

348

TALLINNA POLÜTEHNILISE
INSTITUUDI TOIMETISED

ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

№ 348

СБОРНИК СТАТЕЙ
ПО
САНИТАРНОЙ ТЕХНИКЕ
IX

ТАЛЛИН 1973

УДК 628.3

Сборник статей по

САНИТАРНОЙ ТЕХНИКЕ

IX

Таллин 1973

6781, Tallinn, 1973

1973 № 343
УДК 688.9

Сборник статей по
САМНАТЯНОМ ТЕХНИКА
IX



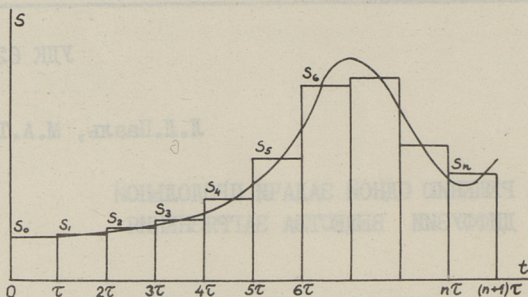
УДК 628.394

Л.Л.Пааль, М.А.Тутт

К РЕШЕНИЮ ОДНОЙ ЗАДАЧИ ПРОДОЛЬНОЙ
ДИФФУЗИИ ВЕЩЕСТВА ЗАГРЯЗНЕНИЯ

При расчете самоочищения водотоков в условиях одно-размерной продольной турбулентной диффузии основной интеграл представляет изменение концентрации вещества загрязнения вдоль реки. При поступлении сточных вод в водоток из городских коллекторов существует определенная неравномерность по расходам и по показателям загрязнений. Анализ кривых хода БПК₅ сточной воды в разрезе от нескольких суток до недели показывает, что изменение БПК₅ во времени не имеет определенного периода. Кривая хода может иметь в разрезе суток один или два пика, независимо от дня недели. Закономерность изменения БПК₅ выражается только в том, что ночью величина БПК₅ сточной воды имеет минимальное значение, а днем появляется один или два максимума.

Для решения уравнения одномерной турбулентной диффузии при любых периодических эпюрах впуска вещества загрязнения в водоток нами были определены граничные условия в начальном створе впуска в виде ряда Фурье [1,2]. Представленная нами методика расчета продольной диффузии связана с громоздким объемом вычислительных работ. При этом следует, во-первых, определить коэффициенты Фурье, а во-вторых - составляющие суммы ряда Фурье. С другой стороны, при применении ряда Фурье мы предполагали, что кривая хода показателя загрязнения является периодической функцией. В действительности кривая хода показателя загрязнения представляет собой непериодическую функцию.



Фиг. 1. Действительный эпюр впуска сточных вод.

В данной статье приводится решение уравнения одномерной турбулентной диффузии при более общей постановке граничного условия в створе впуска сточных вод.

Исходным уравнением, как и ранее, является полуэмпирическое уравнение одномерной турбулентной диффузии:

$$\frac{\partial s}{\partial t} + v \frac{\partial s}{\partial x} - k_x \frac{\partial^2 s}{\partial x^2} + ks = 0, \quad (I)$$

где s — концентрация вещества загрязнения,
 x — продольная координата водотока,
 v — средняя скорость течения в водотоке,
 k_x — коэффициент дисперсии,
 k — коэффициент неконсервативности.

Для решения уравнения (I) предположим, что в начальный момент времени $t = 0$, водоток не загрязнен, т.е.

$$s \Big|_{t=0} = 0. \quad (2)$$

В качестве граничного условия в створе впуска сточных вод ($x = 0$) применимы действительные эпюры впуска сточных вод. Эти эпюры, помимо рекомендуемого нами ряда Фурье [1], могут быть охарактеризованы в виде ступенчатой функции, определенной для значений $t \geq 0$ следующим образом (фиг. 1):

$$s(t) = s_n \quad \text{при } \tau n \leq t \leq (n+1)\tau \quad (n = 0, 1, \dots). \quad (3)$$

В качестве граничных значений для $s(t)$ теперь должны быть заданы следующие значения:

$$s(t) = s_0 \quad \text{в промежутке } 0 \leq t < \tau, \quad (4)$$

$$s(t) = s_1 \quad \text{в промежутке } \tau \leq t < 2\tau,$$

$$s(t) = s_n \quad \text{в промежутке } n\tau \leq t \leq (n+1)\tau.$$

При этом шаг осреднения τ зависит от требуемой точности расчета. Обычно в инженерных расчетах самоочищения следует принимать $\tau = 1 \dots 2$ часа, что обеспечит достаточную точность.

В качестве второго граничного условия можно принять, что при $x \rightarrow \infty$ функция s должна быть ограничена, т.е.

$$\text{при } x \rightarrow \infty \quad s \rightarrow 0. \quad (5)$$

Для решения уравнения (1) применяем, как и ранее, преобразование Лапласа и выбираем в качестве переменной, относительно которой производится преобразование, переменную t . Тогда уравнение (1) после преобразования имеет вид

$$\frac{d^2 \bar{s}}{dx^2} - \frac{v}{k_x} \frac{d\bar{s}}{dx} - \frac{p+k}{k_x} \bar{s} = 0. \quad (6)$$

Граничное условие (4) можно выразить при помощи единичной функции Хевисайда $\sigma(t)$ в виде

$$s(t) = [\sigma(t) - \sigma(t-\tau)] s_0 \quad \text{при } 0 \leq t < \tau, \quad (7)$$

$$s(t) = [\sigma(t-\tau) - \sigma(t-2\tau)] s_1 \quad \text{при } \tau \leq t < 2\tau,$$

$$s(t) = [\sigma(t-n\tau) - \sigma(t-(n+1)\tau)] s_n \quad \text{при } n\tau \leq t < (n+1)\tau.$$

В общем случае, если применить преобразование по Лапласу, граничное условие (7) будет иметь вид

$$\bar{s}(+0, p) = \frac{1 - e^{-\tau p}}{p} \sum_{\nu=0}^n s_{\nu} e^{-\nu \tau p}, \quad (8)$$

где p — некоторая комплексная переменная.

Имея в виду граничные условия (5) и (8), решение уравнения (6) имеет вид

$$\bar{s} = \frac{1 - e^{-\tau p}}{p} \sum_{\nu=0}^n s_{\nu} e^{-\nu \tau p} \left[\frac{\nu x}{2k_x} - x \left(\frac{\nu^2}{4k_x^2} + \frac{p+k}{k_x} \right)^{\frac{1}{2}} \right]. \quad (9)$$

Для определения оригинала уравнения (9) используем следующие свойства преобразования Лапласа:

$$L[s(t - \delta)] = e^{-\delta p} s(p) \quad (10)$$

и теорема смещения

$$L[e^{\alpha t} s(t)] = \bar{s}(p - \alpha). \quad (11)$$

Имея в виду известные в литературе формулы обращения преобразования Лапласа в оригинал и учитывая, что члены [3]

$$\operatorname{erfc} \left[\frac{x + t\sqrt{v^2 + 4kk_x}}{2\sqrt{k_x t}} \right] \quad \text{и} \quad \operatorname{erfc} \left[\frac{x + (t - \tau)\sqrt{v^2 + 4kk_x}}{2\sqrt{k_x(t - \tau)}} \right]$$

отличаются от нуля только при очень малых значениях x и уже на расстоянии нескольких сотен метров от выпуска эти члены равняются нулю, оригинал уравнения принимает вид

$$s = \frac{1}{2} \left\{ \exp \frac{x}{2k_x} \left(v - \sqrt{v^2 + 4kk_x} \right) \sum_{\nu=0}^n s_{\nu} \left[\operatorname{erfc} \left(\frac{x - v(t - \nu\tau)}{2\sqrt{k_x(t - \nu\tau)}} \right) - \operatorname{erfc} \left(\frac{x - v(t - (\nu+1)\tau)}{2\sqrt{k_x(t - (\nu+1)\tau)}} \right) \right] \right\}. \quad (12)$$

Последняя формула и является расчетной формулой для определения распределения концентрации вещества загрязнение вдоль реки при любом эшпоре выпуска сточных вод в водоток. В формуле (12) функция $\operatorname{erfc}(z)$ определяется как

$$\operatorname{erfc}(z) = 1 - \operatorname{erf}(z), \quad (13)$$

где $\operatorname{erf}(z)$ - функция ошибок.

При впуске в водоток консервативного вещества загрязнения распределение концентрации определяется также по формуле (12) при $k = 0$. Для определения величины коэффициента дисперсии k_x наши предложения приведены в работе [4].

Л и т е р а т у р а

1. Л.Л. Пааль, М.А. Тутт. О граничных условиях для расчета смешения сточных вод в водотоке. Доклады и сообщения по вопросам самоочищения водоемов и смешения сточных вод. Таллин, 1967.

2. Л.Л. Пааль, М.А. Тутт. О расчете концентрации вещества загрязнения в реках при периодических эпизодах впуска сточных вод. Доклады и сообщения по вопросам самоочищения водоемов и смешения сточных вод. Таллин, 1967.

3. А.М. Айтсам, Х.А. Вельнер, Л.Л. Пааль. О расчете продольного смешения вещества загрязнения в водотоках. Труды Таллинского политехнического института, серия А, № 217, 1967.

4. Л.Л. Пааль, К.Р. Хяяль. О гидравлической сущности коэффициентов турбулентной диффузии. Труды Таллинского политехнического института, № 330, 1972.

Целью данной работы было изучить в лабораторных условиях допустимый диапазон изменения впуска на микрогазе для дозирования на имеет различного влияния на эффект очистки сточных вод и на физиологическое состояние используемых микроорганизмов. Опыт (две серии) был проанализирован на лабораторных веретенках (ЛА), которые работали по гомогенно-дисперсионному принципу. Установка (ЛА) состояла из трех частей: аэротенка, отстойника и регенератора. Все эти части представляли собой стеклянные цилиндры диаметром 40 мм. Рабочий объем аэротенка и регенератора 1,0 л, отстойника - 0,5 л. Возврат для осуществления при помощи графика.

L. Paal, M. Tutt

About the Solution of One of the Phases
of Longitudinal Diffusion of Pollution

S u m m a r y

In this paper a new solution is given to the equation of turbulent longitudinal diffusion when conducting sewage water into the river at any arbitrary epure.

For the determination of boundary conditions the Heaviside unit function and for the solution of differential equation Laplace transformation are used.

A single formula as a solution of the equation is given for calculating the pollution-load of the river.

УДК 628.336.1:57

Л.В. Алтон

О ВЛИЯНИИ УВЕЛИЧЕНИЯ НАГРУЗКИ НА МИКРО-
БИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АКТИВНОГО
ИЛА

Основным разложением органических загрязнений в сооружениях биологической очистки сточных вод является микробная популяция активного ила. Степень очистки сточных вод зависит от многих причин, среди которых одной из решающих является нагрузка органических веществ на микробы. При работе сооружений на коммунальных сточных водах нагрузка на активный ил обычно не является постоянной во времени. В соответствии с изменениями нагрузки меняется и физиологическое состояние популяций, повышается или замедляется прирост микробов, меняется их активность и т.д. Приспособленность ила к количественным и качественным изменениям сточной воды позволяет использовать этот метод обработки стоков успешно в самых различных условиях.

