

МИНИСТЕРСТВО ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА
И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ ЭСТОНСКОЙ ССР

А. МААСТИК

**ОЧИСТКА
СТОЧНЫХ ВОД
В ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ
КАНАЛАХ**

1 XI А-17818
МИНИСТЕРСТВО ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОХРАНЫ
ПРИРОДЫ ЭСТОНСКОЙ ССР

А. МААСТИК канд. техн. наук

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД В ОКИСЛИТЕЛЬ- НЫХ КАНАЛАХ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ВАЛГУС» * ТАЛЛИН • 1969

УДК 628.356

А. Маастик. Очистка сточных вод в окислительных каналах. Изд-во «Валгус», Таллин 1969 г.

Защита водоемов от загрязнения сточными водами стала общемировой проблемой. Большая часть сточных вод в настоящее время попадает в водоприемники без очистки и тем самым приводит в негодное состояние еще большее, количество чистых природных вод.

Значительное влияние на чистоту водных объектов оказывают малые населенные пункты, а также расположенные в сельской местности промышленные предприятия, которые часто спускают свои сточные воды в небольшие водоемы и таким образом загрязняют верховья рек.

Обычные сооружения биологической очистки для малых объектов обходятся очень дорого, поэтому разрабатываются новые, более дешевые, но эффективные способы очистки сточных вод.

Автор работы приводит данные исследований по внедрению в Эстонской ССР так называемых окислительных каналов, в которых сточная вода очищается при помощи активного ила.

В работе использованы литературные данные, а также результаты исследований, проводимых на кафедре гидромелиорации Эстонской сельскохозяйственной академии совместно с альгологами кафедры систематики растений и геоботаники Тартуского государственного университета.

С целью облегчения пользования литературными источниками, к работе приложен небольшой выбор терминов на шести языках.

Табл. 2, рис. 12. Библ. 47 назв.

TARTU ÜLIKOOLI
RAAMATUKOGU

ВВЕДЕНИЕ

Защита водоемов от загрязнения сточными водами стала общемировой проблемой. Из года в год возрастает благоустройство населенных мест, а в связи с этим и количество сточных вод. Большая часть сточных вод в настоящее время попадает в водоприемники без очистки и тем самым приводит в негодное состояние еще большее количество чистых природных вод.

Значительное влияние на чистоту водных объектов оказывают малые населенные пункты, а также расположенные в сельской местности промышленные предприятия — преимущественно заводы и фабрики пищевой промышленности, которые часто спускают свои сточные воды в очень небольшие водоемы. Таким образом загрязняются уже верховья наших рек.

Как известно, обычные сооружения биологической очистки для малых объектов обходятся весьма дорого. Этим и объясняется большой интерес как у нас, так и в других странах к разработке новых, более дешевых, но при этом эффективных способов очистки сточных вод.

В последнее десятилетие за границей (в Нидерландах, ГДР, ФРГ, Чехословакии, Польше, Швеции, Финляндии, Англии, Франции и др. странах) широко применяются выработанные в 1954 году А. Пасвером (Pasveer — Голландия) так называемые окислительные каналы, в которых сточная вода очищается при помощи активного ила. Они стали внедряться и у нас; по нашим сведениям, они пока построены в Украинской, Литовской и Эстонской ССР.

В настоящей работе использованы литературные данные, а также результаты исследований, проводимых на кафедре гидромелиорации Эстонской сельскохозяйственной академии совместно с альгологами кафедры система-

тики растений и геоботаники Тартуского государственного университета (под руководством доцента, канд. биол. наук Э. Кукк) при участии проектировщиков ГПИ «Эстпромпроект» (инж. Э. Кирт и др.).

С целью облегчения пользования литературными источниками, прилагается небольшой выбор терминов на шести языках. При его составлении оказали большую помощь Х. Вальс, Р. Куллер — эстонский язык, инженеры Э. Томингас, С. Муодияла (S. Muotiala — Финляндия) — финский язык и Э. Паюсте (E. Pajuste — Швеция) — шведский язык, за что выражаю им искреннюю благодарность.

1. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПРИ ПОМОЩИ АКТИВНОГО ИЛА

Как известно, мертвое органическое вещество не остается в природе неизменным, оно разлагается в ходе биологических процессов. В присутствии кислорода эти процессы протекают аэробно и органическое вещество окисляется. Из органического азота образуются нитраты, из фосфора — фосфаты и т. д., углерод окисляется в углеводород и водород — в воду. В этих процессах принимают деятельное участие микрофлора и микрофауна сточных вод: бактерии, грибки, водоросли, простейшие.

Когда сточные воды попадают в водоем, то для окисления используется растворенный в воде кислород, и процесс называется самоочисткой. В очистных сооружениях этот процесс ускоряют путем искусственной подачи кислорода (аэрацией) и созданием благоприятных условий для жизнедеятельности участвующих в нем микроорганизмов.

При аэрации сточной жидкости образуется так называемый активный ил, который состоит из суспензии сточной воды, адсорбированных коллоидов и размноженных на этом субстрате микроорганизмов.

Процесс очистки при помощи активного ила можно разделить на три фазы:

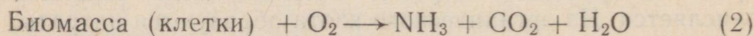
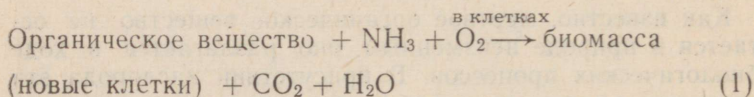
а. Осветление сточной жидкости путем адсорбции органических загрязнений на поверхности хлопьев активного ила.

б. Окисление адсорбированной органической субстанции при помощи бактерий, простейших и грибков. Часть органического вещества используется при этом для синтеза — построения новых клеток, часть израсходуется на поддержание этих процессов — на горение, при котором выделяются CO_2 и вода.

в. Дальнейшее окисление азотосодержащих веществ при помощи различных бактерий (нитрификация). Освобождаемая при этой эндогенной респирации энергия израсходуется на реактивизацию биомассы (активного ила).

Если органического вещества (загрязнений) много, то организмы получают достаточно энергии при его окислении и третья фаза мало развивается. Если же питательных веществ мало, то баланс энергий уравнивается дальнейшим окислением ила.

Указанные процессы описаны Экенфельдером (Eckenfelder, 1966) следующими уравнениями:



Следовательно, в смеси сточной воды и активного ила происходит непрерывное образование биомассы (ила) и одновременное самоокисление ее.

В обычных («классических») сооружениях, очищающих сточные воды при помощи активного ила, — аэротенках, в аэрационную камеру непрерывно вводится настолько большое количество органического вещества, что третья фаза — самоокисление ила — развивается очень слабо. Загруженный органическими веществами ил выделяется и подвергается дальнейшей обработке — регенерации, а избыток — анаэробному брожению в метантенках совместно с сырым осадком из первичных отстойников, по которым сточная вода протекает до поступления в аэрационную камеру.

Стремление удешевить очистные сооружения привело к выработке так называемого процесса продолженной аэрации. При этом не будет необходимости в дополнительной обработке осадка (ила), поскольку он минерализуется уже в самом сооружении аэрации. Отсутствуют обычно также первичные отстойники. Нагрузку аэрационной камеры уменьшают настолько (до $1/5 \dots 1/10$ обычных аэротенков), что питательных веществ (загрязнений) не хватает для нормальной жизнедеятельности активного ила. Недостаток в энергии покрывается самоокислением голодающего ила, что вызывает его минера-

лизацию уже в аэрационной камере. Количество избыточного ила уменьшается, и он без дополнительной обработки осушается на иловых площадках или удаляется другим путем.

К описанным сооружениям с продолженной аэрацией и далекоидущей минерализацией осадка относятся и рассматриваемые в настоящей брошюре окислительные каналы.

2. ОКИСЛИТЕЛЬНЫЕ КАНАЛЫ

2.1. ПРИНЦИП РАБОТЫ

Окислительный канал (ОК, нем. Oxydationsgraben или Belebungsgraben, англ. oxidation ditch, швед. ringkanal, фин. rengaskanava, эст. ringkanal) является открытым закрепленным (обычно) или незакрепленным каналом (рис. 1) с трапециевидным поперечным сечением, образующим замкнутое вытянутое кольцо, в котором сточная жидкость очищается при помощи активного ила. Расположенный поперек канала поверхностный роторный аэратор обеспечивает непрерывную циркуляцию в канале, перемещение воды с активным илом и обогащение жидкости необходимым для поддержания аэробных процессов кислородом воздуха.

Сточная вода поступает в канал через решетку и (при необходимости) песколовку самотеком или накачивается насосом. Очищенная жидкость выпускается через водовыпуск прямо в водоприемник или через отстойник. Избыточный ил направляется либо для сушки на иловые площадки, либо вывозится из накопительной емкости — уплотнителя (рис. 2, различные возможные технологические схемы см. ниже).

По сравнению с обычными сооружениями отсутствуют первичный отстойник и сооружения для обработки осадка. Продолжительность аэрирования сточной воды значительно больше — вода аэрируется до тех пор, пока не очистится и образующийся осадок не минерализуется настолько, что будет возможно высушить его без дополнительной обработки.

