

УДК 550.34 (476)

ОПТИМИЗАЦИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ БИООКСИЛИТЕЛЕЙ ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В.Н. ЯРОМСКИЙ

(Отдел проблем Полесья НАН Беларуси, Брест)

Рассмотрена биологическая очистка сточных вод молокоперерабатывающих предприятий. Показаны критерии оптимизации комбинированных биоокислителей при очистке сточных вод таких предприятий.

Для биологической очистки сточных вод молокоперерабатывающих предприятий перспективным является применение комбинированных биоокислителей - сооружений, в которых микрофлора находится в прикрепленном и свободноплавающем состоянии.

Работа сооружений биологической очистки во многом определяет технико-экономические показатели комплекса очистных сооружений в целом, поэтому критерием оптимизации комбинированных биоокислителей - погружных дисковых биофильтров-отстойников - должен быть показатель, соответствующий минимальной величине приведенных затрат. Однако оптимизация по приведенным затратам в значительной мере осложняется экономическими показателями, которые существенно зависят от местных условий. Последнее обстоятельство указывает на то, что поиск оптимальной конструкции и режима эксплуатации следует разделить на два этапа:

1) определение условий, обеспечивающих минимальные объемы комбинированного сооружения биологической очистки и наименьшие энергозатраты;

2) расчет приведенных затрат с учетом влияния местных условий и взаимодействия основных технологических процессов очистки сточных вод и обработки осадков.

Разработанная математическая модель процессов биологической очистки на комбинированных биоокислителях [1] позволяет осуществить первый этап оптимизации дискового биофильтра-отстойника [2]. Процесс может быть оптимизирован по минимальному периоду пребывания воды в сооружении, что адекватно наименьшему суммарному объему этого сооружения, и наименьшим энергозатратам на его введение в эксплуатацию.

Из графика зависимости эффекта очистки \mathcal{E} по органическим загрязнениям по БПК_{полн} от времени пребывания T в сооружении (рис. 1) следует, что оптимальное время пребывания находится в пределах от 0,5 до 1,0 часа. При дальнейшем увеличении времени пребывания в сооружении объем его увеличится в несколько раз, а эффективность возрастет на 1,5...2 %. На время пребывания сточных вод в сооружении существенное влияние оказывает коэффициент K_p , который выражает отношение площади дисков к объему сооружения, а площадь дисков пропорциональна массе микроорганизмов к ним прикрепленных. К тому же необходимо учитывать массу микроорганизмов, находящихся в свободноплавающем состоянии. В совокупности, коэффициент K' учитывает и массу прикрепленных, и массу свободноплавающих микроорганизмов, которая, по данным наших исследований, составляет примерно 10 % от прикрепленной массы.

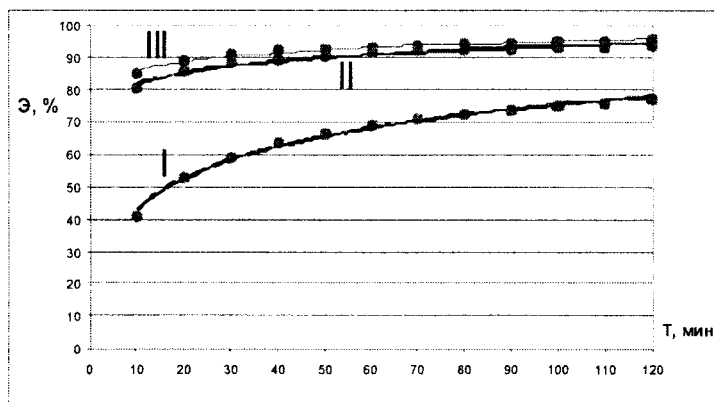


Рис. 1. Зависимость эффекта очистки \mathcal{E} (%) от времени пребывания T (мин):

1 – сточные воды гормолодавального завода; 2 – сточные воды сырокомбината; 3 – сточные воды маслозавода

На рис. 2 представлена степенная зависимость времени пребывания T сточных вод в биофильтре от коэффициента K_p . Из графика следует, что оптимальное время пребывания сточных вод в биофильтре

(область а - б) соответствует оптимальным значениям конструктивно-технологического коэффициента K_f (область с - d). Коэффициент K_f назван конструктивно-технологическим потому, что, с одной стороны, им определяются конструктивные размеры дискового биофильтра, а с другой стороны, определяется количество прикрепленной и свободноплавающей биомассы микроорганизмов, которая участвует в процессе биохимической очистки. Оптимальные значения конструктивно-технологического коэффициента находятся в пределах от 125 до 175 м²/м³.

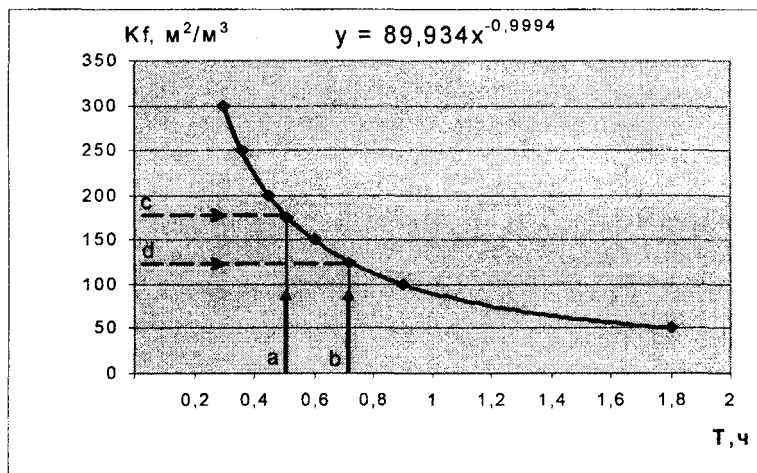


Рис. 2. Зависимость времени пребывания T сточных вод в биофильтре от коэффициента K_f

Вторичные отстойники являются составной частью сооружений биологической очистки, располагаются в технологической схеме непосредственно после биоокислителей и служат для выделения отмершей биопленки из биологически очищенной воды, выходящей из биофильтров.