Целью данной работы было изучить в лабораторных условиях допустимый диапазон изменения нагрузки на микробы, где это колебание не имеет решающего влияния на эффект очистки сточных вод и на физиологическое состояние популяции микробов. Опыты (две серии) были произведены на лабораторных аэротенках (ЛА), которые работали по гомогенно-непрерывному принципу. Установка (ЛА) состояла из трех частей: аэротенка, отстойника и регенератора. Все три части представляли собой стеклянные цилиндры диаметром 45 мм. Рабочий объем аэротенка и регенератора 1,0 л, отстойника - 0,5 л. Возврат ила осуществляется при помощи эрлифта.

Первоначально установка заполнялась активным илом из аэротенка-отстойника типа "Оксид-45", работающего на бытовых сточных водах в режиме продленной аэрации. Перед началом исследований этот активный ил был адаптирован в течение недели на рабочий режим ЛА. Опыты проводились с синтетической сточной водой, концентрация которой по БПК₅ была: 200, 500, 1000 и 2000 мг/л, по ХПК соответственно 250, 640, 1200 и 2500 мг/л. В состав синтетической сточной воды входили глюкоза, пептон, сульфат аммония и калий фосфорнокислый однозамещенный. Опыты проводились по следующей схеме:

Первая серия опытов выполнялась в одной репликации, на трех параллельно работающих установках. Все ЛА работали в течение недели перед проведением опытов при нагрузке по БПК 0,28 мг $\times 10^6$ микр./сут. с целью адаптации ила. В начале опытного цикла нагрузка на первый ЛА была увеличена с 0,28 до 0,7 мг БПК $\times 10^6$ микр./сут., на второй ЛА - до 0,82 мг БПК $\times 10^6$ микр./сут. и на третий ЛА нагрузка осталась без изменений.

Вторая серия опытов была проведена в двух репликациях на шести установках. Все ЛА работали в течение недели перед проведением опытов при нагрузке по БПК 0,13 мг $\times 10^6$ микр./сут. Затем нагрузки повышали на двух ЛА с 0,13 до 0,28 мг БПК $\times 10^6$ микр./сут., на двух ЛА с 0,13 до 0,42 мг БПК $\times 10^6$ микр./сут. Два ЛА работали без изменения нагрузки. Во всех опытах переход от одной нагрузки на другую производили в течение 12 часов. Продолжительность первой серии опытов была 4 дня - второй серии опытов 5 дней.

Результаты опытов оценивались по следующим параметрам:

- 1) эффект очистки сточных вод по БПК и ХПК,
- 2) изменение концентрации активного ила,
- 3) динамика оседания активного ила,
- 4) количество микробов в очищенной воде,
- 5) показатели состояния активного ила, т.е. прирост гетеротрофных микробов в иле и его дегидрогеназная активность (ДА).

Расход поступающей сточной воды, ее концентрацию, температуру ила и концентрацию растворенного кислорода в иле поддерживали на заданном постоянном уровне в течение всего опытного цикла. БПК, ХПК и концентрации ила определяли стандартными методами [2]. Динамика оседания ила определялась по инструкции ВОДГЕО [3]. Количество микробов определяли при помощи посевов активной илы вовнутрь питательного агара. Достоверность результатов посевов определяли статистическим методом, используя данные параллельных рассеивов [1]. Коэффициент вариаций был \bar{x} 7,5. Для определения ДА был использован метод В.Буксига [5] с некоторыми изменениями. Достоверность результатов анализа определяли статистическим методом, используя данные параллельных проб. Коэффициент вариации колебался от 1 до 4 %.

Согласно литературе [4,5], ДА ила выражают в виде общей активности или в виде удельной активности. В данной работе мы считали целесообразным увязать ДА ила с количеством микробов в иле, так как лишь живые микробы выделяют энзимы. Для этого общая ДА делилась на количество микробов в миллионах (1×10^6) в одном литре ила. Полученное числовое выражение активности названо коэффициентом активности (КА).

По опытным данным эффект очистки по БПК составлял во всех вариантах опытов в среднем 84 % и по ХПК 87 %. Эффект очистки немного ухудшался при повышении нагрузки с 0,28 мг до 0,8 мг БПК/ 1×10^6 микр./сут. При этой нагрузке очищенный сток содержал больше микробов, что в свою очередь указывает на ухудшение процесса очистки.

Динамика оседания активного ила в исследованном диапазоне нагрузок во всех опытах не изменялась.

В таблице I показаны средние данные бактериологических анализов, проведенных в течение опытов. Прирост количества микробов в активном иле в течение опытного цикла при нагрузке 0,13 мг БПК/ 1×10^6 микр./сут. был 12 % в сутки.

Прирост количества микробов в иле повышался при повышении нагрузки на микробы.

Количество микробов на 1 г ила при повышении нагрузки повышалось. Можно предположить, что это характеризует ус-

Т а б л и ц а I

Данные бактериологических анализов

	Нагрузка мг БШК на 1×10^6 микр./сут.		3	Количество микробов 1×10^6 /л		Прирост микр. в %	1×10^6 микр. на 1 мг ила	% на иле не-одсорбированных микр.
	2	1		В начале опыта	В конце опыта			
I				4	5	6	7	8
	I серия опытов							
Опыт 1	-	0,28		3110	4000	67,7	1,3	18-20
Опыт 2	0,28-0,73	0,40		3350	11000	103,6	2,1	15-24
Опыт 3	0,28-0,82	0,50		5810	15500	136	2,5	15-46
	II серия опытов							
Опыт 1	-	0,13		3350	3290	12,3	1,0	3-6
Опыт 2	0,13-0,28	0,21		3700	6900	67,5	1,5	10-13
Опыт 3	0,13-0,42	0,25		4250	10840	91	2,3	15-26

Таблица 2

Данные о дегидрогеназной активности ила

I	ДА в γ -ах в одном литре ила		3	Количество микробов $\times 10^6$ /л			7
	общая	удельный		коэффициент активности	расчетн.	фактичск.	
	2		4	5	6		
I серия опытов							
Опыт 1	512	0,171	0,139				
Опыт 2	984	0,270	0,138				
Опыт 3	746	0,176	0,063				
II серия опытов							
Опыт 1	458	0,166	0,149	3180	3250	2,3	
Опыт 2	705	0,248	0,140	5000	5160	3,2	
Опыт 3	890	0,222	0,137	7020	7520	7,9	

ловие ЛА с синтетической сточной водой, которая не содержит в своем составе взвешенных веществ. Количество микробов в очищенной сточной воде при повышении нагрузки повышалось.

В таблице 2 приведены данные о дегидрогеназной активности ила. Коэффициент активности при работе ЛА без изменений нагрузки оставался постоянной величиной. Коэффициент вариации, рассчитанный по статистическому методу был 4-6 %.

Коэффициент активности при повышении нагрузки на микробы ила уменьшался. В пределах повышений нагрузки до 0,7 мг БПК/ 1×10^6 микр./сут уменьшение было незначительное. При повышении нагрузки от 0,28 мг БПК до 0,8 мг БПК на 1×10^6 микр./сут. КА уменьшается значительно.

Общая ДА при повышении нагрузки увеличивалась, удельную активность при этом не удалось увязать с нагрузкой по БПК на ил.

На основе общей активности и КА можно расчетным путем определить количество микробов в иле. Разница между количеством микробов, вычисленных при помощи КА, и количеством микробов, определенных при помощи посева суспензии активного ила на питательный агар, была при 30-и опытах 9 раз ниже 5 %, 18 раз - 5-10 % и 3 раза выше 10 %. Средние данные вычисленного и фактического числа микробов в иле приведены в таблице 2.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Проведенные опыты показали, что популяция микробов активного ила относительно быстро адаптируется при резком увеличении нагрузок на микробы ила в 1,9-3,0 раза.

2. Предложенный в данной работе коэффициент активности (КА) является параметром, характеризующим физиологическое состояние микробов и следовательно может быть использован в практике биологической очистки сточных вод в аэротенках.

Л и т е р а т у р а

Г. Н.Бейли . Математика в биологии и медицине. М., 1970.

2. Ю.Ю. Лурье. Унифицированные методы анализа вод. Изд. Химия. М., 1971.

3. Ц.И. Роговская. Рекомендации по методам производства анализов на сооружениях биохимической очистки аром - ных сточных вод. ВОДГЕО. Изд. литературы по строительству. М., 1970.

4. Ф.Б. Оршанская. Определение дегидрогеназной активности активного ила. Труды института ВОДГЕО, М., 1970.

5. W. Bucksteeg. Determination of Sludge Activity A Possibility of Controlling Activated Sludge Plants. Third International Conference on Water Pollution Research. Germany, 1966.

L.Alton

The Influence of Increased Load on the Micro-
biological Characteristics of Activated Sludge

S u m m a r y

The activated sludge in communal sewage treatment plants has to perform under varying loads of organic matter. In the present paper the effect of increased organic pollution load on the physiological state of sludge microbes has been studied. The load was varied at different levels from base 0.13 g BOD₅ per 10⁶ microbes to 0.8 g BOD₅ per 10⁶ microbes during twenty-four hours.

Experiments showed a relatively good adaptation of microbes as the load was increased two or three times in comparison with the initial load (0.13 g BOD₅).

The coefficient of activity proposed in this paper characterizes the physiological state of microbes in activated sludge and may be used as a parameter to evaluate sludge.

УДК 628.33

Л.Л.Пааль, О.П.Паулус, Ю.Ю.Хейпалу

ВОПРОСЫ ОЧИСТКИ ШЛАМОВЫХ ВОД ТОРФОБРИКЕТНЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ

Вопросы удаления взвешенных веществ из производственных сточных вод торфобрикетных заводов связаны с большими трудностями и до сих пор не имеется эффективного метода очистки таких вод. Как известно, шламовые воды торфобрикетных заводов имеют концентрации взвешенных веществ в пределах от 5000 до 30000 мг/л, причем крупность 80 % частиц менее 0,1 мм. Поэтому существующие отстойники для механической очистки шламовых вод имеют эффект очистки 15 ... 30 % при времени отстаивания свыше 150 часов. Из вышеизложенного следует, что расширение метода отстаивания не обосновано и требуется разработать более эффективные методы очистки шламовых вод.

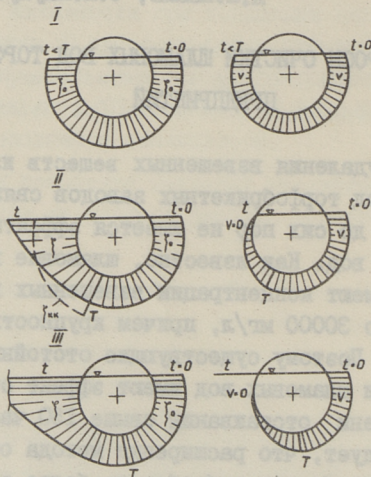
В последние годы в Таллинском политехническом институте проводились исследования микрофильтров для механической очистки сточных вод [1,2]. Имея в виду, что шламовые воды требуют механической очистки, проводились попытки использовать для этой цели микрофильтры. Полупроизводственная установка (сконструированная на основе микрофильтра АКХ) имела барабан длиной 50 см и диаметром 50 см. В ходе экспериментов были смонтированы на барабане микросетки с размерами ячеек в 40 и 63 мкм. Опыты проводились на Оруском торфокомбинате, где во время опытов концентрация взвешенных веществ колебалась в пределах от 8000 до 12000 мг/л. Число оборотов вращения барабана микрофильтра было в пределах 3...9 об/мин., т.е. линейная скорость 0,0787 0,235 м/сек.