Большой объем и длительность процесса очистки придают окислительному каналу значительную буферную

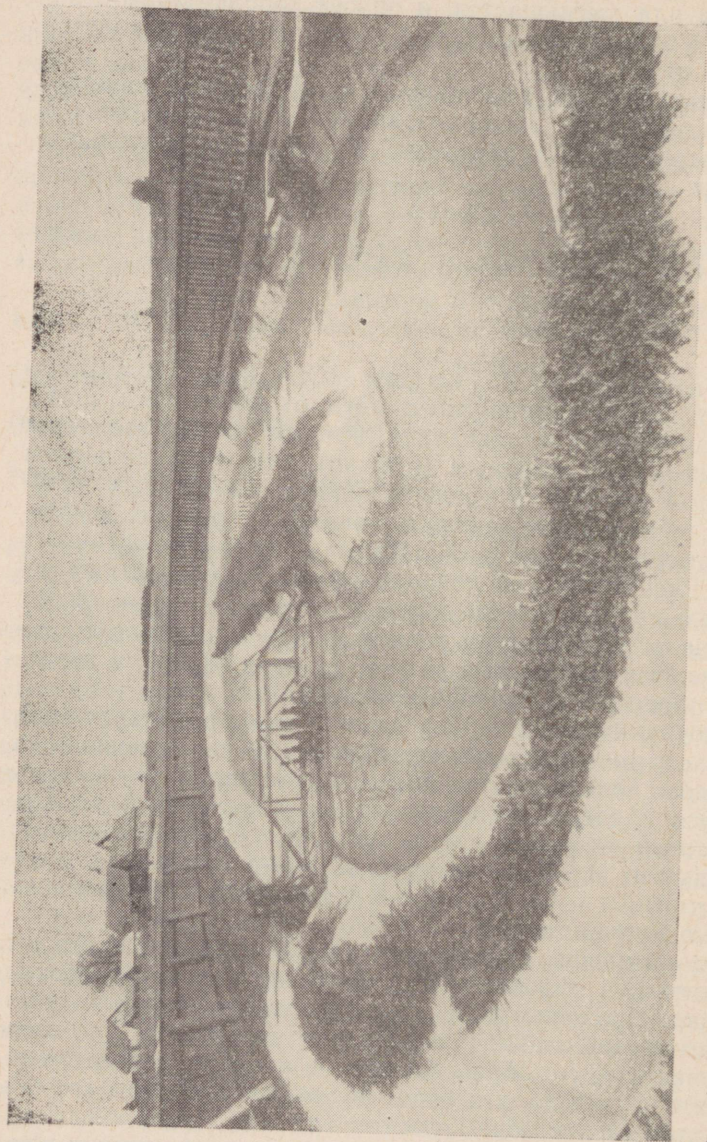


Рис. 1. Окислительный канал Нюского молочного завода.

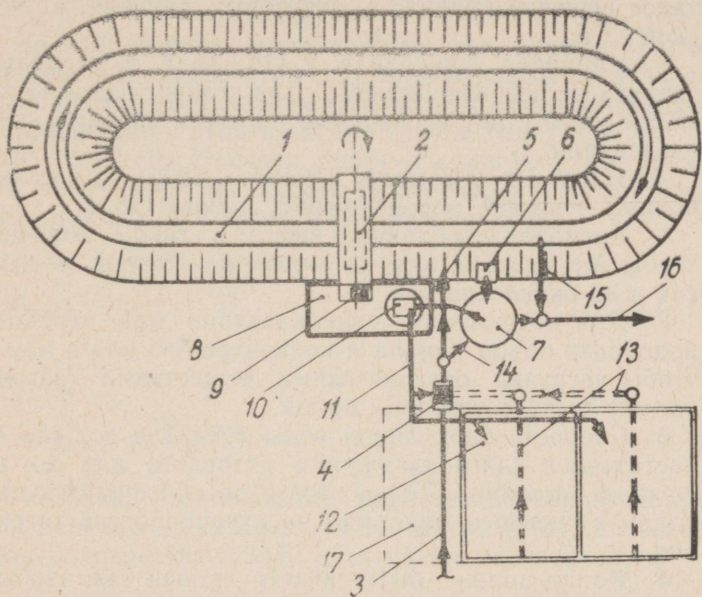


Рис. 2. Схема окислительного канала. 1 — канал, 2 — служебный мост с прикрепленным ротором, 3 — приточная труба, 4 — решетка. 5 — впускная труба, 6 — водовыпуск, 7 — вторичный отстойник. 8 — помещение для механического оборудования, 9 — электромотор. 10 — насос перекачки ила, 11 — илопровод, 12 — иловые площадки, 13 — дренаж, 14 — аварийный пуск, 15 — труба для опорожнения канала, 16 — отводная труба, 17 — площадка для компостирования мусора.

способность — он мало чувствителен к изменениям нагрузки.

Степень очистки по БПК₅ в нормально эксплуатируемых окислительных каналах обычно превышает 90% и доходит до 99%. Следовательно, при очистке бытовых сточных вод вытекающая вода будет достаточно чиста для пуска в водоем. При сильнозагрязненных производственных водах (например, дрожжевых, крахмальных, молочных заводов) остаточное загрязнение может все же оказаться высоким и потребуются вторичная очистка. Если местные условия это позволяют, то можно использовать в качестве второй ступени биологические пруды —

такое решение принято в некоторых случаях в Эстонской ССР.

Как правило, очищенная в ОК вода в зарубежных странах не дезинфицируется. Для установления допустимости этого у нас необходимо провести специальные исследования.

А. Пасвер указывает (Pasveer, 1965) на четыре основных фактора, определяющих работу ОК:

1. Кислород необходимо ввести в таком количестве, чтобы его хватало как на очищение сточной жидкости, так и на окисление ила.

2. Для достижения минерализации ила необходимо подобрать объем канала и концентрацию ила в нем так, чтобы нагрузка органическими веществами (загрязнениями) была достаточно малой.

3. Скорость циркуляции воды в канале должна быть достаточной для поддержания активного ила во взвешенном состоянии. Только тогда он обогащается кислородом и способен максимально адсорбировать загрязнения.

4. Канал должен быть сконструирован так, чтобы активный ил не попадал в водоприемник, т. е. не выносился вытекающей жидкостью.

2. 2. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

2. 2. 1. ИНТЕНСИВНОСТЬ АЭРАЦИИ

Общепринятой мерой загрязненности воды является БПК₅ — биохимическая потребность кислорода в течение 5 суток.

По Пасверу (Pasveer, 1965), в аэрационную камеру для полного окисления 1,0 кг БПК₅ при +20°C необходимо ввести около 1,46 кг кислорода. При предположении, что кислород вводится при дефиците 80%, отношение количества вводимого кислорода к БПК₅ увеличивается до 2,0. Для минерализации ила (т. е. для нитрификации азота) требуется еще дополнительное количество кислорода, и для бытовых сточных вод Пасвер предлагает отношение вводимого кислорода к БПК₅ сточных вод увеличить до 2,2. В литературе преобладает рекомендация довести это отношение до 2,5.

2. 2. 2. НАГРУЗКА И КОНЦЕНТРАЦИЯ ИЛА

Из изложенного выше понятно, что основой расчета ОК является не достижение определенной степени очистки воды, а достаточная дальнейшая минерализация образующегося в этом процессе осадка (ила).

К. Нильссон (Nilsson, 1966) предлагает для расчета ОК полученную из теории Экенфельдера и О'Коннора (Eckenfelder, O'Connor, 1961) зависимость:

$$l_{o. a. u.} = \frac{2^b}{T_{a. u.}} + 2b, \quad (3),$$

где

$$l_{o. a. u.} = \frac{Q \cdot L_{\text{загр.}}}{S \cdot V}$$

— нагрузка органического вещества активного ила загрязнениями (в граммах БПК₅ на грамм сухого органического вещества (СОВ) в активном иле в сутки),

$$T_{a. u.} = \frac{S \cdot V}{P + Q S_b}$$

— возраст активного ила в ОК в сутках и

b — коэффициент скорости минерализации активного ила, который зависит от возраста и состава ила, температуры и пр. Для ОК рекомендуется брать $b = 0,01 \dots 0,015$.

Обозначения в этих выражениях следующие:

- Q — расход поступающей в очистное сооружение жидкости ($m^3/сут$),
- $L_{\text{загр.}}$ — загрязненность этой воды ($гБПК_5/m^3$),
- S — концентрация активного ила в воде ОК в граммах сухого органического вещества на кубометр ($гСОВ/m^3$),
- S_b — то же в вытекающей из очистного сооружения воде,
- V — объем ОК (m^3) и
- P — количество избыточного ила ($гСОВ/сут$).

Для достижения полной минерализации ила в условиях Швеции (которые близки к условиям Прибалтики) рекомендуется брать

$$T_{a. и.} = 35 \text{ суток и,}$$

следовательно,

$$l_{o. a. и.} = 0,08 \text{ гБПК}_5/\text{гСОВ. сут.}$$

Поскольку концентрацию ила проще определять через общий сухой остаток (СВ), в котором содержится обычно около 65% органического вещества, то получается:

$$l_{a. и.} = 0,05 \text{ гБПК}_5/\text{гСВ. сут.}$$

Пасвер рекомендует поддерживать содержание активного ила в ОК около 4 гСВ/л (минимальная допустимая величина — 2,5 гСВ/л), отсюда получается рекомендуемая гидравлическая нагрузка окислительных каналов (Nilsson, 1966):

$$l_{\text{гидр.}} = 210 \text{ гБПК}_5/\text{м}^3 \text{ сут.}$$

Эта величина близка к рекомендуемой Пасвером 180 гБПК₅/м³ сут, которая получена из расчета 300 л объема канала на одного расчетного жителя при норме загрязнения (по Имхоффу) 54 гБПК₅ на человека в сутки.

Отсюда видно, что нагрузка активного ила в ОК составляет лишь 45 гВПК₅ на килограмм СВ в сутки, что в 15...20 раз меньше, чем в «классических» сооружениях.

Вполне понятно, что, поскольку ОК является разновидностью аэротенка, нагрузку его можно увеличивать (до 500 гБПК₅/м³ сут и даже больше), что некоторыми авторами и рекомендуется (Viehl, 1960, Böhnke, 1961, Viehl, Mudrack, Neumann, 1963, Berk, 1966). В этом случае, однако, необходимо иметь в виду, что ил не минерализуется и требует дополнительной обработки. Поэтому, если очистное сооружение по конструкции даже похоже на окислительный канал, но работает под большой нагрузкой, то оно в принципе им не является (в немецкой литературе для этого используют разные термины: если нагрузка большая и ил не минерализуется, то вместо названия «Oxydationsgraben» применяется «Belebungsgraben»).

