

био пленки. Это говорит о том, что часть окислительной мощности погружных дисковых биофильтров приходится именно на свободноплавающую био пленку, в чем и заключается главное отличие дискового биофильтра от других сооружений биологической очистки.

УДК 628.351

Яромский В.Н., Ковальчук В.Л.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОСАЖДЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛЁНКИ В СТОЧНЫХ ВОДАХ МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В результате биологической очистки сточных вод предприятий молочной промышленности на комбинированных биологических окислителях образуется биологическая плёнка. Для отделения этой пленки применяют различные типы вторичных отстойников. В соответствии с требованиями нормативной литературы [1], основной расчетной величиной при проектировании вторичных отстойников после биоокислителей всех типов является гидравлическая крупность.

Цель настоящих исследований состояла в определении гидравлической крупности био пленки, её фракционного состава и эффективности осаждения в вертикальном отстойнике.

Исследования проводились по методике [2]. Объектом исследования являлась био пленка, полученная в результате биологической очистки на дисковом био фильтре-отстойнике (ДБФО) на локальных очистных сооружениях ОАО "Пружанский молочный комбинат" [3].

По результатам экспериментальных исследований был построен ряд графических зависимостей эффекта осветления сточных вод от начальной концентрации био пленки в исходной воде и различной продолжительности отстаивания. Одна из таких зависимостей представлена на рис. 1.

Анализ полученных графических зависимостей позволил установить, что эффект осветления сточных вод зависит от начальной концентрации био пленки в исходной воде, и увеличивается с повышением начальной концентрации био пленки. Оптимальным временем отстаивания био пленки можно

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ковальчук В.Л. Некоторые вопросы обработки осадков сточных вод молокоперерабатывающих предприятий // Рациональное использование природных ресурсов: Труды Международной конференции «Научные аспекты рационального использования природных ресурсов». / Брестский политехнический инст-т. – Брест. 1998. – с.133-136.

считать время, равное 1.5-2.0 часам.

Так как сточная вода, содержащая биомассу, является полидисперсной средой, величину гидравлической крупности определяли экспериментально, путем построения кривых осаждения взвеси – кривых зависимости относительного количества выпавшей био пленки ($p=mi/mo$) от времени отстаивания (t_{om}):

где mo - количество био пленки в исследуемой воде до начала осаждения, мг;

mi - количество био пленки, выпавшей за время (t_{om}), мг;

$$mi = (Co - Ci) \cdot V, \text{ мг} \quad (1)$$

$$mo = Co \cdot V, \text{ мг} \quad (2)$$

где Co - концентрация био пленки в исходной воде, мг/л;

Ci - концентрация био пленки в осветленной воде, мг/л;

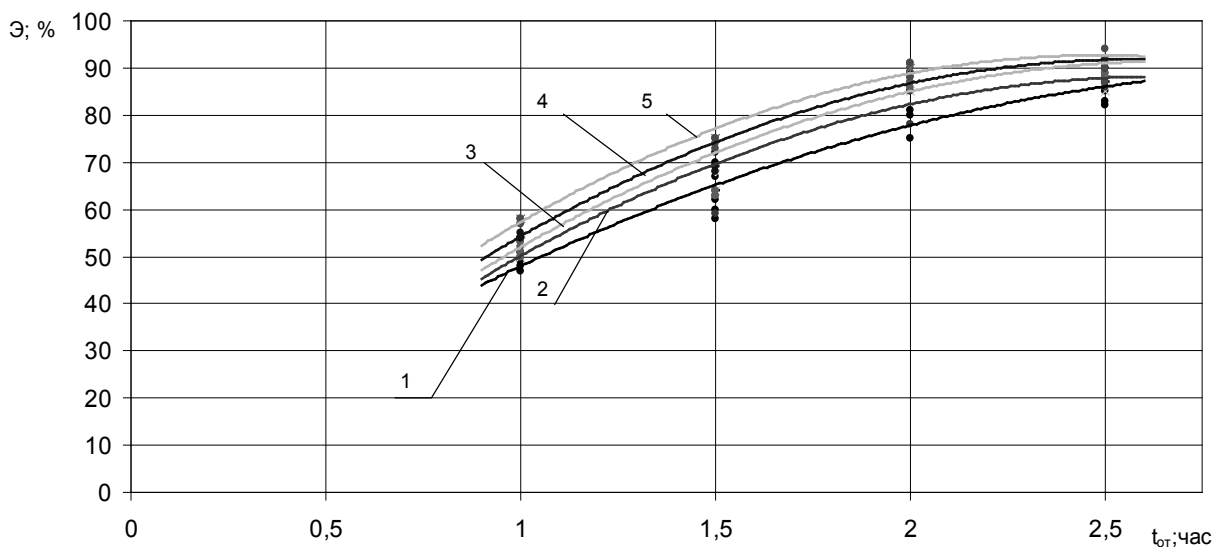
V - объем сточной воды в цилиндре, л.