Эффект очистки микрофильтрацией по взвешенным веществам определялся по формуле

$$\varepsilon = \frac{S_H - S_K}{S_H} 100\%, \quad (I)$$

где S_H — концентрация взвешенных веществ в исходной воде мг/л,

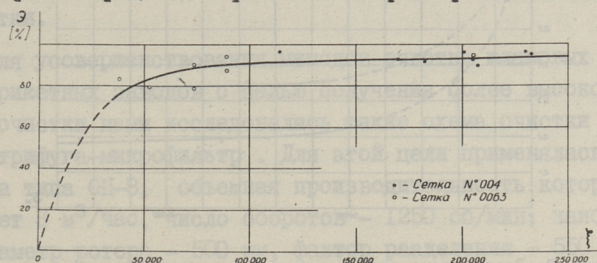
S_K — концентрация взвешенных веществ в фильтрате, мг/л.



Фиг. 1. Эпюры изменения коэффициента сопротивления и скорости и фильтрации по периметру барабана микрофильтра.

С другой стороны, эффект очистки зависит от коэффициента гидравлического сопротивления микросетки. Изменение величины коэффициента сопротивления можно характеризовать следующим образом (фиг. I). В начале процесса до образования пленки на микросетке величина коэффициента сопротивления ξ изменяется мало (схема I) или является почти постоянной величиной. Если считать, что в момент T имеется оптимальная пленка на микросетке, то при увеличении времени фильтрации ($t > T$) коэффициент сопротивления увеличивается по экспонентному закону (схема II) и скорость фильтрации уменьшается. С дальнейшим увеличением времени фильтрации коэффициент сопротивления увеличивается в таком размере, что скорость фильтрации приближается к нулю (схема III).

Из вышеприведенного можно сделать следующие выводы. В первой зоне эффект очистки меньше возможного эффекта и микросетка пропускает большее количество взвешенных веществ. Во второй зоне ($t \geq T$) микрофильтр работает в оптимальном режиме и до конца цикла фильтрации на микросетке образуется пленка. В третьей зоне ($t \gg T$) часть микрофильтра засоряется и не пропускает воду. Таким образом, оптимальный режим микрофильтрации и максимальный эффект очистки зависит от концентрации взвешенных веществ, от скорости вращения барабана и от размера ячеек микросетки.



Фиг. 2. Зависимость эффекта очистки от коэффициента сопротивления.

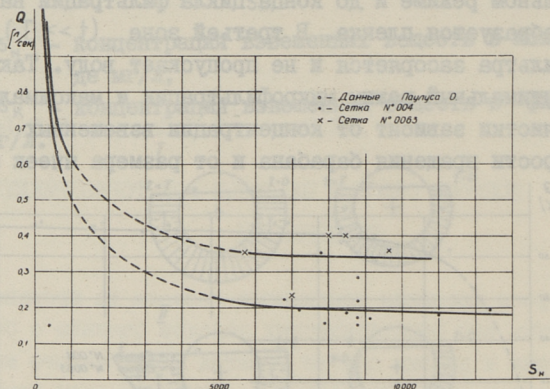
Результаты микрофильтрации шламовых вод приведены на фиг. 2. При этом величина коэффициента гидравлического сопротивления определяется, согласно методике, приведенной нами ранее [2] по формуле

$$\xi = \frac{\omega^2}{Q^2} 2g\Delta H, \quad (2)$$

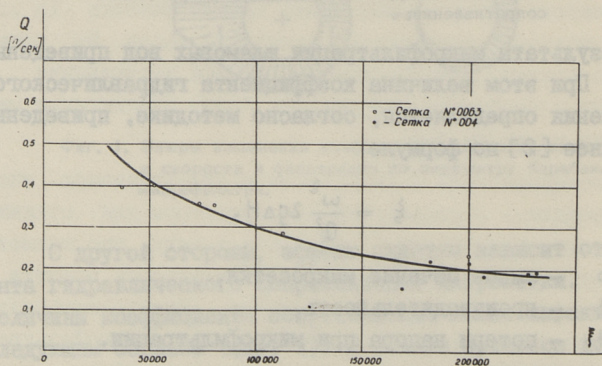
где ω — живое сечение микросетки,
 Q — производительность,
 ΔH — потери напора при микрофильтрации.

В результате микрофильтрации шламовых вод эффект очистки составляет 75...90%. При этом следует отметить (имея в виду очень высокую концентрацию взвешенных веществ в исходной воде), что микрофильтр работал либо во второй, либо в третьей зоне. Поэтому на результатах очистки не наблюдается определенного влияния скорости вращения барабана и размера ячеек микросетки. С другой стороны, несмотря на высокий эффект очистки, производительность

микрофильтра незначительная. Закономерность изменения производительности микрофильтра от начальной концентрации взвешенных веществ приведена на фиг. 3 и от коэффициента сопротивления — на фиг. 4.



Фиг. 3. Зависимость производительности микрофильтра от концентрации взвешенных веществ в исходной воде.



Фиг. 4. Зависимость производительности микрофильтра от коэффициента сопротивления.

При определении производительности через S_n имеет определенное влияние размер ячеек микросетки. При высоких концентрациях производительность является практической постоянной величиной и составляет для микросетки 040 I, $35 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{ч}$ и для микросетки 063 — $2,36 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{ч}$. Расход промывной воды

микрофильтра составил 10...20 % производительности микрофильтра при применении пластинчатых разбрызгивателей. При этом следует отметить, что расход промывной воды зависит от начальной концентрации взвешенных веществ и от производительности микрофильтра.

Несмотря на высокий эффект очистки, концентрация взвешенных веществ в фильтрате колеблется в пределах 800 ... 2000 мг/л. Эта концентрация до повторного использования в технологическом процессе или до выпуска в водоем требует доочистки.

Для усовершенствования методов очистки шламовых вод торфобрикетных заводов с целью получения более высокого эффекта очистки нами исследовалась также схема очистки в виде центрифуга-микрофильтр. Для этой цели применялась центрифуга типа ОЦ-8, объемная производительность которой составляет 8 м³/час, число оборотов - 1250 об/мин, наибольший диаметр ротора - 500 мм, фактор разделения - 550 и индекс производительности - 115. Эти центрифуги предназначены для удаления из воды фракции 60 %, диаметром ниже 0,15 мм, условиям которых и соответствует шламовая вода торфобрикетных заводов.

При применении центрифуги типа ОЦ-8 в результате исследования получен эффект очистки в пределах 80...90 % по взвешенным веществам. Анализ результатов исследования показывает, что эффект очистки зависит от концентрации взвешенных веществ в исходной воде и с увеличением последней увеличивается и эффект очистки. Поэтому желательно применять центрифугирование шламовых вод в качестве первой ступени и в качестве второй ступени микрофильтрацию, которая имеет более высокий эффект очистки при низких начальных концентрациях.

Для доочистки шламовых вод после центрифуги применялась микросетка 040, потому что после центрифугирования вода содержит более мелкие частицы взвешенных веществ. Анализ результатов микрофильтрации показывает, что микрофильтр работает в оптимальной зоне и имеет эффект очистки 50...60 %. Производительность микрофильтра увеличивается, по сравнению с первичной очисткой в среднем в 3,5 раза и составляет 4,70 м³/м² в час.

Общий эффект совместной очистки составляет 90...96 % и такую очищенную воду можно успешно использовать повторно в технологическом процессе.

Л и т е р а т у р а

1. Л.Л. Пааль, О.П. Паулус. О теоретических основах работы микросеток при очистке сточных вод. Труды ТПИ, серия А, № 309, 1971.

2. Л.Л. Пааль, О.П. Паулус. Применение микрофильтров для первичной очистки хозяйственно-бытовых сточных вод. Труды ТПИ, серия А, № 308, 1971.

L.Paal, O.Paulus, J.Heinpalu

The Purification Problems of Sludge Waters
in the Enterprises of the Peat-brick Industry

S u m m a r y

In this article the results of investigating the mechanical purification of sludge waters are set forth; a microfilter and a centrifuge plus microfilter were in the purification process.

As a result of the investigation it is ascertained that when using the centrifuge plus microfilter scheme the purification effect turns out to be 90...96 per cent.

УДК 628.336.1:57

Л.В. Алтон

ТОКСИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ КАРБОЛОВОЙ КИСЛОТЫ И
РЕЗОРЦИНА НА МИКРОБНУЮ ПОПУЛЯЦИЮ АКТИВНОГО
ИЛА

При попадании токсических веществ в сооружение биологической очистки эффект очистки сточных вод уменьшается в зависимости от концентрации токсического вещества, от продолжительности его действия, от концентрации ила и т.д. Изучение влияния токсичности и умение быстро определить степень токсичности дает возможность принять срочные меры для устранения токсического влияния [3].

Целью работы было исследование токсического влияния карболовой кислоты и резорцина на активный ил, исходя из количества микробов в иле и уточнение методики определения токсичности.

В исследованиях использовался активный ил из аэротенка "Оксид 45", работающего на коммунальных сточных водах в режиме продленной аэрации. Опыты проводились одновременно на шести лабораторных аэротенках: в трех - для изучения влияния карболовой кислоты, и в трех - для изучения влияния резорцина.

Для получения ила с разной концентрацией микробов, установки работали до начала опытов в течение недели с синтетической коммунальной водой при концентрациях по БПК₅ 200, 500 и 1000 мг/л. При этом количество микробов было соответственно $3,8 \times 10^6$, $4,5 \times 10^6$ и $8,9 \times 10^6$ микр/мл ила.

Чтобы сравнить токсическое влияние исследуемых фракций фенолов на ил при разных количествах микробов, во всех

опытах была использована одна и та же концентрация фенолов - 0,5 г/л.

Токсическое влияние карболовой кислоты и резорцина на активный ил оценивалось следующим образом:

1) по уменьшению количества микробов, выросших в питательном агаре и в плотных средах, содержащих исследуемые фракции фенолов,

2) по результатам анализов БПК и ХПК, показывающих эффект очистки в опытных условиях,

3) по изменению дегидрогеназной активности ила (ДА). ДА определяли при помощи коэффициента активности [1], по общей активности ила [4], по изменению дегидрогеназной активности при добавлении разных субстратов к исследуемым пробам ила (по методике АКХ имени К.Д. Памфилова) [2].

Бактериологический анализ показал, что под влиянием карболовой кислоты и резорцина количество микробов в иле уменьшилось. Уменьшение было больше при количестве микробов $3,8 \times 10^6$ микр/мл, меньше - при количестве - $8,9 \times 10^6$ микр/мл. Влияние карболовой кислоты и резорцина было более токсично на популяции микробов, выращенных на питательном агаре.