Из изложенного видно, что объем канала определяется в зависимости от загрязненности воды, но

время пребывания воды в окислительном канале (обычно 1...3 суток) — отношением количества сточной жидкости к объему канала.

При расчете ОК необходимо определить БПК₅ сточной воды. Если это не представляется возможным, то для бытовых сточных вод можно исходить из нормы загрязнения одним жителем. Имхофф (Imhoff) рекомендует брать 54 гБПК₅ на расчетного жителя в сутки, по нашим нормам (СНиП П—Г. 6—62) БПК₅ отстоянной жидкости принимается равной 35 г/сут на одного жителя. Поскольку в ОК очищаются неосветленные сточные воды, необходимо, по-видимому, придерживаться рекомендации Имхоффа.

Необходимо иметь в виду, что в случае подключения в комплекс очистных сооружений комминаторов, которыми раздробляется крупная фракция поступающих сточных вод (они в некоторых странах широко применяются), загрязненность бытовых сточных вод значительно увеличивается, и принимается (США, ФРГ) 75 гБПК₅ на расчетного жителя в сутки.

Необходимо избегать недогрузки ОК, т. е. проектирование с запасом. Как показывает опыт (Böhnke 1961, Viehl и. а. 1963, Viitasaari 1963, Rowntree, Hicks 1963 и др.), в этом случае не образуется в достаточном количестве активного ила и очистительный эффект оказывается низким. Если предусматривается увеличение расхода сточных вод, то необходимо предусматривать возможности либо постройки дополнительных каналов, либо удлинения имеющихся.

Сказанное указывает на необходимость при проектировании возможно точнее определять количество и загрязненность сточных вод. Это особенно важно для производственных стоков. Проще всего определить количество воды путем учета поступающей в производство чистой воды. Наш опыт показывает, что нормами водопотребления или данными запроса ориентироваться нельзя — это может стать причиной переделок после пуска сооружения. Загрязненность воды необходимо определять по нескольким среднесуточным пробам, взятым пропорционально расходу в течение 2...3 суток.

2. 3. СХЕМЫ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ

По идее Пасвера, ОК был сконструирован как наиболее простое сооружение, в котором сосредоточены все процессы очистки сточной жидкости. Примером является его первый опытный канал в Воршотене (Voorschoten — Нидерланды).

Неотстоенная сточная жидкость по мере накопления ее в собирательном колодце насоса периодически накачивалась в простой незакрепленный земляной ОК. Определенное время вода там аэрировалась, после чего аэратор автоматически выключался и следовало отстаивание в течение $\frac{3}{4}$... 1 часа.

После осаждения активного ила в канал накачивалась следующая порция воды, а из водовыпуска в другом конце канала вытекала вытесненная осветленная жидкость. При необходимости излишний ил задерживался в находящейся в канале металлической воронке, откуда выкачивался насосом.

Далее были построены более крупные ОК с несколькими роторами, где ил задерживался и вода осветлялась либо в боковых ответвлениях, либо в соседнем канале (парные и тройные ОК). В описанных ОК, как видно, вторичные отстойники отсутствовали и осветление воды перед выпуском происходило в самом канале, причем аэрация периодически прекращалась либо в самом канале, либо в одной части системы каналов.

Отклоняясь от оригинального принципа Пасвера, стали в дальнейшем применять каналы непрерывного действия с последовательным отстаиванием воды во вторичном отстойнике и возвратом ила в канал. Следовательно, окислительные каналы приближались по технологической схеме к аэротенкам с тем отличием, что значительным уменьшением нагрузки достигалась, как было указано выше, довольно полная минерализация ила, вследствие чего отпадала необходимость в его дальнейшей обработке.

Хороший обзор различных возможных схем ОК приведен в книге Баллера (Baller, 1965). Эти материалы использованы при составлении таблицы 1.

Кроме приведенных в таблице можно встретить в литературе и другие схемы, которые, однако, имеют большие недостатки и вследствие этого не представляют

Таблица 1

Основные схемы окислительных каналов

Схема	Рабочий процесс	Основная литература
1	2	3

А. Окислительные каналы с периодической аэрацией

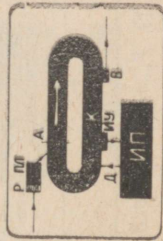
Область применения: небольшие нагрузки (до 700...800 расчетных жителей), циклично работающие предприятия (молочные заводы).

Преимущества: Простота конструкции, весь процесс очистки происходит в самом канале.

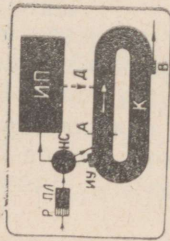
Недостатки: Активный ил периодически осаждается и в это время не аэрируется. Опасность недостаточного осветления воды и выноса ила в водоприемник. Наличие частотапринзных автоматических устройств. Возможность замерзания роторов во время стоянок. Установленная мощность роторов больше, чем при непрерывной аэрации. Для взвешивания осажденного ила требуется большая скорость циркуляции воды в канале.

1. Акумулялирующий ОК

Приток в канал непрерывен, выпускается очищенная вода периодически. Уровень воды в канале во время аэрации повышается. При достижении определенного уровня ротор останавливается, приток продолжается. Через некоторое время оставленная вода выпускается до заданного уровня. Выпуск закрывается, ротор включается.



Muskat, 1961.
Böhneke, 1961.



2. ОК с постоянным уровнем воды

Сточная вода накачивается в канал насосом. Рабочий цикл сооружения определяется накоплением воды в сборительном колодце насосной станции. При достижении заданного уровня аэрационный ротор выключается и в канале начинается отстаивание. Накопление воды в колодце продолжается. При другом заданном уровне включается насос. Накачиваемая в канал жидкость вытесняет соответствующий объем осветленной воды через выпуск в водоприемник. При понижении воды в колодце до определенного уровня насос выключается и ротор включается.

Rowntree, Hicks, 1963.
Baller, 1965.
Muskat, 1961.
Pasveer, 1965.
Baller, 1965.

Б. Окислительные каналы с участками переменной аэрации

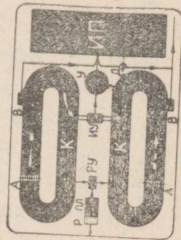
Область применения: Нагрузки свыше 800 расчетных жителей.

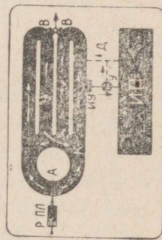
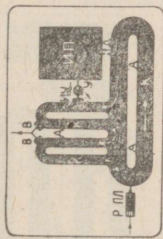
Преимущества и недостатки: те же, что у группы А.

3. Двойной ОК

Состоит из двух соединенных между собою каналов, в которых поочередно происходит либо аэрирование, либо отстаивание воды. Распределительным устройством поступающая вода направляется либо в один, либо в другой канал. Излишний ил задерживается в илоуловителе, расположенном на соединительном канале.

Muskat, 1961.
Böhnke, 1961.
Viehl и. а., 1965.
Baller, 1965.
Le fosse..., 1966





4. Окислительный канал с ответвлениями

Применился впервые Пасвером в Нордвике (Нидерланды) для населенного места с 2500 жителями. В основном канале вода циркулирует и аэрируется непрерывно, также непрерывно в канал поступает сточная жидкость. Боковые каналы работают поочередно в качестве отстойников, и осветленная вода выпускается из того канала, в котором ротор не работает. В одном из ответвлений имеется илоуловитель, из которого ил выкачивается через уплотнитель на иловые площадки.

Pasveer, 1958.
Muskat, 1960.
Böhnke, 1961.
Baller, 1965.

5. Тройной окислительный канал

Основной канал аэрируется непрерывно, малые каналы действуют поочередно в качестве отстойников. Излишний ил удаляется илоуловителем и направляется через уплотнитель на иловые площадки.

Muskat, 1961.
Baller, 1965.

6. Кольцевидный ОК с тангенциальными ответвлениями

Вода поступает непрерывно в ОК, в котором имеется лишь один ротор, направление вращения которого периодически изменяется. Вода осветляется и выпускается из того ответвления, в котором нет циркуляции. Опыт Миллингенской установки показал, что без дополнительных роторов в ответвлениях трудно поддерживать нужную скорость воды.

Muskat, 1960.
Uhlmann, 1962.
Baller, 1965.

В. Окислительные каналы с непрерывной аэрацией

Область применения: Нагрузки свыше 800 расчетных жигелей.

Преимущества: Активный ил находится постоянно во взвешенном состоянии, жидкость хорошо аэрируется. Наличие второго отстойника обеспечивает хорошее осветление вытекающей воды, ил не выносятся. Автоматики мало или вообще нет.

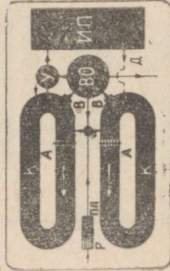
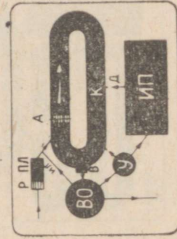
Недостатки: Вторичный отстойник удорожает сооружение.

7. ОК со вторичным отстойником

Сточная жидкость непрерывно поступает в канал, где аэратор постоянно в работе. Вытекающая вода осветляется в отстойнике, откуда ил выкачивают обратно в канал. Излишний ил направляется из отстойника на иловые площадки.

8. Парные ОК со вторичным отстойником

Два самостоятельных непрерывно эксплуатируемых окислительных канала имеют общий вторичный отстойник. В случае, когда сточных вод в начале мало и предусматривается увеличение их количества в перспективе, можно в первую очередь выстроить лишь один канал.