По кривым осаждения определяли:

- значение гидравлической крупности частиц био пленки (u), по формуле (3):

$$u = \frac{h}{t}, \text{ мм/с} \quad (3)$$

где h - высота осаждения, мм; t - время осаждения, с;



1--- $Co=200$ мг/л; 2--- $Co=400$ мг/л; 3--- $Co=600$ мг/л; 4--- $Co=800$ мг/л; 5--- $Co=1000$ мг/л

Рис. 1. Зависимость эффекта осаждения био пленки (Э, %) от времени отстаивания (t_{om} , час) при различной концентрации био пленки (Co , мг/л).

Таблица 1. Экспериментальные и расчетные данные по определению осаждаемости биоплёнки

Наименование показателей	Значение показателей при продолжительности отстаивания, мин.							
	5	10	15	20	25	30	60	90
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Концентрация биоплёнки в исходной воде $C_0=2100$ мг/л								
Концентрация биоплёнки в осветленной воде; C_i , мг/л	609.2	315	275	190	190	167.7	146.9	105
Количество выпавшей биоплёнки; mi , мг	1490.8	1785.0	1825.0	1910.0	1910.0	1932.3	1953.1	1995.0
Относительное количество выпавшей биоплёнки; pi	0.71	0.85	0.87	0.91	0.91	0.92	0.93	0.95
Концентрация биоплёнки в исходной воде $C_0=2580$ мг/л								
Концентрация биоплёнки в осветленной воде; C_i , мг/л	723	387	310	180	180	129.1	129.1	103.2
Количество выпавшей биоплёнки; mi , мг	1857.0	2193.0	2270.0	2400.0	2400.0	2450.9	2450.9	2476.8
Относительное количество выпавшей биоплёнки; pi	0.72	0.85	0.88	0.93	0.93	0.95	0.95	0.96
Концентрация биоплёнки в исходной воде $C_0=2805$ мг/л								
Концентрация биоплёнки в осветленной воде; C_i , мг/л	701.3	420.7	336.6	224.5	196.4	140.2	140.2	84.2
Количество выпавшей биоплёнки; mi , мг	2103.7	2384.3	2468.4	2580.5	2608.6	2664.8	2664.8	2720.8
Относительное количество выпавшей биоплёнки; pi	0.75	0.85	0.88	0.92	0.93	0.95	0.95	0.97
Гидравлическая крупность частиц, выпавших за период отстаивания; мм/сек	1.7	0.8	0.6	0.42	0.33	0.28	0.14	0.09