Добавление карболовой кислоты и резорцина к активному илу уменьшало ДА ила. Уменьшение общей активности ила и коэффициента активности было более сильно выражено в тех вариантах опытов, в которых количество микробов перед опытом было наименьшим ($3,8 \times 10^6$ микр/мл).

Эффект очистки сточной воды по БПК и ХПК в первый день влияния исследуемых фенолов уменьшался, но связать его с разными количествами микробов в иле при данных опытах не удалось.

Сравнение результатов опытов, полученных при определении токсичности по методам, указанным в пунктах (1 ÷ 3), с результатами определения ДА, с добавлением разных субстратов к исследуемому илу, показало, что токсическое влияние исследуемых фракций фенолов выражается соотношением:

ДА > ДА > ДА
общая со сточной жидкостью с водой

в при более сильном токсическом влиянии — соотношением:

ДА > ДА > ДА
с водой общая со сточной жидкостью

Токсическое влияние карболовой кислоты и резорцина на неадаптированный ил уменьшалось при повышении количества микробов в иле.

Самым быстрым для оценки токсичности оказался метод ДА ила с добавлением разных субстратов к илу. Результаты анализа получаются в течение нескольких часов.

Л и т е р а т у р а

1. Л.В. Алтон "О влиянии увеличения нагрузки на микробиологические характеристики активного ила", наст.сб.стр.9.

2. Л.И. Гюнтер, Н.М. Казаровец. Методика определения дегидрогеназной активности и окислительно-восстановительного потенциала при технологическом контроле за работой аэротенков. М., 1971.

3. Н.Н. Строганов. Методика определения токсичности водной среды. Сб. методики биологических исследований по водной токсикологии. Наука. М., 1971.

4. W. Bucksteeg, Determination of Sludge Activity A Possibility of Controlling Activated Sludge Plants. Third International Conference on Water Pollution Research. Germany, 1966.

The Toxic Effect of Phenol and Resorcinol
on the Microbes of Activated Sludge

S u m m a r y

Toxic substances decrease the effectivity of biological purification process. The influence of phenols and resorcinol on the concentration of microbes has been studied and a better method to evaluate the toxicity has been found.

In the experiments the population densities of $3.8-8.9 \times 10^6$ microbes per litre were studied. The toxic effect on non-adapted sludge was smaller when the initial population density was higher.

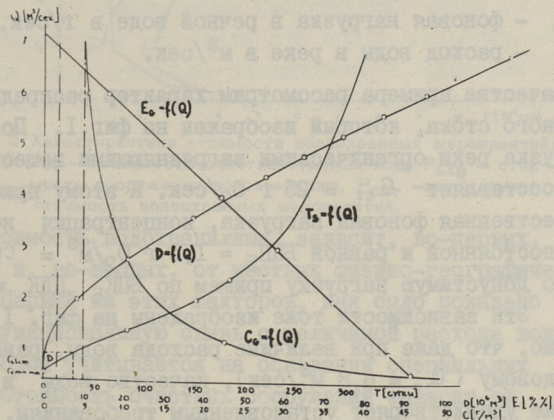
The best method to evaluate the toxicity was determining the activity of dehydrogenase of sludge. These analyses can be completed in 2-3 hours.

УДК 551.482.4

А.Г. Каск, Э.О. Лойгу

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ГРАФИКИ ХАРАКТЕРИСТИК
 МИНИМАЛЬНОГО СТОКА И КАЧЕСТВА ВОДЫ

Ввиду того, что качество воды в водоеме зависит в значительной степени от продолжительности и глубины межженных периодов, расчетные минимальные лимитирующие расходы должны определяться при разработке водоохранных мероприятий методом горизонтальной срезки гидрографа [1, 2, 3]. По этой методике определяется допускаемый минимальный расход ($Q_{\text{ЛИМ}}$). Важной характеристикой является также и величина объема дефицита стока (D) за перебойный период, которая определяется планиметрированием площади эшпор.



Фиг. 1. Характеристики стока и качества воды:
 T_0 - период стояния расхода воды $Q_i < Q$ при заданной повторяемости;
 D - соответствующий дефицит стока;
 E_0 - относительная необходимая степень очистки сточных вод;
 C_0 - концентрация ингредиента в водотоке.

На фигуре I изображен объем дефицита стока как функция от расхода в интегральной кривой ($D = f(Q)$). Объем дефицита стока можно в первом приближении принимать равным объему водохранилища ($D \approx W$), который необходим для покрытия дефицита стока, т.е. при регулировании минимального стока в необходимом пределе. Как видно по фиг. I, для многолетнего регулирования стока принятой в качестве примера одной из рек Эстонской ССР ($F = 900 \text{ км}^2$, $Q = 6.8 \text{ м}^3/\text{сек}$) требуется объем водохранилища не менее 115 млн. м³. Увеличение расхода воды в реках, приемниках сточных вод, приводит к улучшению качества воды за счет дополнительного разбавления. При постоянной нагрузке сточными водами концентрация какого-либо ингредиента в реке в створе полного смешения ниже спуска сточных вод зависит прежде всего от величины расхода воды в реке.

$$C = \frac{G_{\text{ст}} + G_{\text{ф}}}{Q}$$

где C — концентрация рассматриваемого показателя качества воды в г/м³,

$G_{\text{ст}}$ — нагрузка данного вещества загрязнения за счет сточных вод в г/сек,

$G_{\text{ф}}$ — фоновая нагрузка в речной воде в г/сек,

Q — расход воды в реке в м³/сек.

В качестве примера рассмотрим характер распределения минимального стока, который изображен на фиг. I. Постоянная нагрузка реки органическими загрязняющими веществами по БПК₅ составляет $G_{\text{ст}} = 25 \text{ г } O_2/\text{сек}$. К этому прибавляется естественная фоновая нагрузка, концентрация которой принята постоянной и равной $БПН_5 = 1,5 \text{ г } O_2/\text{м}^3 = \text{const}$. Предельно допустимую нагрузку примем по БПК₅ $ПДК \leq 5,0 \text{ г } O_2/\text{м}^3$. Эти зависимости тоже изображены на фиг. I. Отсюда видно, что даже при величине расхода воды, равной среднегодовому ($Q_0 = 6,8 \text{ м}^3/\text{сек}$), качество воды в реке по БПК₅ не удовлетворяет установленным требованиям, которые можно выразить неравенством

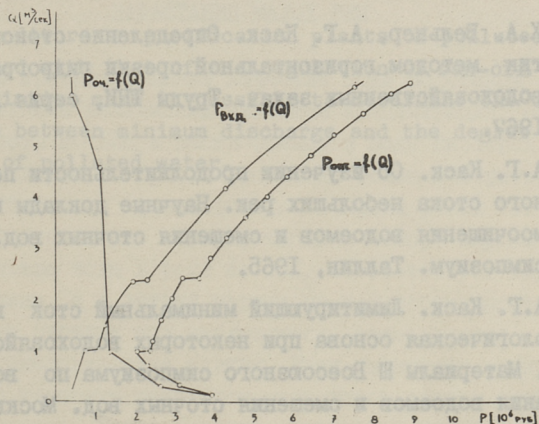
$$G_{\text{пдк}} \geq G_{\text{ст}} + G_{\text{ф}} \quad (2)$$

В нашем случае при $G_{\text{ст}} = 25 \text{ г } O_2/\text{сек}$ неравенство (2) удовлетворяется при расходе реки $Q \geq 7,1 \text{ м}^3/\text{сек}$. Следовательно, необходима предварительная очистка сточных вод.

Необходимый дефицит очистки зависит от величины расхода воды в реке и в нашем случае выражается зависимостью

$$E = \left(1 - \frac{Q}{7,1}\right) 100\%.$$

Для выбора наиболее выгодных водоохраных мероприятий, обеспечивающих необходимое качество воды в реке при наименьших затратах, необходимо решить задачу оптимизации водоохранного комплекса с комбинированной схемой очистки и разбавления стоков в реке. На фиг. 2 сделана попытка решения оптимизационной задачи графическим путем. Сопоставлены затраты по очистке сточных вод и регулированию стока.



Фиг. 2 Характеристики стоимости водоохраных мероприятий: $P_{оч}$ — стоимость очистки сточных вод, $P_{вхд}$ — стоимость сооружения водохранилищ, $P_{опт}$ — оптимальная стоимость водоохраных мероприятий.

Стоимость водохранилища, зависит, во-первых, от его емкости и, во-вторых, от местных физико-географических условий. Первый из этих факторов, как было показано на фиг. I, имеет функциональную связь с величиной расхода воды в реке, второй учитывается на основании специальных исследований. Стоимость очистных сооружений зависит от величины расхода сточных вод и от требуемого эффекта очистки, который, как было показано, имеет линейную связь с расходом воды в реке. Характер обеих функций (приведенных затрат на строительство водохранилищ и очистных сооружений) сложен. Скачкообразность функций вызвана немонотонным увеличением капиталовложений при переходе от одного типа сооружений к другому, если исчерпана возможность применения предыдущее-

го. По суммарной функции было определено, что в нашем примере наиболее выгодным вариантом является строительство небольшого водохранилища (объемом до $2,5-3$ млн.м³), что позволяет регулировать минимальные расходы до $1,4$ м³/сек, с одновременным строительством биохимических очистных сооружений с общим эффектом очистки 80 %. Суммарная приведенная стоимость этих мероприятий составляет $2,1$ млн.руб, что почти в 2 раза меньше, чем при варианте без одновременного регулирования минимального стока.

Л и т е р а т у р а

1. Х.А. Вельнер, А.Г. Каск. Определение стоковых характеристик методом горизонтальной срезки гидрографа при решении водохозяйственных задач. Труды ТПИ, серия А, № 248, Таллин, 1967.

2. А.Г. Каск. Об изучении продолжительности периодов минимального стока небольших рек. Научные доклады по вопросам самоочищения водоемов и смешения сточных вод. I Всесоюзный симпозиум. Таллин, 1965.

3. А.Г. Каск. Лимитирующий минимальный сток как единая гидрологическая основа при некоторых водохозяйственных расчетах. Материалы III Всесоюзного симпозиума по вопросам самоочищения водоемов и смешения сточных вод. Москва-Таллин, 1969.

Universal Graphs of the Characteristics of
Minimum Run-off and the Quality of Water

S u m m a r y

This paper deals with the problems of minimum run-off and the regulation of the quality of water in a body of water. The solution of the optimization problem by means of graphs is given.

Expenditure on purification plants of polluted waters is compared with that of the regulation of run-off. The given characteristics make it possible to determine the optimum relations between minimum discharge and the degree of purification of polluted water.