Обозначения: Р — решетка, ПЛ — песколовка, ПС — насосная станция, К — окислительный канал, А — аэратор, ИУ — илоуловитель, У — уплотнитель ила, В — выпуск, ИП — иловые площадки, ВО — вторичный отстойник, РУ — распределительное устройство, Д — дренажная вода.

Viehl, 1960.
Weijman-Haape,
Friedt, 1961.
Böhnke, 1961.
Viitasaari, 1963.
Baller, 1965.

Böhnke, 1961.
Baller, 1965.

интереса. Сюда относятся, например, каналы с различными успокаивающими устройствами для осветления вытекающей воды без прекращения аэрации (см. Baller, 1965).

Хотя каналы непрерывного действия более распространены, в некоторых странах (например, в Швеции — Nilsson, 1965) в случаях выраженной неравномерности поступления воды (очистка сточных вод молочных заводов) дают предпочтение ОК с периодической аэрацией, как более дешевым.

Местоположение ОК зависит от местных условий. При выборе его необходимо учитывать преобладающее направление ветров, так как, несмотря на аэробность очистного процесса, не исключается возможность появления дурных запахов. Эта опасность все же небольшая, так как, например, в Нидерландах (Baars, 1962) и других странах ОК построены очень близко к жилым зданиям — даже в 25 метрах (см. также рис. 4).

Ограждение вокруг территории очистного сооружения обязательно, желательно его обсадить деревьями (только хвойными, во избежание засорения сооружений во время листопада).

Необходимо предусмотреть, чтобы была возможность для измерения расхода воды и взятия проб как втекающей, так и вытекающей жидкости. Все сооружения должны быть доступными для проверки, очистки и ремонта. Еще необходимо небольшое помещение для хранения спецодежды, нужных инструментов и приборов.

В холодном климате вторичный отстойник необходимо покрыть, но при этом предусмотреть возможность удобного доступа для очистки переливного желоба и стенок.

2. 4. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ОК

2. 4. 1. ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ КАНАЛ

Канал имеет обычно трапециевидное поперечное сечение с шириной по дну 1 м и откосами 1 : 1,5. Хотя первые каналы Пасвера не имели закрепления, в последнее время для уменьшения гидравлических сопротивлений и предупреждения зарастания откосов их предпочитают закреплять бетонной или асфальтовой одеждой. Необходи-

димо избегать элементов, вызывающих гидравлическое сопротивление и могущих способствовать отложению ила (сужения, выступающие конструктивные детали). Радиусы закругления должны быть возможно большими, желательно 5 м (по оси канала), но не менее 3 м. Канал должен быть водонепроницаемым, контакт сточной жидкости с подземными водами недопустим. Зная требуемый объем канала (см. выше) и выбрав размеры поперечного сечения, можно определить нужную длину канала.

Сточная вода поступает в канал либо самотеком, либо накачивается насосом, ее необходимо впускать недалеко от ротора (перед ротором, если смотреть в направлении течения), чтобы она сразу же хорошо перемешивалась с жидкостью канала. Как показывает наш опыт, труба может в таком случае заканчиваться заподлицо с откосом канала, и нет необходимости доводить ее до оси канала, как это иногда рекомендуется. Конец трубы должен располагаться 20...30 см ниже уровня воды, чтобы зимой не было затруднений с льдом.

Поступающая к очистному сооружению вода проходит ливнесброс (необходим при общесплавной канализации для предупреждения выноса ила из вторичного отстойника при ливневых расходах), решетки — рекомендуются прозоры от 30 мм (Baller, 1965) до 50...80 мм (Ваарс, 1962) и, если этого требует состав сточной воды, песколовку. Решетки необходимо чистить ежедневно, и для компостирования задержанного мусора предусмотреть мостованную площадку.

Выпуск воды желательно располагать по диагонали в противоположном конце канала, чтобы, в случае аварии ротора, канал работал бы как простой отстойник. Иногда такому решению мешает желание сосредоточить все сооружения в один узел (рис. 2). При ОК с постоянным уровнем воды воду обычно рекомендуют выпускать с верхних слоев через водослив — рис. 3 (Schröter, 1965). Такая конструкция позволяет регулировать глубину погружения ротора, а следовательно и интенсивность аэрации. Даже при больших колебаниях расхода уровень воды в канале с таким выпуском мало меняется. Водовыпуск указанной конструкции не мешает циркуляции воды в канале. С другой стороны, некоторые авторы (шведские) рекомендуют выпускать воды в осветлитель

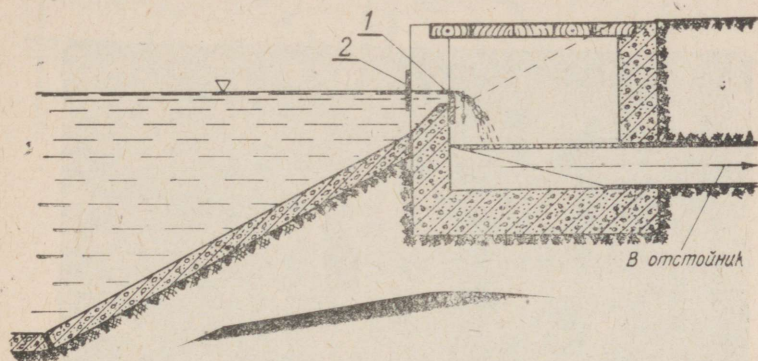


Рис. 3. Водовыпуск (Schröter, 1965). 1 — регулируемый переливной щит, 2 — полупогруженная доска.

именно через придонный выпуск, так как в этом случае удаляется более минерализованный ил.

Для опорожнения канала необходимо предусмотреть соответствующую выпускную трубу, также должна иметься возможность пропускать воду мимо канала (через отстойник) — см. рис. 2.

2. 4. 2. АЭРАЦИОННЫЙ РОТОР

Аэрационные устройства на очистных сооружениях должны вводить в воду достаточное для поддержания аэробных условий количество кислорода и обеспечивать надежное перемешивание сточной жидкости с активным илом. В ОК применяются поверхностные роторные аэраторы, которые могут быть клеточными или стержневыми.

Наиболее распространены клеточные роторы с горизонтальной осью вращения (рис. 4), которые были разработаны Барсом и Мускатом (Baars, Muskat, 1962) по примеру Кессенеровской щетки. Они имеют обычно диаметр 70 см. Два прикрепленных к валу торцевых диска соединены между собою горизонтальными стержнями из угольника, к которым в свою очередь прикрепляются лопатки размером 5×15 см. Расчет таких роторов ведется по графику на рис. 5, там же показаны их основ-

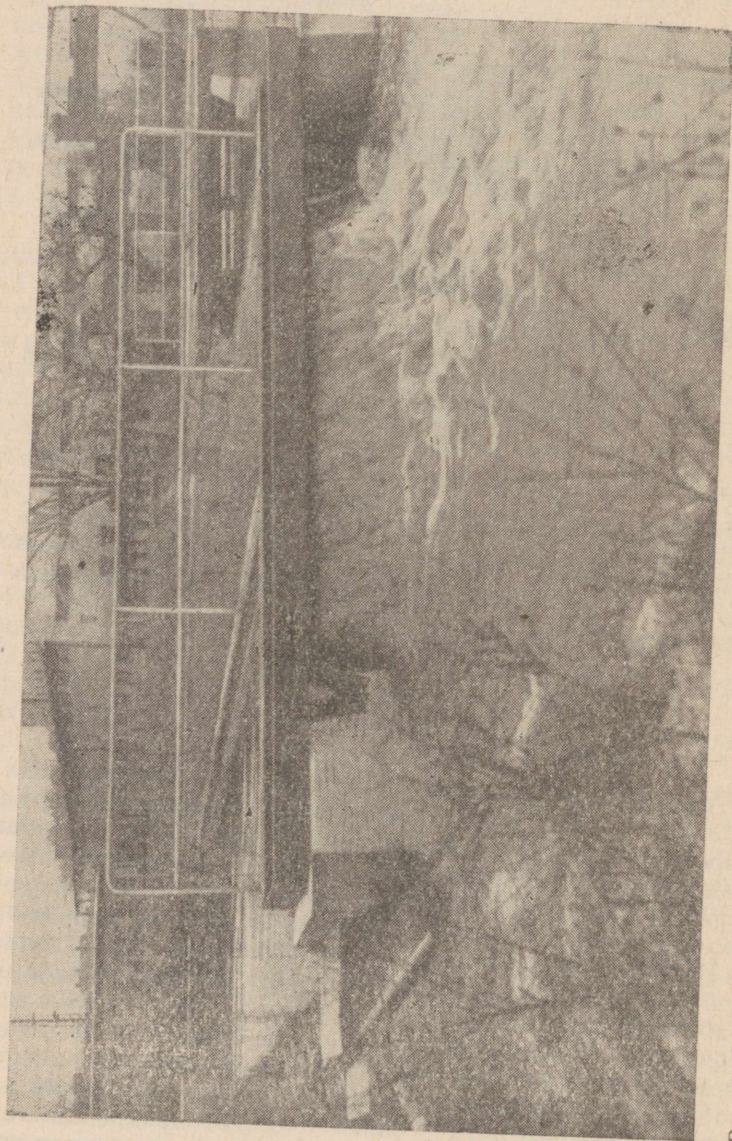


Рис. 4. Окислительный канал с тремя клеточными роторами.