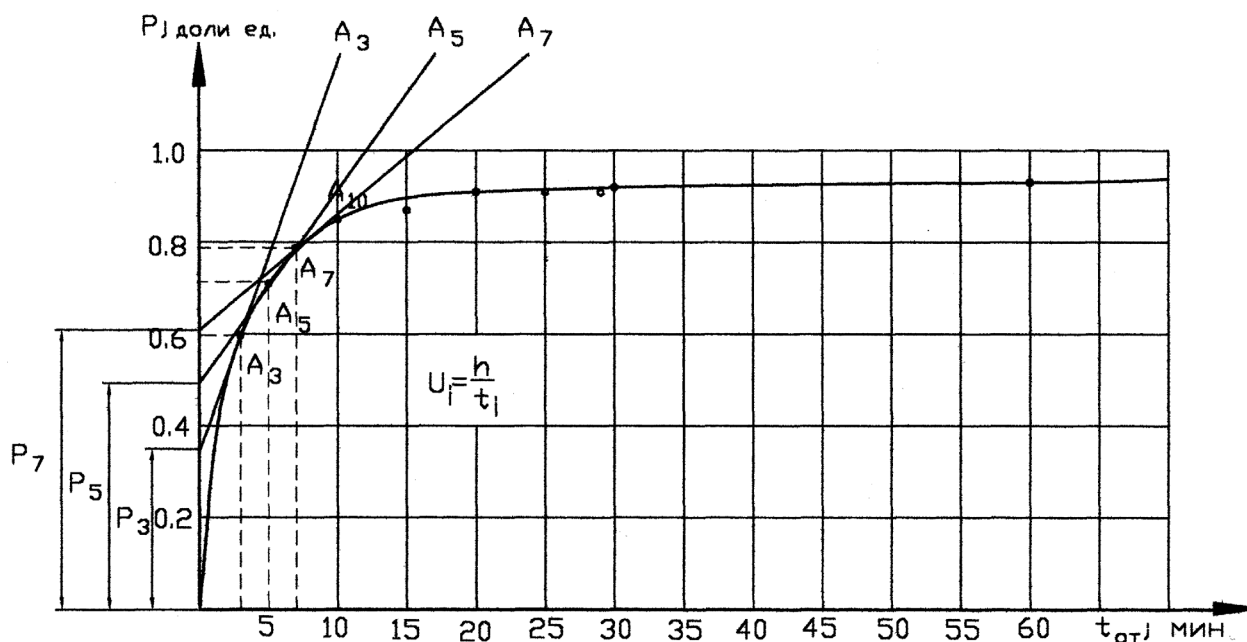


Рис. 2. Зависимость относительного количества выпавшей биоплёнки (P , доли ед.) от продолжительности отстаивания ($t_{от}$, мин) при начальной концентрации биоплёнки в исходной воде $C_0=2100$ мг/л.

- соотношение частиц биоплёнки определенного фракционного состава (определенной гидравлической крупности) по величине отрезка, отсекаемого на оси Y касательной, проводимой в различных точках кривой осаждаемости.

Результаты выполненных экспериментальных исследований по осаждению биоплёнки, с БПК₅ поступающей сточной жидкости в интервале от 800 до 1800 мг/л, и частоте вращения дисков 7 об/мин, представлены в таблице 1 и для одной из концентраций биоплёнки в исходной воде на рис. 2.