УДК 628.394

Л.А.Куйк, Л.Л.Рохусаар, А.Э.Райа

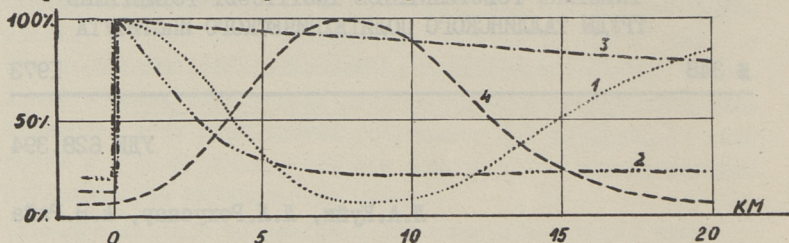
НЕКОТОРЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ЗАРАСТАНИЯ МАЛЫХ РЕК

При прогнозировании качества воды водотоков основными расчетными величинами являются концентрация органических веществ по БПК и растворенный в воде кислород. Обычно расчет ведется на основе уравнений Фельпса-Стритера [1]. Однако, по нашим исследованиям на малых реках Эстонской ССР, нередко бывают случаи, когда в створе выпуска сточных вод качество воды в реке по БПК₅ соответствует нормативным требованиям, а в летний период на некотором расстоянии ниже выпуска сточных вод наблюдаются существенные нежелательные биологические сдвиги. Реки зарастают макрофитами, причем с массовым развитием макрофитов связан острый дефицит кислорода. Такое явление вызывается биогенными элементами (фосфора и азота), выпускаемыми со сточными водами или через почву в водотоки.

Однако действующими правилами [2] концентрации биогенных элементов в водоемах не нормированы, а также имеется мало исследований, в которых рассматривается влияние биогенных элементов на интенсивность зарастания водоемов макрофитами.

Для исследования некоторых аспектов зарастания малых рек макрофитами под влиянием сброса сточных вод в 1970 - 1972 гг. на одной из типичных рек Эстонской ССР нами были проведены комплексные гидрохимические, гидрологические, гидробиологические и бактериологические исследования. На фиг. 1 схематически изображены некоторые сводные результаты наших исследований. Исследования проводились на участке реки длиной 22 км, меженный расход составляет 1,5 -

2,0 м³/сек, скорость течения в начале лета 0,10–0,15 м/сек, во время массового зарастания – уменьшается до 0,05 м/сек.



Фиг. 1. Схема изменения качества воды и степени зарастания вдоль реки во время летней межени

1 – концентрация растворенного кислорода;
2 – концентрация органических веществ загрязнения по БПК₅; 3 – концентрация фосфора P/PO₄; 4 – степень зарастания русла.

До 1969 г. в реку выпускались преимущественно хозяйственно-бытовые и в малом количестве легкоокисляемые стоки пищевой и легкой промышленности. Нагрузка реки по органическому загрязнению и фосфору составляла соответственно 200 – 300 кг/0₂ по БПК₅ и 4–6 кг P/PO₄ в сутки. Средняя концентрация фосфора в меженный период составляла 0,05–0,06 мг/л. Санитарное состояние реки в это время было удовлетворительным, хотя в летний период развивались отдельные колонии ряски (*Lemna*) и роголистников (*Ceratophyllum demersum*), но чрезмерного зарастания макрофитами не наблюдалось.

В 1969 г. был сдан в эксплуатацию сыроваренный завод, сточные воды которого сбрасываются в исследуемую нами реку. Перед поступлением сточных вод в реку, в биопрудах и в старом русле реки происходит интенсивное окисление органических веществ (степень очистки в среднем 70–80%). Поэтому концентрация в створе выпуска в летний период не превышает допустимой концентрации по БПК₅. Нагрузка на реку по фосфору составляет 20–30 кг P/PO₄ в сутки, концентрация колеблется в пределах 0,1–0,3 мг/л.

Весной и осенью санитарное состояние реки удовлетворительное, дефицит растворенного кислорода на участке ниже выпуска сточных вод составляет лишь 10–30%.

Летом в реку выпускаются незначительные количества органических веществ загрязнения, и уже на расстоянии 3 – 5 км ниже выпуска концентрация загрязнения по БПК₅ приближается к фоновой величине. Несмотря на это, река на значи-

тельном участке непригодна для рыбного хозяйства и рекреации. В июле и августе река зарастает макрофитами, причем преобладающими видами являются роголистники и плавающие на водной поверхности ряски. Особенно интенсивное зарастание наблюдается на участке 4-12 км от впуска сточных вод. На этом участке местами свободная водная поверхность вообще отсутствует, образуется сплошное покрытие из ряски и роголистников. Ухудшение аэрации из-за сплошного покрова макрофитов и потребление растворенного кислорода на окисление остатков водных организмов вызывает острый дефицит кислорода. Концентрация растворенного кислорода снижается до 0,5-1,0 мг/л, причем участок максимальной интенсивности зарастания совпадает с максимальным кислородным дефицитом (фиг. 1). Оказывается, что интенсивность зарастания данной реки связана в первую очередь с резким повышением нагрузок реки биогенными элементами. Сходные данные о значении биогенных элементов, особенно фосфора как главной причины массового зарастания малых рек макрофитами получены в сходных климатических условиях в Швеции (Stake 1967, 1968, Brink, Widell 1967).

Немаловажную роль в процессе массового развития макрофитов играют гидрологические факторы водотока. Средние концентрации фосфора в меженные периоды засушливых 1970-1971 гг. (расходы $\sim 1,5 \text{ м}^3/\text{сек}$) составляли 0,2-0,3 мг/л, а в 1972 среднем по водности году (расходы 2-3 $\text{м}^3/\text{сек}$), 0,1-0,2 мг/л. В соответствии с уменьшением концентрации фосфора в 1972 г. интенсивность зарастания была несколько меньше, чем в 1970-1971 гг.

Необходимо отметить значение иловых отложений для фосфорного питания макрофитов. Многие виды макрофитов получают минеральное питание и через донные отложения. На участке с массовым зарастанием на дне реки имеются значительные донные иловые отложения, богатые фосфорными соединениями, в конце исследованного участка реки, где не наблюдается чрезмерного развития макрофитов, донные отложения отсутствуют.

Для преобладающих видов макрофитов, которые местами сплошь покрывают водную поверхность и, следовательно, с точки зрения ухудшения кислородного режима являются самыми опасными, характерно то, что они могут развиваться лишь в

стоячей воде или медленно текущей воде. Роголистники очень слабо прикрепляются ко дну русла и поэтому при больших скоростях течения уносятся потоком вниз по течению. Плавающие ряски задерживаются стеблями других растений, образуя сплошное покрытие. То, что в конце участка при высокой концентрации фосфора не развиваются роголистники и ряски, отчасти можно объяснить и повышенной скоростью течения (0,15-0,20 м/сек).

Проведенные исследования позволяют рекомендовать некоторые практические мероприятия для уменьшения степени зарастания водотоков.

1. Массовое развитие макрофитов и обусловленное этим резкое ухудшение санитарного состояния реки вызвано в первую очередь повышенными нагрузками биогенных элементов (в том числе фосфора) в реке. Особенно чувствительными к повышенным концентрациям фосфора являются реки с малой скоростью течения, в которых создается благоприятные условия для накопления донных отложений и развитие макрофитов. Основываясь на полученных данных и на рекомендациях Национального Технического Рекомендационного Комитета США, (National Technical Advisory Committee Report, 1969) концентрация фосфора в реках, особенно с малой скоростью течения (ниже 0,1 м/сек) не должна превышать 0,05-0,07 мг/л. В реках скоростью течения свыше 0,2 м/сек допустима несколько повышенная концентрация фосфора.

2. Ввиду того, что самые опасные виды макрофитов с точки зрения ухудшения кислородного режима очень слабо прикреплены ко дну русла (роголистники) или плавают на поверхности воды (ряски), они отчасти удаляются при больших скоростях течения. Так, например, в начале июля 1972 года после дождевого паводка расход составлял 6-10 м³/сек и потоком была снесена большая часть образующихся роголистников и рясок. Следовательно, при возможности регулирования расходов в водотоках в межень период целесообразно периодически увеличивать расход примерно в 5-10 раз, по сравнению с минимальным расчетным расходом. При таком расходе значительно увеличиваются скорости течения и потоком уносятся ряски и роголистники, а частично и донные отложения. Исследования для выяснения оптимального режима попусков продолжаются.

3. В известной мере можно улучшить кислородный режим малых заросших рек путем удаления растительности плавающей сенокосилкой. Соответствующий эксперимент был проведен в 1970 году. Растительность была скошена на участке длиной 18 км. Ниже участка уклон реки существенно увеличился ($i \sim 1,0 \%$) и потоком были унесены скошенные водные растения. На исследуемом участке скорость течения увеличивалась от 0,05–0,08 до 0,10–0,15 м/сек, уровень воды снизился при этом на 0,5–0,7 м, концентрация растворенного кислорода увеличилась от 0,5–1,8 мг/л до 4–6 мг/л.

Л и т е р а т у р а

1. Х.А. Вельнер, А.М. Айтсам, Л.Л. Пааль. Об основах инженерного расчета самоочищающей способности водотоков. Научные доклады по вопросам самоочищения водотоков и смешения сточных вод. I Всесоюзный симпозиум. Таллин, 1965.

2. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами № 372, 1961.

3. N. Brink, A. Widell. Eutrophication in a Small Stream in Central Sweden. Shw. Z. Hydrol., No 2, 1967.

4. A. Kohler, H. Vollrath, E. Beisl. Zur Verbreitung, Vergesellschaftung und Ökologie der Gefäßmakrophyten im Fließwassersystem Moosach. Archiv f. Hydrol., 69, Nr. 3, 1971, Stuttgart.

5. E. Stake. Higher Vegetation and N in a Riverlet in Central Sweden. Schw. Z. Hydrol., No 1, 1967.

6. E. Stake. Higher Vegetation and P in a Small Stream in Central Sweden. Schw. Z. Hydrol., No 2, 1968.

7. National Technical Advisory Committee Report, Raw-water Quality Criteria for Public Supplies. J. AWWA, 61, No 3, 1969.

L.Kuik, L.Rohusaar, A.Raia

Some Measures for Decreasing Small

Rivers' Overgrowing

S u m m a r y

In this paper the overgrowing of one of small rivers in Estonian SSR under the influence of cheese-dairy sewage is examined. Intensity of overgrowing has been established to depend on the strength of phosphorus in water, characteristics of the river bed deposits and conditions of river flow. Tentative permissible limits of phosphorus strength in flow are given. For removal of water weeds weakly attached to river bed it is advisable to increase the flow, using reservoirs.

УДК 628.214

Л.Л.Пааль, М.-Л.В.Хяяль, К.Р.Хяяль

ИССЛЕДОВАНИЕ СМЕШИВАНИЯ И СПУСКА СТОЧНЫХ
ВОД ТАЛЛИНСКОГО ЦБК В ГЛАВНЫЙ КАНАЛИЗАЦИОННЫЙ
КОЛЛЕКТОР № 1 г. ТАЛЛИНА

В практике проектирования часто встречаются случаи смешения сточных вод с разными свойствами и также спуска их с большим перепадом для ввода в общий приток.

Настоящая научно-исследовательская работа выполнена с целью определения сточных вод в общегородской сети города Таллина. Оптимальным вариантом выбрана схема, где смешивание сточных вод и требуемый перепад предвидены в едином конструктивном узле. При спуске кислотных сточных вод ($pH < 7$) в канализационный коллектор необходимо обеспечить полное смешивание их с хоз.-фекальными водами для того, чтобы уменьшить агрессивное действие на материал трубопровода.