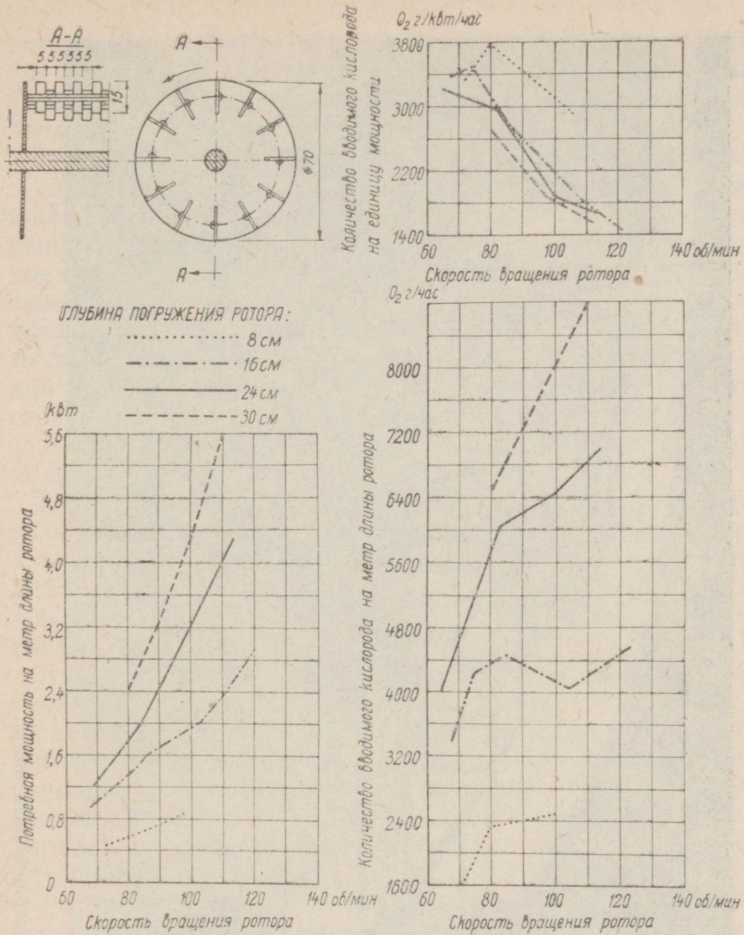


Рис. 5. График к расчету клеточных роторов (Вагс, 1962).

ные размеры. Как видно, при глубине погружения 5...15 см оптимальной скоростью вращения является 80 об/мин.

В ГДР (Hansel, Ludewig, Schröter, 1965) применяются главным образом стержневые роторы, подобные встречаются и в нашей стране (Кигель, 1965).

По данным Барса и Муската, количество вводимого кислорода на единицу мощности наивысшее у клеточного

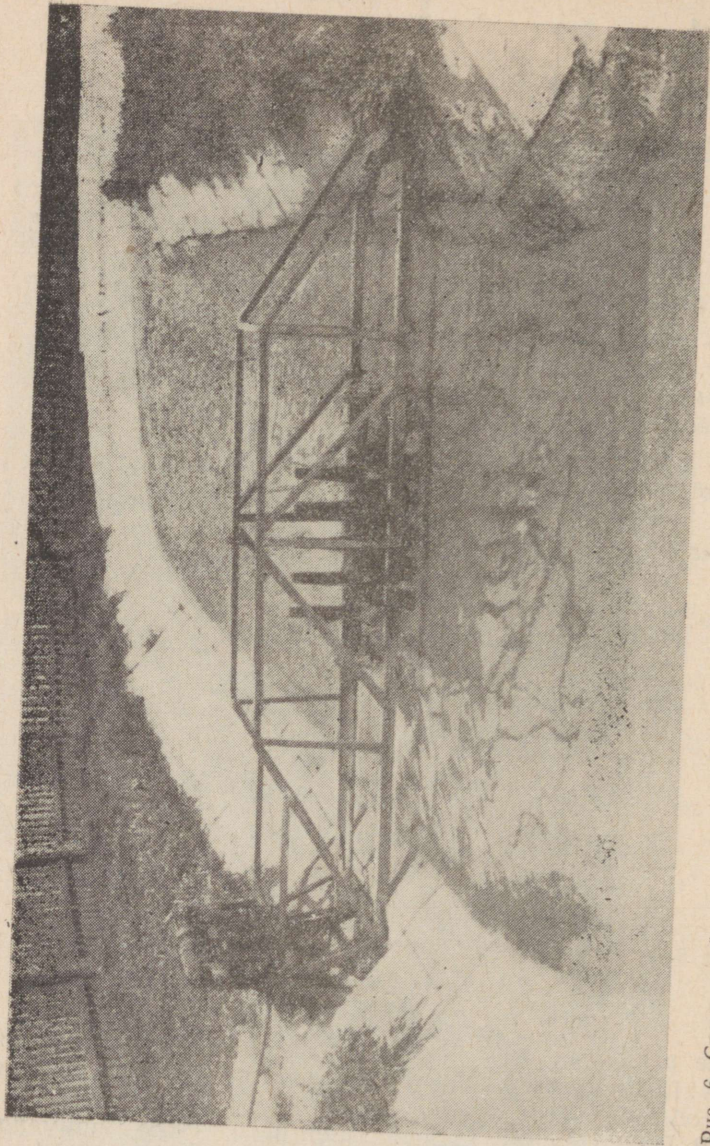


Рис. 6. Стержневой аэрационный ротор.

ротора. Берк (Berck, 1966) также отмечает, что доведение лопаток до вала увеличивает потребность в энергии, которая не сопровождается соответствующим увеличением количества вводимого кислорода.

Ротор обычно устанавливается в начале прямого участка канала и опирается на бетонные устои или подвешивается к металлическому мосту (рис. 6). Последнее решение нужно признать более выгодным, ибо поперечное сечение канала устоями не стесняется и гидравлическое сопротивление в канале меньше. Мотор находится выше уровня воды, этим избегается опасность его затопления. Передача от редуктора осуществляется ременной или цепной передачей. Мотор должен быть влагостойким и защищенным от брызг.

Для улучшения распределения скоростей под ротором целесообразно устроить плавный порог (рис. 7).

При проектировании ОК необходимо предусмотреть возможность регулирования глубины погружения ротора и тем самым интенсивности аэрации. Это можно сделать либо изменением отметки моста путем подставления шайб на анкерные болты, либо изменением отметки кромки водослива водовыпуска.

Как показывает наш опыт, нормальная эксплуатация таких ОК, у которых нагрузка в течение года изменяется (например, молочных заводов), без регулирования интенсивности аэрации невозможна. При недостаточной аэрации процессы в канале переходят в анаэробные, излишняя же аэрация сопровождается чрезмерной минерализацией и связанным с ней плохим осаждением активного ила.

Ротор должен обеспечить такую скорость циркуляции воды в канале, при которой активный ил не осаждается, а непрерывно смешивается со сточной жидкостью и обо-

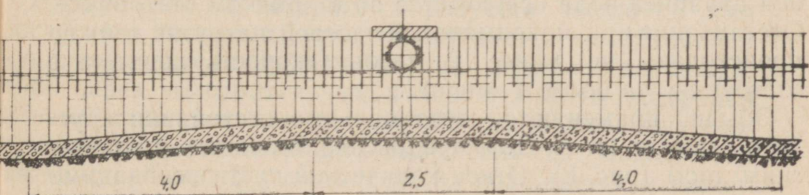


Рис. 7. Повышенный порог под ротором.

гащается кислородом. Установлено, что при непрерывной работе средняя скорость должна достигать примерно 0,25...0,30 м/сек, а при периодической — 0,4 м/сек (дополнительная скорость необходима для поднятия осажденного ила). Чрезмерное увеличение скорости также вредно (Ваарс, 1962; Кнааск, 1965; Briscoe, 1966 и др.) — уменьшается введение кислорода в воду (из-за уменьшения разницы между скоростями лопаток ротора и воды), за ротором образуются стоячие волны и наблюдаются даже бегущие вокруг канала волны (Ostermann, 1965; Nový, Pavlík, 1968; нами также наблюдалась волна высотой до 70 см), так что ротор периодически затопляется или вращается в воздухе.

2. 4. 3. ОСВЕТЛЕНИЕ ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ И ИЛОВОЕ ХОЗЯЙСТВО

Для достижения желаемого эффекта очистки необходимо поддерживать содержание активного ила в воде аэрационного канала на нужном уровне, следовательно, необходимо избегать его износа.

В каналах с периодической аэрацией или имеющих участки с периодической аэрацией для осветления воды роторы временно останавливают. Ил осаждается и осветленная вода выпускается.

В процессе очистки количество ила увеличивается, и излишек его необходимо периодически устранять.

В каналах без вторичных отстойников для этого устраивают илоуловитель — углубление под дном и откосом канала, в покрытии которого имеются щели для прохода воды. В уловителе задерживается более минерализованный ил из придонного слоя, который при необходимости выкачивается.

Вытекающая из окислительного канала с непрерывной аэрацией вода осветляется во вторичном отстойнике. Отстаивание при максимальной часовой нагрузке должно происходить не менее 2 часов (скорость подъема в отстойнике не более 1 м/час).

Обычно применяются вертикальные отстойники круглого сечения (т. н. Дортмундовские колодцы) с коническим дном (рис. 8). Откос конической части необходимо сделать достаточно крутым (60°), чтобы ил на стенках не задерживался и не загнивал.

