; И.А. Ровенская, ассистент; И.А. Гребенчикова, ассистент;
Е.А. Королевич, студент

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ СТОЧНОЙ ВОДЫ ПАРФЮМЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

The process of perfumery wastewater purification has been investigated. The treatment efficiency, when using coagulant with additional processing in aerobic bioreactor with immobilized microflora, has been determined.

Многие предприятия не имеют собственных сооружений для очистки сточных вод, что негативно сказывается на экологической обстановке в республике Беларусь. В связи с ужесточением требований к уровню загрязненности стоков, поступающих на городские очистные сооружения, сформировалась потребность в компактных малознергоемких установках для локальной очистки сточной воды.

Практически для каждого вида промышленных стоков необходим научно обоснованный подход к созданию оптимального технологического процесса очистки.

В настоящей работе поставлена задача исследовать различные варианты очистки сточной воды парфюмерного производства для разработки технологического процесса локальной очистки стока.

Объектом исследования являлась сточная вода парфюмерного производства, характеризующаяся следующими показателями: pH 6,8–7, ХПК – 3000–3400 мг/л, БПК₅ – 1400–1600 мг/л, сухие вещества – 2400–2600 мг/л, взвешенные вещества – 1200–1600 мг/л, ПАВ – 12–400 мг/л, хлориды – 20–400 мг/л, жиры – до 140 мг/л. В составе сточной воды присутствуют органические жирные кислоты (C₁₂–C₁₈), сорбитол, глицерин, натрийкарбоксиметилцеллюлоза, мел, фториды.

Высокое содержание взвешенных веществ в сточной воде обуславливает целесообразность исследования процесса осветления стока коагуляцией. В качестве коагулянтов использовали производимые в промышленных масштабах коагулянт А («Аква-Аурат-10», г. Москва) и коагулянт П («Полвак-68», г. Пологи, Украина), основу которых составляют гидроксохлориды алюминия. Степень осветления сточной воды при обработке коагулянтами контролировали по изменению оптической плотности на фотоэлектроколориметре КФК-3 при длине волны $\lambda = 400$ нм и толщине кюветы 1 см. Расход коагулянтов в экспериментах составлял 0,15–0,50 мл по товарному препарату на 1 л сточной воды.

Эксперименты показали (рис. 1, 2), что исследованные коагулянты обладают высокой эффективностью: быстро формируется осадок взвешенных веществ, и оптическая плотность сточной воды снижается с 2,5–2,7 до 0,1–0,3. Осаждение взвешенных веществ протекает с наибольшим эффектом при расходе коагулянта А – 0,4 мл/л, коагулянта П – 0,3 мл/л. Сравнительный анализ осветляющей способности коагулянтов показывает, что предпочтительно использование коагулянта А, который обеспечивает более высокую степень осветления стока, чем коагулянт П.

Динамика формирования осадка при обработке сточной воды коагулянтами приведена на рис. 3. В ходе исследования пробу сточной воды объемом 20 мл обрабатывали коагулянтами при их оптимальных дозах. Степень уплотнения осадка контролировали по объему его слоя в вертикальном мерном цилиндре. Как следует из рисунка, после введения коагулянтов в сточную воду осадок уплотняется в течение 20 мин и занимает 15% от объема осветляемой воды.

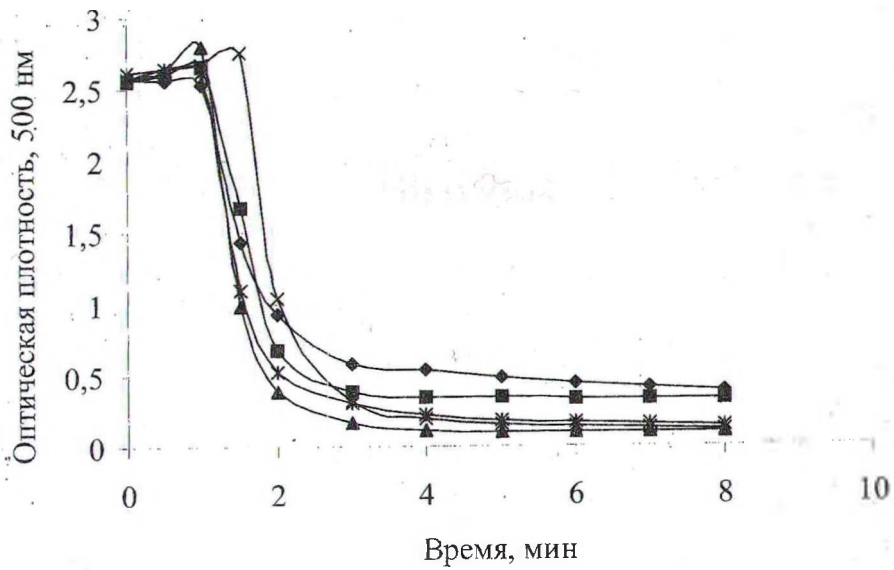


Рис. 1. Осветление сточной воды коагулянтом А; доза коагулянта: ◆ – 0,3 мл/л; ■ – 0,35 мл/л; ▲ – 0,4 мл/л; × – 0,45 мл/л; * – 0,5 мл/л

