

УДК 57.083.18:004.4

*И.С. Майоров, Д.Г. Чухчин, О.М. Соколов*

## **МЕТОД КОНТРОЛЯ СОСТАВА АКТИВНОГО ИЛА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЦБП**

Предложен метод автоматического контроля состава активного ила на очистных сооружениях предприятий ЦБП.

*Ключевые слова:* автоматизированный метод, активный ил, интерпретация изображений, компонентный состав.

Микроорганизмы, как известно, играют ключевую роль в процессах очистки бытовых, промышленных и смешанных сточных вод. Микроорганизмы, в том числе и нитчатые бактерии, создают в среде аэротенков относительно устойчивый биоценоз, называемый активным илом [2]. Эти образования способны в первые же минуты контакта со сточной водой адсорбировать на своей поверхности порядка 50 % загрязнений, из которых около 10 ... 15 % быстро окисляются [3].

При благоприятных условиях происходит интенсивный рост содержания нитчатых микроорганизмов, который при достижении определенного уровня может оказаться неконтролируемым. Они становятся настоящим бедствием для сооружений биологической очистки сточных вод. Неконтролируемое протекание процесса роста нитчатых микроорганизмов приводит к ухудшению качества очистки сточных вод, возникновению чрезмерных нагрузок на оборудование по перекачке рециркулирующего и избыточного активного ила, а также к его вспениванию. Пена, появившаяся в аэротенках, может достигать толщины до 1,5 м [1].

Поэтому для эффективной биологической очистки сточных вод актуальным является непрерывный контроль состава активного ила. Как правило, эту трудоемкую операцию проводят с помощью микроскопа, субъективно оценивая в баллах содержание того или иного компонента ила. Точная количественная оценка содержания как нитевидных бактерий, так и других составляющих активного ила таким способом не представляется возможной.

В настоящее время благодаря высокопроизводительной компьютерной технике возможна количественная интерпретация изображений, полученных с помощью микроскопа. Для этого необходимо создание программно-аппаратного комплекса. В автоматическом режиме подсчета в тысячи раз возрастает скорость определения, что позволяет сократить продолжительность анализа и повысить его точность. Кроме контроля нитевидных бактерий, возможен также контроль других компонентов ила, размеров иловых хлопьев, содержания в иле золы и т.п.

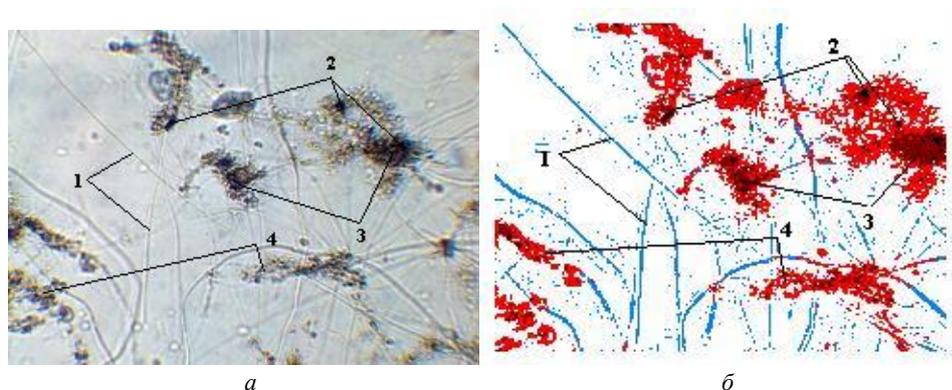


Рис. 1. Проверка правильности работы алгоритма: *a* – исходное изображение; *б* – обработанное изображение; 1 – нитчатые микроорганизмы (44 %); 2 – шлам (1 %); 3 – флоккулы ила (13 %); 4 – вновь образовавшиеся клетки ила (42 %)

На кафедре биотехнологии Архангельского государственного технического университета для определения компонентного состава активного ила разработан программно-аппаратный комплекс, состоящий из видеокамеры, микроскопа, компьютера и соответствующего программного обеспечения. Использование данного комплекса в сотни раз сокращает время анализа, так как на обработку одной пробы затрачивается несколько секунд.