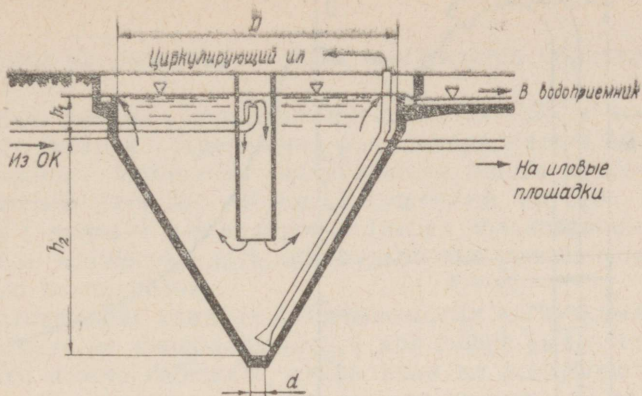


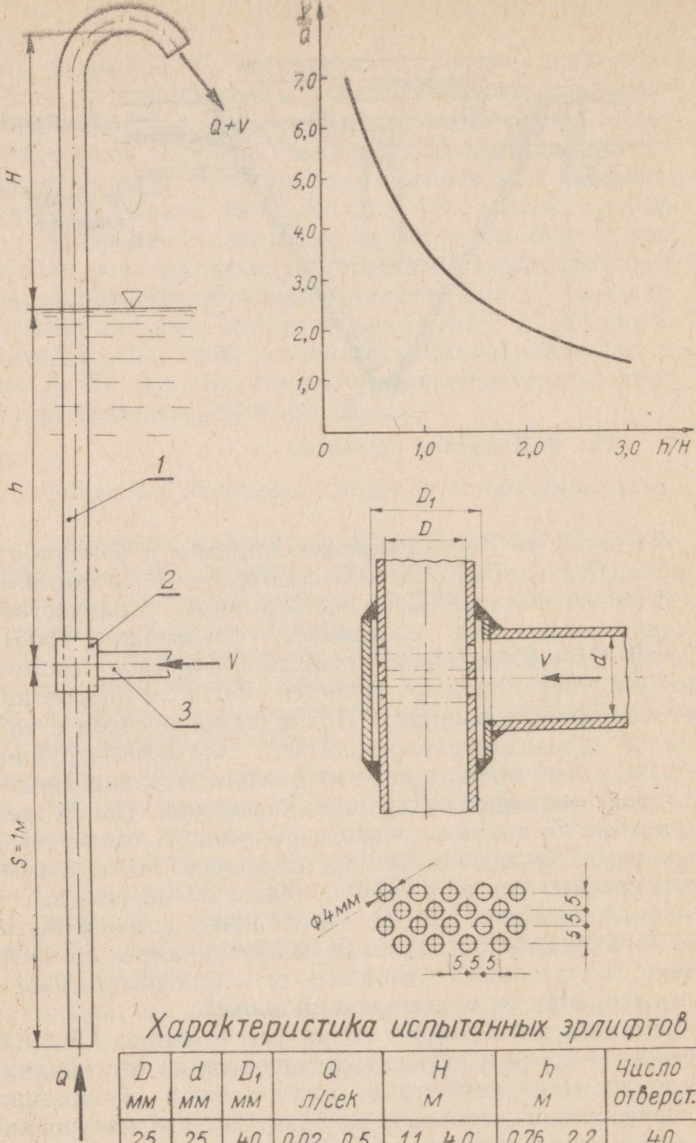
Рис. 8. Вторичный отстойник.

Осажденный ил перекачивается обратно в аэрационный канал в возможно свежем состоянии (не реже чем через 3 часа, желательно — непрерывно). Количество циркулирующего ила составляет (Ostermann, 1965) $1/6 Q$, где Q — расход поступающей в очистное сооружение жидкости (можно принять также 20 литров на расчетного жителя в сутки). Подходящих насосов с такой малой производительностью (0,1 ... 0,4 л/сек) трудно подобрать. Как показывает наш опыт, для перекачки ила хорошо подходит воздушный подъемник, тем более, что при этом ил дополнительно аэрируется. Схема испытанных нами* эрлифтов и составленный по опытным данным график для их подбора показаны на рис. 9.

Грань переливного желоба отстойника должна быть строго горизонтальной, чтобы вода переливалась по всей ее длине; желательно изготовлять ее зубчатой (во избежание засорения ее всплывающим илом).

Избыточный ил, которого образуется около 1,5 л на расчетного жителя в сутки, выкачивается из отстойника или илоуловителя либо прямо на иловые площадки, либо через уплотнительный колодец. Вместо постройки иловых площадок можно, при небольших очистных сооружениях, предусматривать вывоз ила из уплотнителя автоцистернами. В уплотнителе ил осаждается и накоп-

* Совместно с доцентом, канд. техн. наук Х. Ю. Халдре.



Характеристика испытанных эрлифтов

D мм	d мм	D_1 мм	Q л/сек	H м	h м	Число отверст.
25	25	40	0,02... 0,5	1,1... 4,0	0,76... 2,2	40
70	25	125	0,3... 3,7	1,2... 3,5	1,4... 4,4	88

Рис. 9. Схема и характеристика испытанных эрлифтов. 1 — водо-подъемная труба, 2 — форсунка, 3 — воздушная труба.

ливающаяся на поверхности вода выпускается обратно в канал.

Величина иловых площадок принимается $0,25 \text{ м}^2$ на расчетного жителя. Дренажная вода направляется обратно в канал. Площадки нагружаются одним напуском толщиной слоя $20 \dots 40 \text{ см}$. Осушенный ил ($10 \dots 15 \text{ кг с м}^2$) вывозят для удобрения (перед использованием желательнее компостировать, ибо судьба яиц гельминтов полностью не выяснена).

В окислительных каналах с повышенными нагрузками ил достаточно не минерализуется и при сушке выделяет запах. Это можно избежать, накапливая ил в глубоких ямах ($2 \dots 3 \text{ м}$), куда он впускается под уровень, не нарушая образующуюся на поверхности корку (Böhneke, 1961).

2. 5. ПРИМЕР РАСЧЕТА

Населенный пункт с 500 жителями.

Нормой загрязнения принято $54 \text{ г БПК}_5/\text{сут}$ и нормой водоотведения — 150 л/сут на одного жителя.

Расчетная схема 1. Окислительный канал с периодической аэрацией (4 раза по 4 часа = 16 часов в сутки).

Канал

Необходимый объем канала

$$\frac{500 \times 54}{210} = 130 \text{ м}^3.$$

Сечение трапецеидальное шириной по дну $b = 1 \text{ м}$, заложением откосов $m = 1,5$, глубиной воды $h = 1 \text{ м}$, шириной по урезу воды $B = 4 \text{ м}$ и площадью поперечного сечения $\omega = 2,5 \text{ м}^2$.

$$\text{Длина канала } L = \frac{130}{2,5} = 52 \text{ м}.$$

Радиус закругления (по оси канала) $R = 3,5 \text{ м}$, длина прямых участков $(52 - 2\pi \times 3,5) \frac{1}{2} = 15 \text{ м}$.

Аэрационный ротор

Требуемое количество кислорода в сутки

$$500 \times 54 \times 2,5 = 67\,500 \text{ г О}_2/\text{сут}.$$

и в час $\frac{67500}{16} = 4200 \text{ г } O_2/\text{час}$.

По графику на рис. 5 находим глубину погружения, число оборотов и требуемую мощность ротора длиной 1,5 м:

$$h_p = 10 \text{ см}, \quad n = 80 \text{ об/мин}, \quad N = 1,2 \text{ квт.}$$

Расчетная схема 2. Окислительный канал с непрерывной аэрацией.

Канал. Размеры те же, что при схеме 1.

Аэрационный ротор

Потребное количество кислорода в час

$$\frac{67500}{24} = 2800 \text{ г } O_2/\text{час}.$$

По графику при длине ротора 1 м:

$$h_p = 10 \text{ см}, \quad n = 80 \text{ об/мин}, \quad N = 1,2 \text{ квт.}$$

Вторичный отстойник

Количество сточных вод в сутки

$$500 \times 0,15 = 75 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Расчетный часовой расход (при коэффициенте неравномерности $K = 2,9$):

$$\frac{75}{24} \times 2,9 \cong 9 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Требуемый объем вертикального отстойника:

$$2 \times 9 = 18 \text{ м}^3.$$

Размеры отстойника (рис. 8):

$$D = 3,5 \text{ м}, \quad d = 0,5 \text{ м}, \quad h_1 = 0,9 \text{ м}, \quad h_2 = 2,6 \text{ м}.$$

Скорость подъема воды в отстойнике

$$\frac{9 \cdot 4}{\pi \cdot 3,5^2} < 1 \text{ м/час}.$$

Воздушный подъемник для перекачки циркулирующего ила (рис. 9):

При высоте подъема $H = 0,5 \text{ м}$ и глубине погружения форсунки $h = 0,8 \text{ м}$, получим для $\frac{h}{H} = \frac{0,8}{0,5} = 1,6$,

по графику отношение расхода воздуха к расходу ила

$$\frac{V}{Q} \cong 2,7.$$

Расход ила $Q = \frac{1}{6} \cdot \frac{75}{24} = 0,52 \text{ м}^3/\text{час} = 8,7 \text{ л}/\text{мин}$.

Расход воздуха для эрлифта диаметром $D = 25 \text{ мм}$ будет $V = 2,7 \cdot 8,7 \cong 25 \text{ л}/\text{мин}$ при давлении в форсунке около $0,2 \text{ ат}$.

Иловых площадок потребуется

$$500 \times 0,3 = 150 \text{ м}^2.$$

2. 6. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ

Накопленный нами опыт, хотя еще небольшой, позволяет привести некоторые соображения об эксплуатации окислительных каналов.

2. 6. 1. ПУСК СООРУЖЕНИЯ

Перед пуском ОК необходимо проверить работу всех элементов сооружения на чистой воде в течение не менее суток: измерять скорость циркуляции воды и при необходимости регулировать глубину погружения лопаток ротора, убедиться в том, что вода переливается ровным слоем по всей длине водосливного желоба отстойника, проверить нормальное функционирование всего механического оборудования.

Активный ил образуется в канале в течение более или менее длительного времени, которое зависит от характера сточной воды и времени года. Целесообразно пускать ОК в теплое время года, когда достаточная концентрация ила достигается за 1...2 месяца. Наш опыт показывает, что зимой этот процесс проходит медленнее, хотя пускать сооружение зимой можно.

Образование ила можно ускорить внесением в канал свежего активного ила из другого очистного сооружения, но это не обязательно.