Рассмотрим особенности конструкции и работы отстойника в составе дискового биофильтра-отстойника.

Дисковый биофильтр-отстойник (рис. 3) является не только комбинированным биоокислителем, но и комбинированным сооружением, сочетающим функции биохимической очистки и отстаивания. Такое сочетание в одном сооружении дает большие возможности по сокращению соединительных коммуникаций, а также по значительной экономии производственных площадей и создает лучшие условия эксплуатации.

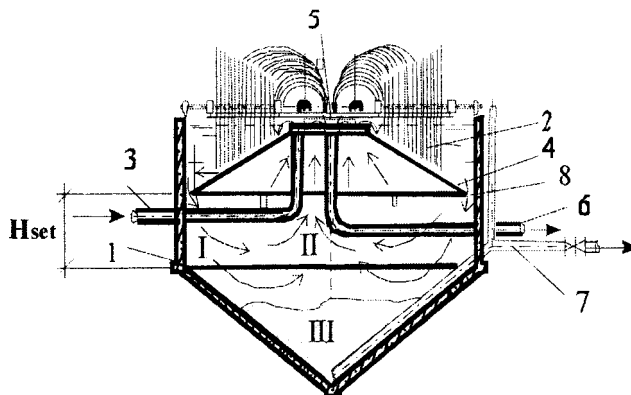


Рис. 3. Дисковый биофильтр-отстойник:

- 1 - отстойник; 2 - дисковый биофильтр; 3 - трубопровод для подачи сточных вод;
- 4 - погружная перегородка; 5 - лоток для сбора осветленной воды;
- 6 - трубопровод для отвода осветленной воды; 7 - трубопровод для отвода осадка; 8 - кольцевая щель;
- I - зона осаждения; II - зона осветления; III - зона накопления осадка

В результате биохимической очистки сточная вода вместе с отторгнутой биопленкой через кольцевую щель δ поступает в вертикальный отстойник в зону осаждения I. В результате исследований установлено, что в зоне осаждения наблюдается ламинарный режим движения жидкости ($Re \leq 410$). Далее биопленка поступает в зону накопления осадка III, а сточная вода, освободившись от основной массы

био пленки, поступает в зону осветления II, из которой переливается в круговой лоток, и по трубопроводу 6 выводится из сооружения.

Эффективность осветления биологически очищенной воды во вторичных отстойниках определяет, как правило, конечный эффект очистки воды и эффективность всего комплекса станции биофильтрации.

В рассматриваемом сооружении созданы наилучшие гидродинамические условия для осаждения био пленки.

В качестве обобщенной характеристики гидродинамического режима потока осветляемой воды находит применение коэффициент использования объема проточной части:

$$K_{set} = \frac{W_{прот}}{W_{общ}} = \frac{t_{факт}}{t_{от}},$$

где $W_{общ}$ – общий объем зоны отстаивания; $W_{прот}$ – объем проточной зоны, исключая вихревые зоны на входе и выходе из отстойника; $t_{факт}$ и $t_{от}$ – расчетная и фактическая продолжительность отстаивания соответственно.

Величина K_{set} определена для рассматриваемой конструкции вторичного отстойника на основе фактической продолжительности пребывания воды $t_{факт}$ в отстойнике методом трассирования и составила $K_{set} = 0,75$.

Для сравнения основных типов вертикальных отстойников в таблице приведены значения коэффициентов использования объема и эффективности осветления.

Вторичные отстойники независимо от их конструкции после биофильтров рассчитывают по нагрузке воды на их поверхность q_{ssb} , $м^3/(м^2 \cdot ч)$:

$$q_{ssb} = 3,6 \cdot K_{set} \cdot U_0,$$

где U_0 – гидравлическая крупность био пленки при полной биологической очистке сточных вод предприятий молочной промышленности, определена экспериментально и равна 1,0 мм/с.

Технологические показатели основных типов вертикальных отстойников

Тип впускного устройства вертикального отстойника	K_{set}	Θ , %	q_{ssb} , $м^3/(м^2 \cdot ч)$
С центральным впуском воды	0,3	40	1,08
С нисходяще-восходящим движением воды	0,65	60	2,34
С периферийным впуском и сбором в центре	0,75	80	2,7

Расчеты нагрузки сточной воды на поверхности вертикальных отстойников с различными впускными устройствами, представленные в таблице, показывают, что предлагаемая конструкция вертикального отстойника обладает максимальной пропускной способностью при неизменных основных конструктивных размерах (d и H_{sel}). При этом максимально достигаемая эффективность осветления сточных вод (до 80 %) делает к тому же предлагаемую конструкцию оптимальной.

В качестве критериев оптимизации работы дисковых биофильтров-отстойников могут быть приняты: время пребывания в био фильтре T , коэффициент K_f , коэффициент объемного использования отстойника K_{se} , численные значения которых в процессе очистки молочного стока составляют соответственно 0,5...0,7 ч, 125...175 $м^2/м^3$ и 0,75.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яромский В.Н. Очистка сточных вод предприятий молочной промышленности. - Брест: Академия, 2004. - 112 с.
2. Патент 2022939 РФ, МКИ С02 F3/06. Дисковый биофильтр-отстойник / В.Н. Яромский, А.В. Эрюжев, Т.М. Хмельницкая и др. - № 4891952/26; Заявл. 17.12.90; Оpubл. 15.11.94. Бюл. № 21 // Открытия. Изобретения. - 1994. - № 21. - С. 28.