По имеющимся литературным данным, более перспективно в таком случае исследовать колодец шахтного типа и смешительный колодец в виде многоступенчатого шахтного перепада.

Перепадные колодцы шахтного типа были исследованы Н.Ф. Федоровым [1,2] и Ю.Д. Шутовым [3]. При проектировании подобных колодцев нужно установить размеры стояка и произвести расчет водобойного колодца. Максимальная пропускная способность стояка, по Н.Ф. Федорову, следующая:

$$d = \sqrt{\frac{Q_{\text{макс}}}{2,35}} \quad (I)$$

Расчет водобойного колодца производится по формулам гидротехники.

Более глубоко изучил перепадные колодцы П.П.Крупнов. В его работах указано, что у названных типов перепадных колодцев при круглом поперечном сечении стояка максимальная пропускная способность при безнапорном струйном режиме устанавливается в соответствии

$$Q = \frac{1}{n_1} \frac{\pi d^2}{4} \left(\frac{d}{4}\right)^{2/3}, \quad (2)$$

где d — диаметр стояка

n_1 — коэффициент аэрации (по Ю.Д.Шитову $n_1 = 0,021$)

и коэффициент Шези равняется

$$C = \frac{1}{n_1} \left(\frac{d}{4}\right)^{1/6}$$

Н.Ф. Федоров вводит в формулу (2) коэффициент наполнения $n = 0,33$ и получает для диаметра стояка формулу

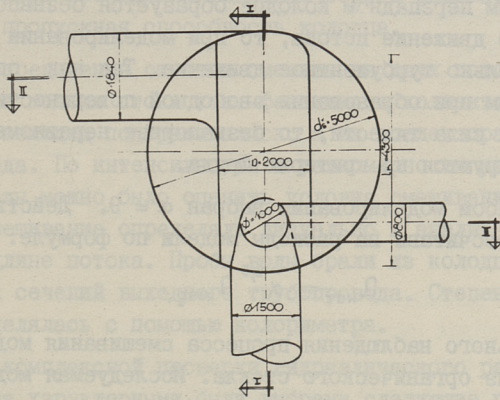
$$d = 0,55 Q_{\text{макс}}^{0,375}. \quad (3)$$

Для уничтожения энергии в нижнем бьефе строится водобойный колодец, который вычисляется по Ю.Д. Шитову [3].

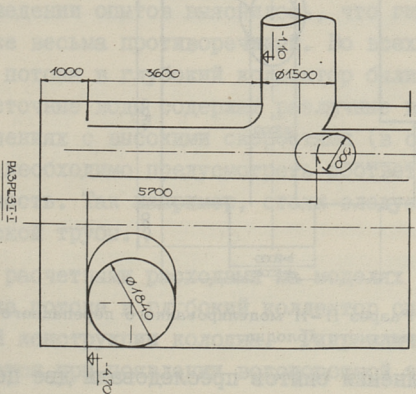
Водобойный колодец имеет прямоугольное сечение и постоянную ширину по всей длине. Из водобойного колодца сточные воды направляются в коллектор по соединительному желобу. Чтобы обеспечить спокойное вытекание из перепадного колодца, рекомендуется соединить соединительный желоб с коллектором при входе в перепадной колодец, а не при выходе, как это часто встречается в практике.

Целью исследовательской работы были выбор колодца подходящей конструкции для ввода сточных вод Таллинского ЦБК в коллектор № I, также нужно было обеспечить смешивание сточных вод комбината со сточными водами хоз.-фекального коллектора.

Для расчета использовались следующие расходы: расход хоз.-фекального коллектора $Q_{\text{ф}} = 1,32 \text{ м}^3/\text{сек}$ и расход комбината $Q_{\text{к}} = 0,88 \text{ м}^3/\text{сек}$. Значит, вычисленный расход колодца $Q = 2,2 \text{ м}^3/\text{сек}$ и глубина падения 4,7 м. По су-



Фиг. 1. Схематический план моделированного перепадного шахтного колодца.



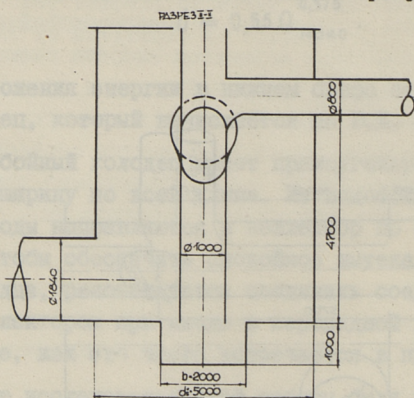
Фиг. 2. Разрез 1-1 моделированного перепадного шахтного колодца.

существующей расчетной методике определены размеры перепадного колодца шахтного типа. Схема исходных данных колодца показана на фиг. 1 и схемы разрезов на фиг. 2 и 3. Так как в данном перепадном колодце образуется безнапорное неравномерное движение потока, то при моделировании рассматривается только турбулентное движение. Так как определяющим фактором при образовании свободной поверхности жидкости является сила тяжести, то безнапорные неравномерные потоки моделируются по критерию Фруда.

Масштабом моделирования выбран $\alpha = 9$. Действительные расходы пересчитаны на расходы модели по формуле:

$$Q_{\text{мод}} = \alpha^{2,5} Q_{\text{мод}} \quad (4)$$

Для визуального наблюдения процесса смешивания модель изготовлена из органического стекла. Исследуемая модель была смонтирована в стеклянный лоток лаборатории гидротехники ТПИ и включена в существующую систему лаборатории. Имеющиеся центробежные насосы обеспечивали требуемый расход.



Фиг. 3. Разрез II-II моделированного перепадного шахтного колодца.

При выполнении опытов преследовали две цели: 1) надо было выяснить гидравлический режим работы выбранной конструкции колодца, уяснить как происходит соединение потоков в стояке, какова пропускная способность стояка и как происходит уничтожение энергии в водобойном колодце, 2) надо было выявить возможности смешивания сточных вод и закономерность смешивания.

Для проверки расчетных величин гидравлических показателей перед началом опыта точно устанавливались нужные расходы и велись наблюдения гидравлического режима. Особо проверялась пропускная способность колодца.

Для определения степени смешивания двух потоков сточных вод на модели стоки хоз.-фекального коллектора перед входом в колодец подкрашивались, а из коллектора ЦБК шла чистая вода. По интенсивности и равномерности цвета смешанной воды можно было оценить условия смешивания двух потоков. Смешивание определяли визуально и анализами проб воды по длине потока. Пробы воды брали из колодца и из характерных сечений выходного трубопровода. Степень смешивания определялась с помощью колориметра.

Для комплексной проверки гидравлического режима работы колодца характерными были выбраны следующие расходы:

- 1) минимальный расход выбран $0,5 Q_{\text{расч.}}$,
- 2) расчетные расходы по проектному решению,
- 3) расход, соответствующий максимальной пропускной способности всего комплекса.

При проведении опытов выяснилось, что гидравлический режим в стояке весьма противоречивый. Во всех случаях условия спуска потока в глубокий коллектор были нормальными. Так как сточные воды содержат различные взвеси и песок, то в сечениях с высокими скоростями (в стояке $v = 2,9$ м/сек) необходимо предусмотреть соответствующую эрозийную стойкость. Так например, стояк следует изготовить из металлической трубы.

Опыты с расчетными расходами на моделях показали, что условия спуска потока в глубокий коллектор сильно зависят от внутренней конструкции колодца. Гидравлический режим резко ухудшается при появлении водоворотной зоны у входа.

Для устранения этого в колодце применили вертикальную перегородку, что в вертикальном сечении изменило длину глубокого коллектора.

На основании опытов рекомендуется конструкция, где глубокий коллектор кончается на линии со стеной шахты на том же месте и для его удлинения до водоносного колодца

принимается вертикальная плоская стена, высота которой равняется диаметру глубокого коллектора. С указанным конечным вариантом была проведена проверка также и других расходов воды (расход комбината $Q = 0,88 \text{ м}^3/\text{сек}$ и хоз.-фекального коллектора $Q_{\text{ф}} = 0,66 \text{ м}^3/\text{сек}$). Работа колодца данной конструкции показала свою пригодность и режим работы был нормальным во всех узлах колодца.

Максимальной пропускной способностью колодца можно считать расход хоз.-фекального коллектора $Q_{\text{ф}} = 5,0 \text{ м}^3/\text{сек}$, так как в этом диапазоне режим работы стояка соответствует установленным условиям.

Вопросу смешивания сточных вод было уделено особое внимание. Условия смешивания были проверены при тех же условиях, что и при исследованиях гидравлического режима колодца. Проверка условий смешивания обоими вышеуказанными методами показала, что в стояке сточной воды происходит неполное смешивание. Еще до выхода из стояка в нижней части шахтного колодца поток внезапно изменяет направление с вертикального на горизонтальное. Резкое изменение направления вызывает интенсивные завихрения, что является главным условием смешивания. При появлении последнего явления в отношении смешивания определяющим является водобойный колодец.

На основе опытных данных выяснилось, что полное смешивание сточных вод происходило в нижней части шахтного колодца и при входе потока в главный коллектор нет возможности отделить потоки сточных вод друг от друга.

В итоге выбранная конструкция колодца обеспечивает полное смешивание сточных вод перед пуском их в глубокий коллектор. Поскольку опыты были проведены при различных соотношениях расходов, то как показывают опыты, при всяких соотношениях расходов обеспечивается полное смешивание.

Л и т е р а т у р а

И. Н. Ф. Федоров. Гидравлический расчет и устройство перепадов с водобоями в шахтных колодцах на канализационной сети. Труды ЛИСИ, вып. 3, 1930.

2. Н.Ф. Федоров. Новые исследования и гидравлические расчеты канализационных сетей. Стройиздат Л.-М., изд. 2, 1964.

3. Ю.Д. Шутов. Шахтные перепады на канализационной сети. Исследования по санитарной технике. ЛИСИ. Сб. научных трудов, вып. 31, Л.-М., 1959.

6 НАДЕЖНОСТЬ ПРОТЯЖОВ САНИТАРНОГО
СОСТОЯНИИ ВОДОВОДА (на примере ЭССР)

Одним из основных факторов, определяющих уровень санитарно-эпидемиологических условий санитарно-экономического общества является качество водных ресурсов. При осуществлении водоснабжения особое значение приобретает тщательная подготовка водопроводной сети. В. Паал, М.-Л. Мääl, К. Мääl

Observations of the Conditions of Inlet and
Mixing of Waste Waters in the Municipal Sewer System

S u m m a r y

This paper presents a theoretical analysis and a description of experimental investigations about the mixing of waste waters. The influence of acidic waste of the Cellulose and Paper Factory on pipe material may be neutralized when mixed with municipal sewage. The recommendations presented can also be used at projecting the optimum sewer systems and especially for designing inlet constructions.