В нормально действующем канале ил имеет коричневый цвет (от светлого, похожего на кофе с молоком, до темного, в зависимости от характера сточной воды). На поверхности циркулирующей воды виднеются облака ила с прозрачными пятнами воды в местах, где течение более спокойное. Во взятой в мензурку пробе воды ил



Рис. 10. Вода из окислительного канала до и после отстаивания.

довольно быстро (за 30...60 минут) осаждается и четко отделяется от осветленной воды (рис. 10).

В пусковом периоде (2...3 месяца) необходим квалифицированный надзор.

2. 6. 2. УХОД

Хотя окислительные каналы являются довольно простыми очистными сооружениями, они, как и любые другие, требуют определенного ухода, на что при нор-

мальной работе сооружения требуется не более двух часов в сутки.

Надзиратель должен знать процесс очистки, правила техники безопасности, принцип действия механизмов и порядок ухода за ними, уметь замерять концентрацию ила в канале и знать, когда следует его удалять, уметь определять температуру и рН воды.

Нормальной концентрацией активного ила в воде считается 4 г сухого вещества на литр (см. выше). Заранее определив иловой индекс, т. е. отношение объема жидкого ила в воде после 30-минутного отстаивания (в процентах объема) к содержанию в иле сухого вещества (обычно значение илового индекса 50...100 мл/г), можно легко следить за содержанием ила в канале. После 30-минутного отстаивания в литровой мензуре должно быть около 200...300 мл ила. При превышении концентрации 4 г/л часть ила необходимо удалить.

Надзиратель должен следить за чистотой решеток и переливного желоба отстойника, держать территорию очистного сооружения в порядке.

Перебои в аэрации недопустимы, так как нарушают аэробный режим сооружения. Полудневный простой аэрационного ротора может свести на нет месячный труд по выращиванию ила. Осажденный на дно канала ил особенно летом быстро переходит в анаэробное состояние и после возобновления работы становится для сооружения дополнительной нагрузкой. Поэтому необходимо иметь в запасе скорее изнашивающиеся детали аэратора (мотор, подшипники, элементы передаточного механизма) и источник электроэнергии (дизельную станцию), особенно при очистке высококонцентрированных сточных вод (молочных, крахмальных и пр. заводов), для которых выращивание ила значительно труднее, чем для хозяйственно-бытовых вод.

Причиной уменьшения количества растворенного кислорода в канале (нормальное содержание 1...1,5 мг/л) может быть излишняя концентрация ила или недостаточная интенсивность аэрации.

Увеличение содержания кислорода в воде канала указывает на чрезмерно интенсивную аэрацию. Это может сопровождаться плохим осаждением ила (см. выше). В этом случае необходимо регулировать глубину погружения ротора.

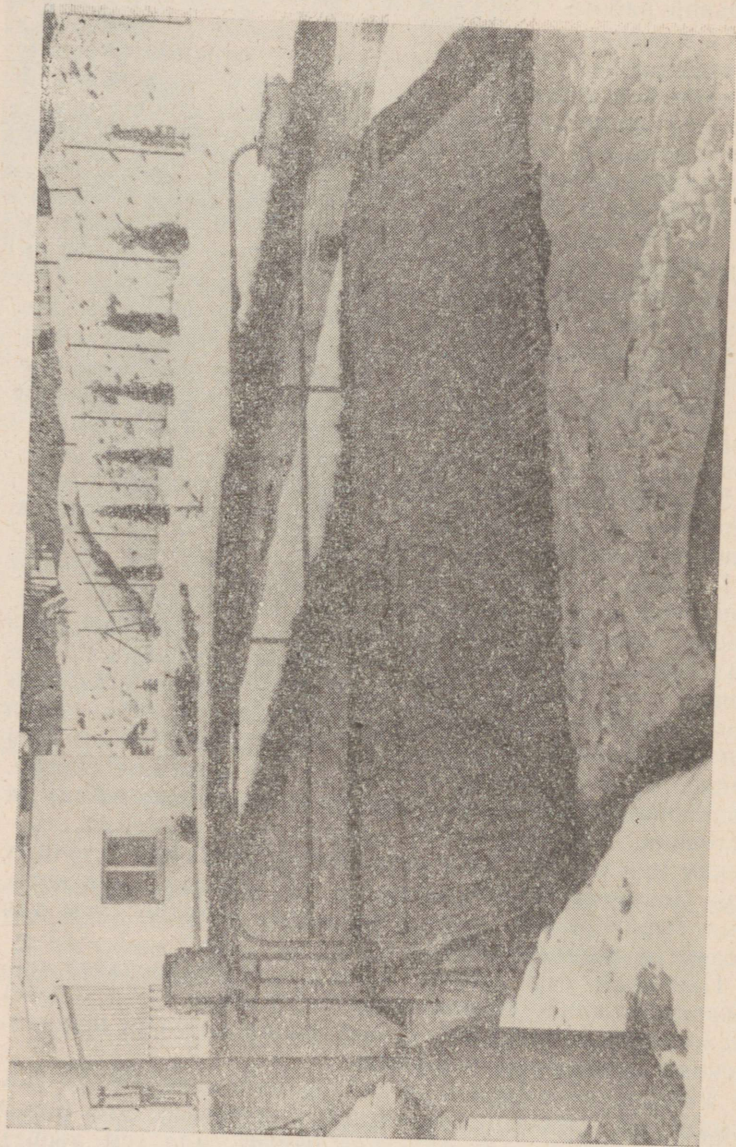


Рис. 11. Простое отопительное покрытие аэрационного ротора.

2. 6. 3. ЗИМНЯЯ РАБОТА

Как показывает опыт, окислительные каналы работают эффективно и зимой (Viitasaari, 1963; Kainz, 1966; Вабалевичус, Левитас, 1966 и др.). Понижение биологической активности при низких температурах рекомендуют компенсировать увеличением концентрации ила.

Если канал даже покрывается льдом (при более низкой температуре поступающей воды), это никакого отрицательного влияния не оказывает, так как роль поверхности в снабжении воды кислородом невелика, а ледяной покров защищает воду от дальнейшего охлаждения.

В литературе встречаются ссылки на повреждение роторов льдом и на необходимость покрывать их и даже обогревать (Baller, 1965) зимой. С другой стороны, в Чехословакии (Nový, Pavlík, 1968), а также в таких северных странах, как Финляндия (Viitasaari, 1963) и Аляска (Berk, 1966), роторы работали зимой без особого покрытия.

Наш опыт показывает, что в случае теплых сточных вод (молочного завода) опасность замерзания невелика, в холодной же воде (крахмального производства) на стержневых роторах накапливается лед. Следовательно — зимнее покрытие ротора (рис. 11) необходимо предусмотреть. Полезен также электрический обогрев подшипников ротора.

2. 6. 4. ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОК МОЛОЧНОГО ЗАВОДА

В 1966/1967 годах как продолжение предварительных лабораторных опытов (Кукк, Маастик, 1965, 1967) у Нюоского молочного завода, вблизи города Тарту, был построен опытный окислительный канал (рис. 1). Предварительно определялись расход сточных вод ($26 \text{ м}^3/\text{сут}$) и средняя загрязненность воды ($\text{БПК}_5 = 1000 \dots 1100 \text{ мг/л}$). Так как в основном сточные воды поступали в течение только части суток (от 5 до 14 часов), была подобрана схема аккумулирующего ОК с периодической аэрацией. Вода выпускается один раз в сутки (рано утром перед началом работы) после часового отстаивания (на это время ротор выключается). Хотя и предусмотрена автоматизация этого процесса, пока она проводится вручную.

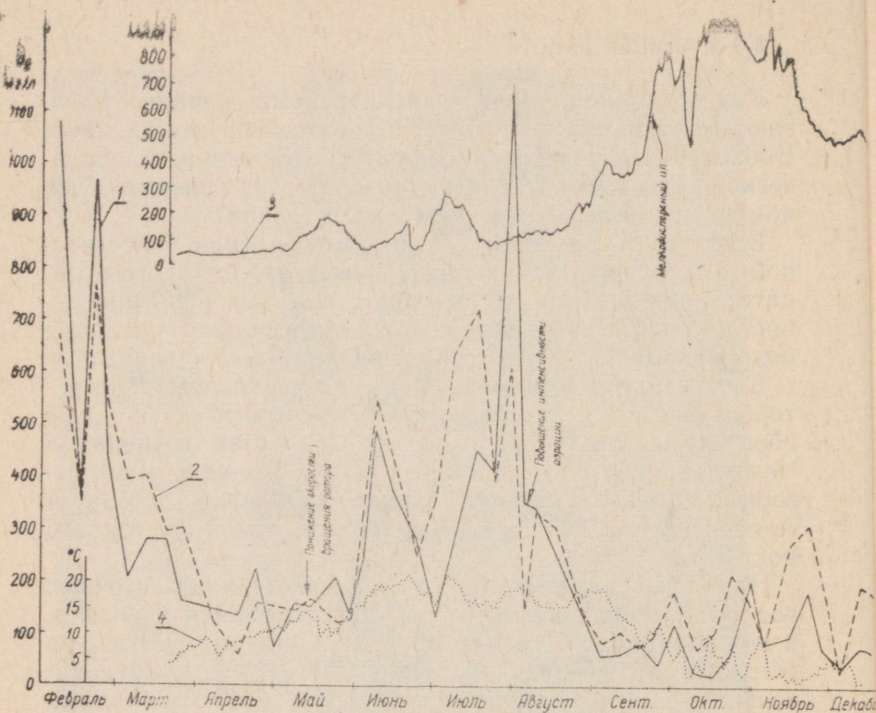


Рис. 12. Изменение показателей процесса очистки в Ньюском окислительном канале за 1968 год. 1 — БПК₅, 2 — дихроматная окисляемость, 3 — содержание активного ила после 30-минутного отстаивания, 4 — температура воды в канале.