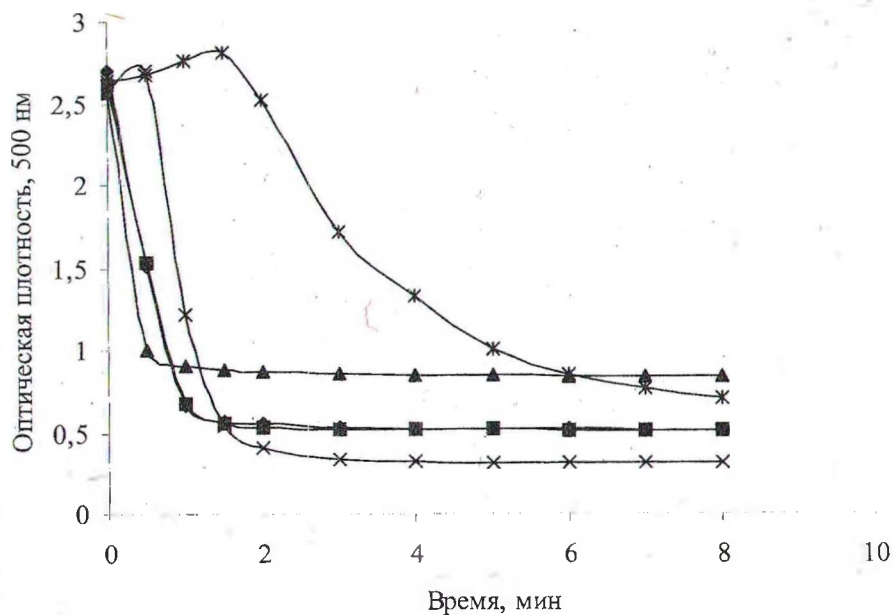


Рис. 2. Осветление сточной воды коагулянтом В; доза коагулянта: ■ – 0,2 мл/л; ▲ – 0,25 мл/л; × – 0,3 мл/л; * – 0,4 мл/л

По величине показателей ХПК, БПК₅ и по содержанию взвешенных веществ осветленная сточная вода удовлетворяет требованиям, предъявляемым к сточной воде, подлежащей сбросу на городские очистные сооружения. Но содержание сухих веществ в осветленной сточной воде превышает допустимую норму.

Растворенные вещества могут быть удалены биологической доочисткой осветленного стока аэробной обработкой в биореакторе с иммобилизованными микроорганизмами. Для оценки биоразлагаемости растворенных органических соединений сточной воды и определения необходимости обогащения воды минеральными компонентами для эффективного роста

микроорганизмов – деструкторов исследовали рост произвольно отобранных 8 штаммов бактерий рода *Pseudomonas* на агаризованной осветленной сточной воде в присутствии источников азота, фосфора, калия и без них. Продолжительность выращивания культур на агаризованных средах в чашках Петри составила 4 сут (табл. 2). В течение первых двух суток наблюдался слабый рост всех культур вследствие адаптации их к новой среде.

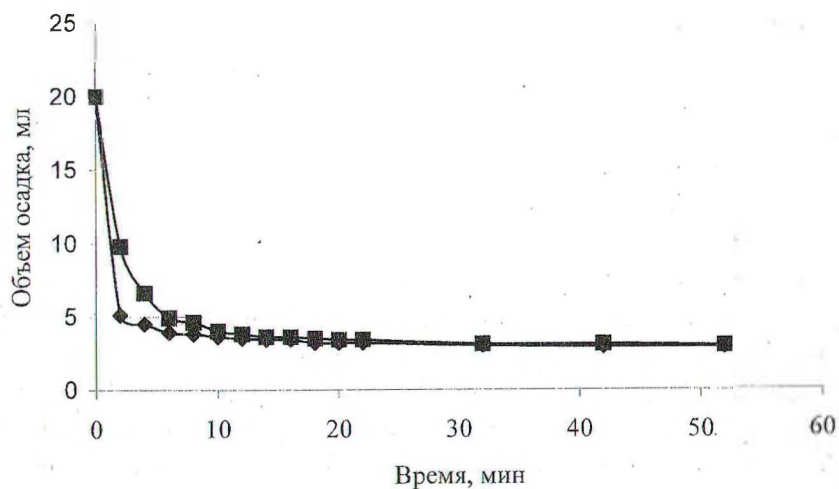


Рис. 3. Формирование осадка взвешенных веществ сточной воды под действием коагулянтов: ◆ – коагулянт А; ■ – коагулянт Б