Для анализа исходное изображение пробы может поступать как из ранее созданного фото- или видеофайла, так и с видеокамеры, совмещенной с микроскопом. Это позволяет работать в режиме реального времени, что очень важно для своевременной реакции на любые изменения состава активного ила. Комплекс способен отображать данные как в числовом, так и в графическом виде. Для проверки правильности работы алгоритма определения на экран выводят исходное изображение и изображение после обработки, на котором различными цветами обозначены нитчатые микроорганизмы, шлам и активный ил, нефлокулированный и находящийся во флоккулах (рис.1). Оператор комплекса может менять настройки программы в зависимости от используемого увеличения микроскопа, а также режима и интенсивности освещения.

В процессе работы накапливаются статистические данные, что позволяет отслеживать любые изменения состава проб за определенный период времени. Для получения данных о компонентном составе ила с точностью до сотых долей процента необходимо проанализировать более 300 изображений каждой пробы.

Разработанный программно-аппаратный комплекс был внедрен на станции биологической очистки сточных вод Котласского ЦБК. Данные о компонентном составе активного ила, полученные с помощью комплекса, были сопоставлены с различными показателями качества очистки. Наиболее показательной является зависимость ХПК, удаляемого при биологической очистке сточных вод, от процентного содержания количества нитчатых микроорганизмов (рис. 2).

График зависимости практически прямолинеен, коэффициент аппроксимации составляет 0,879. График построен по нескольким точкам, данные для которых были получены при определении состава активного ила в различные дни в период сезонного изменения состава активного ила. Каждая точка на графике представляет

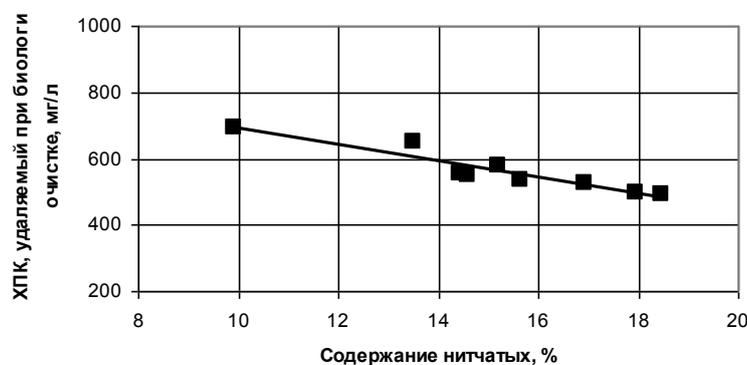


Рис. 2. Зависимость ХПК, удаляемого при биологической очистке, от содержания нитчатых микроорганизмов в активном иле

собой результат усреднения данных при обработке сотен мегабайт видеoinформации. Проведение параллельных измерений показало, что ошибка определения составляет доли процента, при этом изменение концентрации активного ила и методы отбора проб практически не влияют на точность получаемых результатов.

Таким образом, разработанный комплекс позволяет количественно оценивать компонентный состав активного ила. Предварительные исследования, проведенные на станции биологической очистки сточных вод Котласского ЦБК, показали, что имеется взаимосвязь между качеством очистки и компонентным составом активного ила.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голубовская Э.К. Биологические основы очистки воды / Э.К. Голубовская. – М.: Высш. шк., 1978.
2. Мурыгина В.П. Роль нитчатых микроорганизмов в процессах пенообразования на сооружениях очистки сточных вод / В.П. Мурыгина, С.В. Калужный // Успехи современной биологии. – 2004. – Т. 124, № 1.
3. Яковлев С.В. Биохимические процессы в очистке сточных вод / С.В. Яковлев, Т.А. Карюхина. – М.: Стройиздат, 1980.

Архангельский государственный  
технический университет

Поступила 26.04.05

*I.S. Majorov, D.G. Chukhchin, O.M. Sokolov*

#### **Control Method for Activated Sludge Composition at PPM Enterprises**

The automatic control method for activated sludge composition is proposed for the treatment plants of PPM enterprises.