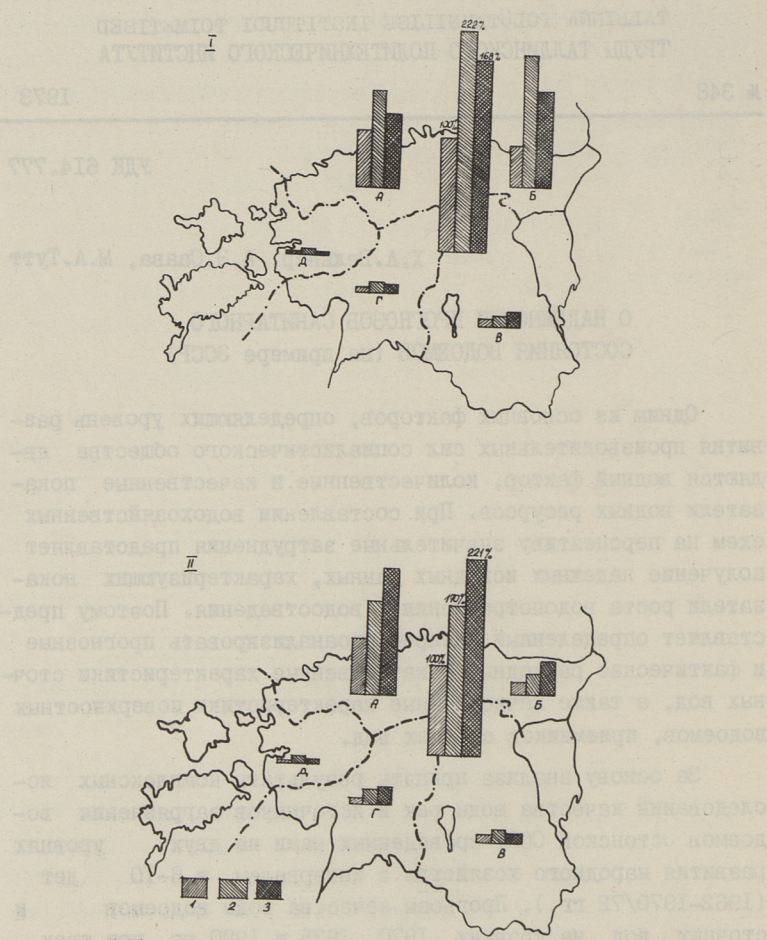
УДК 614.777

Х.А.Вельнер, А.Э.Саава, М.А.Тутт

О НАДЕЖНОСТИ ПРОГНОЗОВ САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ (на примере ЭССР)

Одним из основных факторов, определяющих уровень развития производительных сил социалистического общества являются водный фактор, количественные и качественные показатели водных ресурсов. При составлении водохозяйственных схем на перспективу значительные затруднения представляет получение надежных исходных данных, характеризующих показатели роста водопотребления и водоотведения. Поэтому представляет определенный интерес проанализировать прогнозные и фактические расходные и качественные характеристики сточных вод, а также качественные характеристики поверхностных водоемов, приемников сточных вод.

За основу анализа приняты результаты комплексных исследований качества воды рек и источников загрязнения водоемов Эстонской ССР, проведенных нами на двух уровнях развития народного хозяйства с интервалом в 8-10 лет (1962-1970/72 гг.). Прогнозы качества воды водоемов и сточных вод на уровнях 1970, 1975 и 1980 гг. при трех расчетных уровнях водоохраных мероприятий: механическая, частичная биологическая или полная биологическая очистка сточных вод были произведены нами в 1962-1964 гг. в связи с составлением генеральной и локальных схем комплексного использования и охраны водных ресурсов. При этом прогноз сбросных характеристик (показателей сточных вод) был произведен по укрупненным показателям отраслей промышленности, разработанным НИИ институтом ВОДГЕО, согласно планам развития народного хозяйства республики. Указанные материалы позволили сделать попытку оценить степень надежнос-



Фиг. 1. Динамика и прогнозы стоков в Эстонской ССР по количеству (I) и нагрузке (II) сточных вод.

- 1 - Наблюдаемое состояние в 1962 году,
- 2 - наблюдаемое состояние в 1970 году,
- 3 - прогноз на 1970 год.
- А...Д - волохозяственные районы: А - Таллинский,
- Б - Сланцевый, В - Тартуский, Г - Пярнуский,
- Д - Приморско-островной.

ти прогнозов качества воды на расчетном уровне 1970 г. при предположении механической очистки сточных вод (Δ БПК₅ принято 12%) и степени смешения сточных вод с водой водоема $\alpha = 0,9$, без учета самоочищающей способности водоемов.

В 1970–1972 гг. под руководством авторов были проведены обширные комплексные экспедиционные работы по описанию и паспортизации источников загрязнения, а также санитарного состояния водоемов республики. Исследовались все объекты с суточными объемами сточных вод более 5 м³. Непосредственно на местах определялись категории и мощность объекта, режим работы, условия водопотребления и отведения, а также количественные и качественные показатели сбрасываемых стоков, условия и эффективность их очистки. Кроме того, определялись количественные и качественные показатели сточных вод и воды водоприемников. Проведенные исследования позволили выявить влияние сбрасываемых стоков на качество воды водотоков и определить зоны влияния сточных вод. Всего исследовано более 360 населенных пунктов с 725 объектами загрязнения и взяты пробы в более, чем 700 створах. По результатам исследований составлены каталог и картограмма источников загрязнения, а также санитарного состояния водоемой Эстонской ССР на 01.01.1972 г. приведенные к расчетному минимальному расходу рек.

Сопоставления полученных данных по источникам загрязнения с аналогичными данными измерений 1962–1964 гг. и составленными прогнозами на 1970 год приведены в таблицах 1 и 2 и на фиг. 1. Данная по БПК нагрузка стоков, которая в условиях Эстонской ССР достаточно хорошо характеризует сточные воды основных источников загрязнения (города и поселки, пищевая, целлюлозно-бумажная, местная промышленности). БПК является также лимитирующим показателем качества фоновой воды, т.е. водоемов в естественном состоянии.

По республике в целом количество сточных вод за рассмотренный период (с 1962 по 1970 г.) увеличилось в 2,2 раза, вместо 1,7 раза по прогнозу, в то время как нагрузка сточных вод по БПК повысилась в 1,7 раза, вместо 2,2 раза по прогнозу. Количество сточных вод было в 1,3 ра-

за больше прогноза, а нагрузка, наоборот, в 1,3 раза меньше прогноза. Следовательно, прогнозы развития производительных сил довольно хорошо совпадают с наблюдаемым состоянием. Это указывает на допустимость применения методики ВОД-ГЕО по прогнозам нагрузки сточных вод по отраслям промышленности. Некоторые расхождения, особенно в Таллинском, Сланцевом и Пярнуском водохозяйственных районах обусловлены тем, что в условиях Эстонской ССР промышленность сбрасывает менее концентрированные сточные воды, т.е. дополнительно разбавленные из водоисточников. В первую очередь это относится к сточным водам текстильной и рыбной промышленности, при которых расхождения в концентрации БПК доходят до 300-500 %.

Наблюдения за динамикой изменения качества воды рек за последние 8-10 лет свидетельствуют о том, что санитарное состояние их требует определенного внимания.

Т а б л и ц а I

Динамика загрязнения и надежность прогнозов
по количеству сточных вод

Водохозяйственные районы	Количество сточных вод, по сравнению с 1962 г. в процентах		Расхождение прогноза от наблюдаемого количества сточных вод в процентах
	наблюдаемое в 1970 г.	по прогнозу на 1970 г.	
Таллинский	168	129	-24
Сланцевый	323	233	-28
Тартуский	126	161	+28
Пярнуский	217	156	-28
Приморско-островной	197	72	-63
Всего по республике	222	168	-24

Т а б л и ц а 2

Динамика загрязнения и надежность прогнозов
по нагрузке сточных вод

Водохозяйственные районы	Нагрузка загрязнения (БПК) сточных вод, по сравнению с 1962 г. в процентах		Расхождение прогноза от наблюдаемой нагрузки загрязнения сточных вод в процентах
	наблюдаемая в 1970 г.	по прогнозу на 1970 г.	
Таллинский	166	232	+40
Сланцевый	171	281	+64
Тартуский	159	111	-30
Пярнуский	195	212	+9
Приморско-островной	216	106	-51
Всего по республике	170	221	+30

При этом следует отметить, что недостаточно разработаны схемы рационализации технологического процесса производств, направленные на экономию потребления воды, допускающие или исключющие сброс сточных вод в водоемы. Неудовлетворительно внедряются в практику технологические схемы, утилизация ценных вторичных продуктов производства.

На рядах водоемах наблюдается улучшение их санитарного состояния, что вызвано проведением эффективных водоохраных мероприятий (введение в эксплуатацию комплекса канализационных биологических очистных сооружений в г. Нарва, Йыхви, комплекса химико-механической очистки стоков в пос. Кохила или с прекращением выпуска сточных вод в водоемы (оз. Вильянди, Тамула).

В 1968-1972 гг. в Эстонской ССР для биологической очистки сточных вод небольших объектов (до 1600 м³/сутки) раз-

работан и внедрен ряд серий аэрационных очистных установок, работающих в режиме продленной аэрации (БИО, Оксид, кольцевые окислительные блоки и др.). При нормальной эксплуатации эти установки обеспечивают постоянный, независимо от времени года, высокий эффект очистки (по БПК - 70 - 90 %, по сапрофитным микроорганизмам и кишечной палочки до 80 %), БПК₅ очищенных бытовых стоков не превышает 10 ... 30 мгО₂/л). Для устранения фосфорных соединений изучаются и частично внедрены варианты дополнительной химической доочистки сточных вод. В качестве реагентов, используются известь, соли железа и алюминия. Себестоимость очистки этими установками в 3...5 раз ниже, чем соответствующие стоимости традиционных типовых сооружений.

К началу 1973 года в Эстонской ССР построено и введено в эксплуатацию более 200 малых биологических канализационных очистных сооружений с длительной аэрацией общей производительностью более 20000 м³/сутки. Очищаются хозяйственно-бытовые стоки, а также легко окисляемые стоки молочной, рыбной и пр. промышленности. Это позволило дополнительно сократить нагрузку на водоемы и ликвидировать многие опасные источники загрязнения внешней среды, в первую очередь, в сельской местности.

Как было сказано, данные комплексных санитарных наблюдений на реках республики, полученные в 1962-1963 и 1970-1972 гг. приведены, согласно [1], к единому расчетному гидрологическому режиму. Полученные натурные данные были сопоставлены с прогнозами по БПК, произведенными в 1963 г. для уровня 1970 г. в предположении механической очистки сточных вод (снижение БПК на 12 %) и разбавление стоков в водотоках. Процессы самоочищения в водотоках при прогнозах не учитывались. В таблице 3 приведены в качестве примера полученные результаты для некоторых характерных рек Эстонской ССР, где соблюдены условия прогнозной обработки сточных вод. Как видно из таблицы 3, прогноз качества воды всегда (за исключением р.Педели) дает сильно завышенные показатели, т.е. фактическое качество воды всегда значительно лучше прогнозного. Это может быть объяснено недоучетом превращения веществ загрязнения в водотоках на участке ниже сброса сточных вод до рассматриваемого ство-

ра, а также замышенными сбросными характеристиками источников загрязнения (р. Пюхайнги, Педели и пр.).