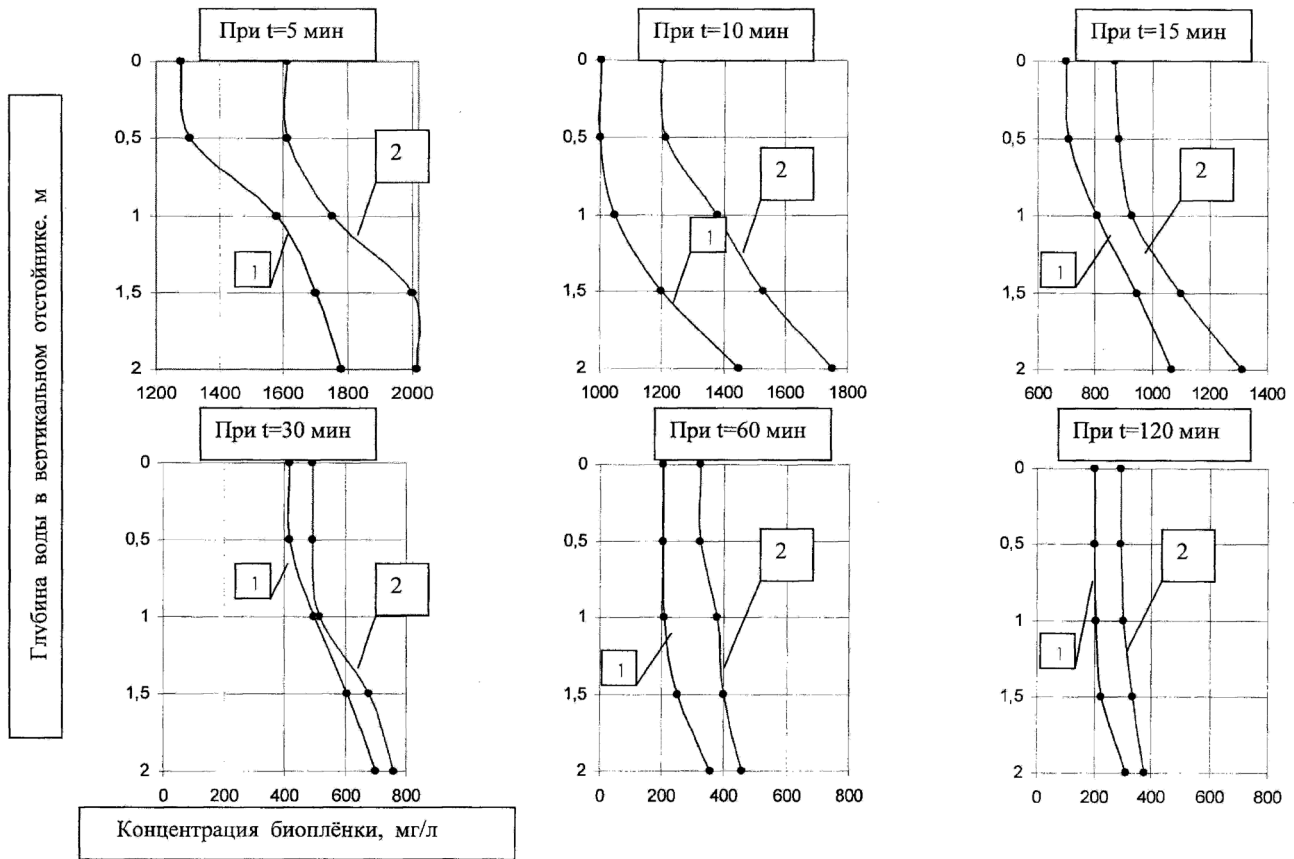


Рис. 3. Эпюры распределения биопленки по высоте вертикального отстойника при $C_0=1850$ мг/л (1) и $C_0=2050$ мг/л (2).