Таблица 1

Основные показатели сточной воды до и после осветления

Показатели	Сточная вода			Требования к очищенной сточной воде
	исходная	после обработки коагулянтом А	степень очистки, %	
рН	6,8–7	6,8–7	–	6–9
ХПК, мг/л	3000	400	86,7	1000
БПК ₅ , мг/л	1400	200	85,7	400
Взвешенные вещества, мг/л	1200	400	66,7	400
Сухие вещества, мг/л	2400	1100	54,2	1000

Как свидетельствуют результаты эксперимента, в осветленной сточной воде содержатся растворенные биоразлагаемые соединения, которые ассимилируются всеми исследуемыми штаммами бактерий. Присутствие питательных солей не ускоряет рост бактерий. Следовательно, при аэробной доочистке осветленной сточной воды не требуется обогащение ее биогенными элементами. Высокой скоростью роста отличаются бактерии *Pseudomonas melochlora* и *Pseudomonas aurantica*.

Процесс доочистки осветленной сточной воды моделировали в аэрируемом биореакторе объемом 1,5 л, содержащем носитель в виде насадки «ВИЯ» для иммобилизации микроорганизмов. Биореактор функционировал в отъемно-доливном режиме в мезофильных условиях (30°C). Биологическую очистку сточной воды осуществляли спонтанно развивающимися при величине рН 6,8–7,2 микроорганизмами с подсевом бактерий *Pseudomonas melochlora* и *Pseudomonas aurantica* без обогащения очищаемой воды биогенными элементами.

В течение первых трех суток осуществляли наращивание биомассы развивающихся в осветленной сточной воде микроорганизмов с одновременной иммобилизацией клеток на носителе. Через каждые 8 ч производили отъем 1/3 объема жидкости из аппарата и ввод такого же объема исходной осветленной сточной воды.

Интенсивность роста бактерий на средах с осветленной сточной водой

Штаммы бактерий	Интенсивность роста	
	среда А (в присутствии солей)	среда Б (без солей)
<i>Pseudomonas ovalis</i> B – 149	++	++
<i>Pseudomonas melochlora</i> B – 877	+++	+++
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> B – 2	+	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> B – 7	+	+
<i>Pseudomonas fluorescens</i> B – 15	+	+
<i>Pseudomonas fluorescens</i> B – 18	+	+
<i>Pseudomonas aurantica</i> B – 162	+++	+++
<i>Pseudomonas aurantica</i> B – 876	++	++

После накопления биомассы иммобилизованных микроорганизмов произвели залповую замену всей жидкости в биореакторе на исходную осветленную сточную воду и исследовали динамику изменения уровня загрязненности очищаемой воды по величине показателя ХПК и содержанию сухих веществ.

Как следует из рис. 4, обработка осветленной коагулянтом сточной воды в аэробном биореакторе с иммобилизованными микроорганизмами приводит к двукратному снижению величины ХПК и содержания сухих веществ. Чтобы обеспечить содержание сухих веществ в очищенной воде ниже предельно допустимой величины достаточна аэрация стока в биореакторе в течение 3–4 ч.

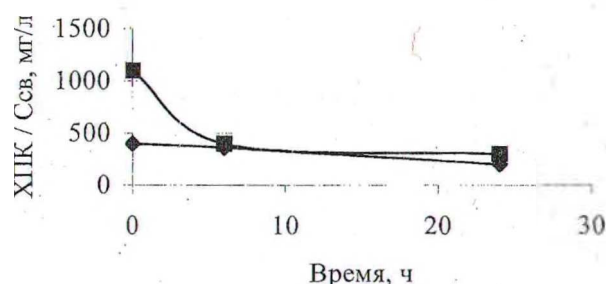


Рис. 4. Динамика снижения ХПК и концентрации сухих веществ в процессе доочистки осветленной сточной воды в аэробном биореакторе с иммобилизованными микроорганизмами: ◆ — ХПК, ■ — сухие вещества.

Таким образом, для локальной очистки сточной воды парфюмерного производства целесообразно применение двухступенчатого технологического процесса, включающего осветление сточной воды обработкой коагулянтом с последующей доочисткой осветленного стока в аэрируемом биореакторе со спонтанно развивающимися в сточной воде микроорганизмами, иммобилизованными на насадке «ВИЯ». Последовательное выполнение этих операций обеспечивает снижение уровня загрязненности стока по ХПК на 86–87%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбань Н.С., Школьник Е.М. Использование иммобилизованных микроорганизмов для увеличения эффективности очистки сточных вод // Химия и технология воды. — 1995. — № 4 — С. 444–449.
2. Превер А.В., Радовенчик В.М. Оценка эффективности коагулянтов при очистке сточных вод картонного производства // Экотехнология и ресурсосбережение. — 1999. — № 1 — С. 65–68.