Т а б л и ц а 3

Динамика загрязнения рек и надежность прогнозов

Река и створ	Динамика загрязнения рек, по сравнению с 1962 г. в процентах			Расхождение прогноза с наблюдаемой концент. в процентах (наблюд. = 100 %)	
	Наблюдаемая концентрация 1971-72	По прогнозу 1970 г.		по концентрации БПК речной воды	по спуску сточных вод в реку выше створа
		после механической очистки	после биологической очистки		
<u>р. Пюхайнги</u> парк в пос. Тойла	110	1030	290	+835	-82
<u>р. Кейла</u> ниже пос. Кохила	54	138	9,8	+156	+50
<u>р. Выханду</u> ниже пос. Ряпина	280	670	100	+139	+50
<u>р. Суур-Эмайнги</u> ниже г. Тарту	143	184	60	+29	-1
<u>р. Ора</u> ниже спуска сточных вод г. Пылва	151	226	20	+50	+126
<u>р. Педели</u> ниже г. Валга	157	105	40	-33	-39
<u>р. Тянасильма</u> д. Ойу	132	681	200	+417	-38

В ы в о д ы

1. При составлении водохозяйственных схем прогнозные нагрузки сточных вод городов и промышленности (в условиях Эстонской ССР) могут определяться по укрупненным показателям ВОДГЕО. Сопоставление прогнозных и измеренных нагрузок в 1962-1972 гг. показывает, что фактические расходы сточных вод больше прогнозных в 1,3 раза, а нагрузка по основным показателям качества воды меньше прогнозной в 1,3 раза, т.е. превышает точность схем.

2. Прогнозы качества воды водотоков дают сходные с действительностью результаты лишь при должном учете процессов превращения веществ загрязнения в водотоках. Учет одного лишь разбавления приводит к погрешностям до 500 % и более, что сводит на нет реальность технико-экономических сопоставлений вариантных проработок схем.

Л и т е р а т у р а

1. Х.А. Вельнер, А.Г. Каск, М.А. Наруск. О загрязнении рек Эстонской ССР. Таллин, 1969.

2. Х.А. Вельнер (ред.) Гидрохимический режим рек Эстонской ССР с учетом стоковых характеристик. Труды ТПИ, серия А, № 248, 1967.

3. А.Э. Саава. О методике изучения и оценки санитарного состояния малых рек в условиях Эстонской ССР. Автореферат дисс. канд. мед. наук, Тарту, 1967.

The Reliability of Forecasts of the
Sanitary Conditions of Water-bodies

(on the example of the Estonian SSR)

S u m m a r y

On the basis of complex investigations of water quality of the rivers and pollution sources of the Estonian SSR the degree of reliability of the forecast of quantitative and qualitative characteristics of sewage waters as well as of the water quality of water-bodies as receivers of sewage is estimated.

When drawing water-economic schemes, the prognostic pollution loads of towns and industrial enterprises (in the conditions of the Estonian SSR) may be determined from averaged parameters proposed by "Vodgeo". The comparison of prognostic and measured loads in 1962-1972 has shown that the actual discharge of sewage waters is 1.3 times higher than the prognostic one, but the pollution load by main parameters of water quality is 1.3 times less than the prognostic one, i.e. exceeds the precision of the scheme.

С о д е р ж а н и е

	стр.
1. Пааль Л.Л., Тутт М.А.. К решению одной задачи продольной диффузии вещества загрязнения	3
2. Алтон Л.В. О влиянии увеличения нагрузки на микробиологические характеристики активного ила	9
3. Пааль Л.Л., Паулус О.П., Хейнпалу Ю.Ю. Вопросы очистки шламовых вод торфобрикетных предприятий..	17
4. Алтон Л.В. Токсическое влияние карболовой кислоты и резорцина на микробную популяцию активного ила	23
5. Каск А.Г., Лойгу Э.О. Универсальные графики характеристик минимального стока и качества воды...	27
6. Куйк Л.А., Рохусаар Л.Л., Райа А.Э. Некоторые мероприятия для уменьшения зарастания малых рек..	33
7. Пааль Л.Л., Хяяль М.Л.В., Хяяль К.Р. Исследование смешивания и спуска сточных вод Таллинского ЦБК в главный канализационный коллектор № 1 г.Таллина	39
8. Вельнер Х.А., Саава А.Э, Тутт М.А. О надежности прогнозов санитарного состояния водоемов (на примере Эстонской ССР)	47

САНИТАРНАЯ ТЕХНИКА. СБОРНИК СТАТЕЙ 1Х. Таллинский политехнический институт. Редактор Л.Пааль. Технический редактор Е.Ракеева. Утвержден коллегией Трудов ТПИ 2/ ХП 1973. Бумага 60x90/16. Печ. л. 3,5 + 0,5 прилож. Учетно-изд. л. 3,0. Тираж 350 МВ-08968. Зак. №656. Ротапринт ТПИ, Таллин, ул. Коскла, 2/9. Цена 30 коп.

САНИТАРНАЯ ТЕХНИКА

СБОРНИК СТАТЕЙ

IX

УДК 628.394

К решению одной задачи продольной диффузии вещества загрязнения. Л.Л.Пааль, М.А.Тутт.
Труды Таллинского политехнического института, 1973, № 348, стр. 3-8.

В статье приводится новое решение уравнения одномерной турбулентной диффузии при впуске сточных вод в водоток по любому эпюру. Для определения граничных условий применяется единичная функция Хевисайда и для решения уравнения диффузии - преобразование Лапласа. В результате решения получена удобная для практических расчетов формула.

Фигур I, библиографий 4.

УДК 628.336.1:57

О влиянии увеличения нагрузки на микробиологические характеристики активного ила.
Л.В.Алтон. Труды Таллинского политехнического института, 1973, № 348, стр. 9-15.

При работе очистных сооружений аэротенков на коммунальных сточных водах нагрузка на микробы обычно не явля-

ется постоянной во времени.

В работе изучали влияние повышенной нагрузки в пределах от 0,13 до 0,8 мг БПК на 1×10^6 микр./сут. на физиологическое состояние ила и на эффект очистки синтетических сточных вод в лабораторных условиях.

Проведенные опыты показали, что популяция микробов активного ила относительно быстро адаптируется при увеличении нагрузки на ил в 2,0-3,0 раза.

Предложенный в работе коэффициент активности (КА) является параметром, характеризующим физиологическое состояние микробов и, следовательно, может быть использован в практике оценки процесса биологической очистки сточных вод в аэротенках.

Библиографий 5, таблиц 2.

УДК 628.33

Вопросы очистки шламовых вод торфобрикетных предприятий. Л.Л.Гаэль, О.П.Паулус, Ю.Ю. Хейнпалу. Труды Таллинского политехнического института, 1973, № 348, стр. 17-22.

В статье приводятся результаты исследования механической очистки шламовых вод, причем для очистки применялись микрофильтр и центрифуга + микрофильтр. В результате исследования установлено, что при схеме центрифуга-микрофильтр эффект очистки получается 90...96 %.

Фигур 4, библиографий 2.

Токсическое влияние карболовой кислоты и резорцина на микробную популяцию активного ила. Л.В.Алтон. Труды Таллинского политехнического института, 1973, № 348, стр. 23-26.

При попадании токсических веществ в сооружение биологической очистки, эффект очистки сточных вод уменьшается. В работе исследовали влияние карболовой кислоты и резорцина на активный ил в лабораторных условиях, исходя из количества микробов в иле. Также уточняли методику определения токсичности.

Опыты проводили при количестве микробов от $3,8 \times 10^6$ до $8,9 \times 10^6$ микр./л ила. Проведенные опыты показали, что токсическое влияние карболовой кислоты и резорцина на неадаптированный ил уменьшалось при повышении количества микробов в иле.

Самым быстрым методом для оценки токсичности оказалось определение ДА ила с добавлением разных субстратов к илу. Результаты анализа могут быть получены в течение нескольких часов.

Библиографий 4.

Универсальные графики характеристик минимального стока и качества воды. А.Г.Каск, Э.О.Лойгу. Труды Таллинского политехнического института, 1973, № 348, стр. 27-31.

В статье рассматриваются вопросы минимального стока и управления качеством воды в водоеме. Приведен пример решения оптимизационной задачи графическим путем. Сопоставлены затраты по очистке сточных вод и регулированию стока.

Приведенные характеристики позволяют определить оптимальное соотношение допустимого минимального расхода и степени очистки сточных вод.

Фигур 2, библиографий 3.

УДК 628.394

Некоторые мероприятия для уменьшения зарастания малых рек. Л.А.Куйк, Л.Л.Рокусаар, А.Э. Райа. Труды Таллинского политехнического института, 1973, № 348, стр. 33-38.

В статье рассматривается зарастание макрофитами одной из малых рек ЭССР, происходящее под влиянием сточных вод Сыроваренного завода. Установлено, что интенсивность зарастания зависит, кроме концентрации фосфора в воде, от свойств донных отложений и режима стока. Даются ориентировочные допустимые концентрации фосфора в водотоках. Для уноса плавающих и слабо прикрепленных макрофитов во время межени рекомендуется периодически увеличивать расходы воды путем пусков из водохранилищ.

Фигур 1, библиографий 7.

УДК 628.214.

Исследование смешивания и спуска сточных вод Таллинского ЦБК в главный канализационный коллектор № I г.Таллина. Л.Л.Пааль, М.-Л.В. Хяяль, К.Р.Хяяль. Труды Таллинского политехнического института, 1973, № 348, стр. 39-45.

Настоящая научно-исследовательская работа выполнена с целью определения условий спуска сточных вод в общегородскую сеть г. Таллина. При спуске кислотных сточных вод ($pH < 7$) в канализационный коллектор № I необходимо обеспечить полное смешивание их с хозяйственно-фекальными водами для того, чтобы уменьшить агрессивное воздействие на материал трубопровода.

В ходе работы определены оптимальная конструкция применяемого колодца спуска, его линейные размеры и гидравлические режимы работы при различных соотношениях расходов сточных вод.

В результате исследования выработаны обоснованные исходные данные для проектирования.

Фигур 3, библиографий 3.

УДК 614.777

О надежности прогнозов санитарного состояния водоемов (на примере Эстонской ССР).

Х.А.Вельнер, А.Э.Саава, М.А.Тутт. Труды
Таллинского политехнического института, 1973,
№ 348, стр. 47-55.

В статье оцениваются степень надежности прогнозов расходных и качественных характеристик сточных вод, а также качество воды водоемов, приемников сточных вод, на основе результатов комплексных исследований качества воды рек и водоемосточников Эстонской ССР.

При составлении водохозяйственных схем прогнозные нагрузки сточных вод городов и промышленности (в условиях Эстонской ССР) могут определяться по укрупненным показателям ВОДГЕО. Сопоставление прогнозных и измеренных нагрузок в 1962-1972 гг. показывает, что фактические расходы сточных вод больше прогнозных в 1,3 раза, а нагрузки по основным показателям качества воды меньше прогнозных в 1,3 раза, т.е. превышают точность схем.

Фигур 1, библиографий 3, таблиц 3.

Цена 30 коп.

11

Толусти
Raamatuko
III