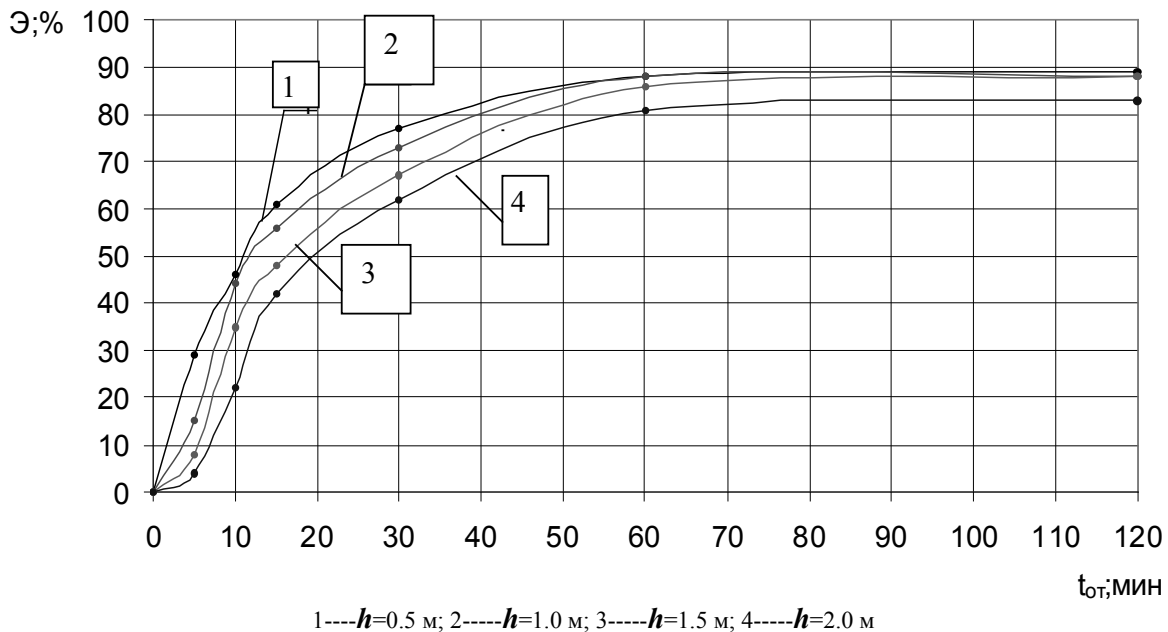


Рис. 4. График зависимости эффекта осветления сточных вод (\mathcal{E} ; %) от продолжительности отстаивания ($t_{от}$, мин) при различных высотах столба жидкости (h , м) и начальной концентрации биоплёнки $C_0=1850$ мг/л.

Поскольку частота вращения дисков во время проведения всей серии опытов была постоянна ($N_{вр}=7$ об/мин), а изменялось лишь значение БПК₅ исходной воды, то и начальная концентрация биоплёнки в ДБФО изменялась в незначительном диапазоне от 2100 до 2805 мг/л.

Таким образом, на основании выполненных экспериментальных исследований установлено, что гидравлическая крупность частиц биоплёнки, образующейся в ДБФО изменяется в пределах от 0.1 до 2-3 мм/с.

Зависимость эффекта осветления воды от концентрации в ней биоплёнки, свидетельствует о явлении её агломерации в процессе осаждения.

Так как явление агломерации биоплёнки может интенсифицироваться при увеличении пути для её осаждения, то в дальнейшем была поставлена цель выяснить эту зависимость.

Для определения эффективности осветления сточных вод была создана экспериментальная модель вертикального отстойника с рабочей высотой 2100 мм, диаметром 300 мм и рабочим объёмом 148 дм³.

Были проведены по три серии опытов с концентрацией биоплёнки в сточной воде 1850 мг/л и 2050 мг/л. Затем результаты трёх серий опытов для определённой концентрации – осреднялись.

По результатам проведённых исследований для каждой продолжительности отстаивания были построены эпюры распределения биоплёнки по высоте вертикального отстойника (рис. 3).

На основании эпюр для разных высот столба воды (0.5; 1.0; 1.5; 2.0 м) был определён эффект осветления сточной воды при различной продолжительности отстаивания (t_{om}). По результатам вычислений были построены графики зависимости $\mathcal{E}=f(t_{om})$ для различных значений начальной концентрации биоплёнки в сточной воде и различных значениях h и C_0 . Один из графиков представлен на рис. 4.

Анализ полученных графиков зависимости $\mathcal{E}=f(t_{om})$, позволяет выделить две характерные области осветления сточных вод.

Первая – область интенсивного осветления сточных вод, характерная для начальной продолжительности их отстаивания от 0 до 30 минут. Кривые зависимости $\mathcal{E}=f(t_{om})$ в этой области близки к прямым линиям. Столь интенсивное осветление сточной воды, можно объяснить явлением гравитационной коагуляции биоплёнки, в начальный период отстаивания.

Вторая – область слабого осветления сточных вод, характерная для конечного периода их осветления при продолжительности отстаивания более 30 минут. По данным визуального осмотра к этому периоду времени в сточной воде остаётся мало частиц биоплёнки, способных к самостоятельному осаждению.

УДК 628.395:547.281.1

Басов С.В., Халецкий В.А., Халитов В.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА г. БРЕСТА ФОРМАЛЬДЕГИДОМ

Город Брест имеет большое число постоянно действующих и мгновенных источников загрязнения. В результате работы промышленных предприятий, транспорта, ТЭЦ, котельных и других систем отопления зданий и сооружений в атмосферу поступает значительное количество токсичных веществ. Основная масса загрязнителей сосредоточена в самых нижних слоях атмосферы, концентрируясь в районах скопления промышленности, железнодорожного и автомобильного транспорта.

По данным наблюдений загрязнения атмосферного воздуха, полученным наблюдательными органами Брестоблгидромета [1], в последние годы в городской черте отмечаются устойчивые высокие максимально-разовые концентрации

Но осветление сточной воды в этой области также происходит благодаря агломерации частиц биоплёнки, которая обусловлена простым слипанием или же молекулярным притяжением. Этой агломерации частиц биоплёнки могут способствовать вихревые процессы и турбулентность потока.

При анализе графиков $\mathcal{E}=f(t_{om})$ можно заметить, что при продолжительности отстаивания сточных вод более 60 минут эффект её осветления практически не зависит от высоты столба сточной жидкости (эффект осветления колеблется в диапазоне 3-5%), а зависит только от продолжительности отстаивания и начальной концентрации биоплёнки в исходной воде.

В ходе проведения экспериментальных исследований было установлено, что гидравлическая крупность частиц биоплёнки изменяется в пределах от 0.1 до 2-3 мм/с; процентное содержание фракций биоплёнки определённой гидравлической крупности составляет: 60-70% для $u < 1$ мм/с; 25-35% для $u = 1-2$ мм/с; 5-15% для $u = 2-3$ мм/с., это означает, что биоплёнка является явно выраженной полидисперсной средой и при проектировании вторичных отстойников следует принимать значения скорости осаждения соответствующее требуемому эффекту осветления по кривым осаждаемости; оптимальное время отстаивания, при котором достигается эффект осветления, равный 75-85%, составляет 1.5-2 часа.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения. / Госстрой СССР. – М. ЦИТП Госстоя СССР, 1986. – 72 с.
2. Калицун В.И., Ласков Ю.М. Лабораторный практикум по водоотведению и очистке сточных вод/ Учебн. Пособие для вузов. – 2-изд., - М.: Стройиздат. 1995. – 266 с.
3. Яромский В.Н., Ковальчук В.Л. Очистка сточных вод молокоперерабатывающих предприятий на дисковом био-фильтре – отстойнике // Вестник Брестского госуд. техн. университета. – 2001. - № . – С. 81-83.

формальдегида в воздухе, превышающие предельно-допустимые (ПДК). Причем скачки ПДК наблюдаются во всех без исключения районах города.

Высокий уровень формальдегида в воздухе типичен для всех больших городов. Рост его в последние годы - повсеместное явление. В самых крупных центрах его содержание может доходить до 10 ПДК и более. В частности, крупные города России характеризуются очень высокими концентрациями формальдегида – среднее содержание по всем городам составляет 8 мкг/м³, что почти в 3 раза выше ПДК. Очень высокие средние концентрации формальдегида, превышающие 20 мкг/м³, отмечаются в Липецке и Норильске.

Басов Сергей Владимирович, к.т.н., доцент каф. инженерной экологии и химии Брестского государственного технического университета.

Халецкий Виталий Анатольевич, доцент каф. инженерной экологии и химии Брестского государственного технического университета.

Халитов Виталий Валерьевич, студент I курса электронно-механического факультета Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.