Сточная вода (без охлаждающих вод, которые направляются прямо в водоприемник) поступает в канал по самотечной трубе, открывающейся заподлицо с откосом канала вблизи аэрационного ротора.

Облицованный бетонными плитами канал имеет общую длину 40 м (радиусы кривизны — 3 м, длина прямых участков — 10 м). Ширина по дну трапециевидального сечения — 0,8 м, глубина воды — 1 м и заложение откосов 1:1,5.

Диаметр стержневого аэрационного ротора (рис. 6) — 70 см и длина 1 м. Глубина погружения изменяется с накоплением воды в течение суток от 5 до 25 см. Мощность

электромотора (с запасом) — 2,8 *kW*. Проектное число оборотов ротора — 80 *об/мин*.

Осветленная очищенная вода выпускается через шахтный водослив прямо в водоприемник путем открывания соответствующей задвижки. Отметка водослива обеспечивает минимальную глубину погружения лопаток ротора 5 *см*.

Накопленный нами на этом канале опыт еще раз подтверждает важность добросовестной эксплуатации очистного сооружения. Довольно трудно добиться понимания того, что и малое сооружение требует определенного ухода, что в нем происходят сложные биологические процессы, которых нельзя нарушать. Имели место случаи впуска в канал концентрированных растворов (едкого натрия, также опасен раствор поваренной соли из сырных ванн), перебоев в аэрации и т. д.

Изменение показателей работы канала начиная с пуска после длительного перерыва в феврале 1968 года показаны на рисунке 12 (все анализы сделаны студентом-биологом Тартуского государственного университета О. Сокк).

На графике видно, что, несмотря на то, что сооружение пускалось в самое холодное время года, активный ил образовывался и очистительный эффект возрастал до мая месяца, когда аэрация прекратилась на трое суток вследствие аварии ротора.

При ремонте в передаточный механизм была вставлена несоответствующая шестерня, вследствие чего скорость вращения ротора понизилась от 80 до 60 оборотов в минуту.

Уменьшение интенсивности аэрации сразу же сказалось на процессах в канале. Коричневый активный ил превратился в серый, появился запах. Условия работы сооружения ухудшились еще тем, что объем производства в этом году значительно увеличился.

Выполнение рекомендации поднять число оборотов до 100 *об/мин* затянулось до августа.

На графике виден эффект обеспечения нормальной аэрации. Запах исчез, ил принял нормальный вид. БПК₅ выходящей из канала воды понижалось до 50 *мг/л*, т. е. степень очистки достигала свыше 95%.

В конце сентября качество активного ила стало ухудшаться. Ил, который после нормализации аэрации быстро оседал, стал мелкодисперсным и плохо оседался. При-

чина выяснилась при определении содержания кислорода в воде канала — 6 мг/л. Осенью объем производства уменьшился, а интенсивность осталась на прежнем уровне. Отсюда вывод: в тех случаях, когда нагрузка очистного сооружения в течение года изменяется, необходимо предусмотреть возможность удобного регулирования интенсивности аэрации. Критерием нормальной аэрации является содержание кислорода в воде канала в пределах 1...1,5 мг/л.

Последующие эксперименты с изменением интенсивности аэрации показали, что это позволяет управлять качеством очистки. Как видно, степень очистки колебалась в конце года в пределах 80—97 процентов, несмотря на значительное понижение температуры воды.

Некоторые авторы утверждают, что при очистке молочных сточных вод, содержащих главным образом растворенные загрязнения, в нормально нагруженных ОК избыточного ила практически не образуется и соответствующего сооружения не требуется. У Нюоского канала они также отсутствуют. Некоторое количество ила пришлось все же удалить (он вынимался автоцистерной прямо со дна канала), возможно, вследствие того, что канал в связи с расширением производства был несколько перегружен.

Сейчас можно сказать, что Нюоский окислительный канал прошел период «детских болезней» и что такое сооружение вполне пригодно для очистки сточных вод молочных заводов.

2. 7. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ И ИХ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

В окислительных каналах могут быть очищены различные органически загрязненные сточные воды. Кроме бытовых в них обрабатывают стоки мясокомбинатов (Viehl, 1960; Muskat, 1961; Viehl, Mudrack, Neumann, 1963; Вабалевичус, Левитас, 1966), молочных (Meincke, Müller, v. Tümpling, 1961; Baars, 1962; Viehl, Mudrack, Neumann, 1963; Pasveer, 1965; Nehr Korn, Reploch, 1966; Ломанас, 1966; Доклад ..., 1967; Кукк, Маастик, 1965, 1967; Некрасова, Николаева, 1967 и др.), крахмальных (Seyfried, 1962; Pasveer, 1965; Кукк, Маастик,

1965, 1967), пивоваренных (Viehl, Mudrack, Neumann, 1963; Uhlmann, 1962), консервных (Viehl, Klee, 1966) и др. заводов, очищают также сточные воды от мочения льна (Sluchocka, Terpilowska, 1966) и содержащие фенолы Baars, 1962; Müller, v. Tümping, 1965; Biczysko, Suschka, 1967) при нагрузке до 125 г/м^3 в сутки (концентрация фенолов в воде канала до 330 мг/л).

При очистке некоторых производственных (например крахмальных), а также содержащих детергенты бытовых сточных вод, могут встретиться трудности с пеной. Как показывает наш опыт и указывается также в литературе (Seifried, 1962), это явление исчезает при достижении достаточной концентрации ила в очищаемой жидкости. В пусковом периоде можно подавить пенообразование спринклерной системой.

Окислительные каналы построены для 200...4000 расчетных жителей, известны проекты для 10 000 (Финляндия) и 40 000 (Pasveer, 1965), наибольший известный канал (для химического и двух консервных заводов) имеет объем $30\,000 \text{ м}^3$, нагрузку 250 000 расчетных жителей и 10 роторов длиной по 25 метров каждый (Pasveer, 1965).

По данным разных авторов, окислительные каналы обходятся дешевле, чем другие сооружения биологической очистки при нагрузках до 1000 (Preliminäga ..., 1964) ... 4000 (Roman, Heidrich, 1967) расчетных жителей. Ю. Баллер (Baller, 1965, a, b) показывает, что в Чехословакии ОК значительно дешевле (на 40...60%), чем так называемые «классические» сооружения при расходе от 32 до 600 кубометров в сутки.

В наших условиях, по украинским данным (Кигель, 1965, a; Ломанас, 1966), экономия составляет около 40% в капитальных вложениях и 20% — в эксплуатационных расходах. По расчетам инж. Э. Кирт («Эстпромпроект»), сравнительные данные биофильтра (типовой проект 4-18-812) и двойного ОК без вторичного отстойника для очистки 130 м^3 в сутки бытовых и молочных вод (итого около 1800 расчетных жителей) получаются следующие (табл. 2).

Электроэнергии расходуется около 20 квч на одного жителя в год, на устранение 1 кг БПК₅ потребуется 1...2 квч, т. е. несколько больше, чем в больших сооружениях.

Таблица 2

Показатель	Биофильтр	ОК
Капвложения, тыс. руб.	78,73	21,86
Эксплуатационные расходы, тыс. руб. в год	15,39	3,1
Окислительная мощность, кг БПК ₅ в год	19 500	22 900
Удельная стоимость очистки руб. на кг БПК ₅	4,04	0,95

Окислительные каналы являются простыми, недорогими и в эксплуатации несложными сооружениями для биологической очистки сточных вод, которые заслуживают внимания сантехников и в нашей стране.

ЛИТЕРАТУРА

Вабалевичус С., Левицас Э., 1966. Работа аэрационного канала в зимних условиях. Жилищное и коммунальное хозяйство, 10.

Доклад о способах очистки и обработки сточных вод различных видов производств (II этап), 1967. СЭВ, М.

Кигель М. Е., 1965. Очистка сточных вод циркуляционными окислительными каналами. Наука и техника в городском хозяйстве, вып. III, Киев.

Кигель М. Е., 1965. Исследования технологических режимов работы циркуляционных окислительных каналов для очистки сточных вод. Материалы I Всесоюзн. симпозиума по вопросам самоочищения водоемов и смещения сточных вод, Таллин.

Кукк Э. Г., Маастик А. А., 1965. О некоторых путях биологической очистки сточных вод пищевой промышленности в условиях Эстонской ССР. Научные доклады по вопросам самоочищения водоемов и смещения сточных вод (I Всесоюзн. симп.), Таллин.

Кукк Э. Г., Маастик А. А., 1967. Исследование некоторых простых методов очистки сточных вод пищевой промышленности. Всесоюзн. научн. техн. конф. по охране поверхн. и подземн. вод от загрязнения. Тезисы докладов и сообщения, вып. I, М.

Ломанас А. П., 1966. Экономическое обоснование к применению циркуляционных окислительных каналов. Сан. техн. Водоснабж. и канализ., вып. 4.

Некрасова Л. И., Николаева О. К., 1967. Очистка сточных вод предприятий молочной промышленности. ЦИНТИ Пищевой промышленности, М.

Строительные нормы и правила СНиП П-Г. 6-62. Канализация. Нормы проектирования.

Baars, J. K., 1962. The use of oxidation ditches for treatment of sewage from small communities. Bull. World Health Organis., 26.

Baars, J. K., Muskat, J., 1962. Der Sauerstoffeintrag in Wasser mit Hilfe rotierender Bürsten. Gesundheits-Ingenieur, 83, 7.

Baller, J., 1965. Prevádzkovanie cirkulačných priekop. Bratislava, VUV.

Baller, J., 1965, a. Abwasserreinigung durch Oxydationsgräben in der CSSR. Fortschr. Wasserchemie, 3.

Baller, J., 1965, b. Über Erfahrungen in der Abwasserreinigung mittels Oxydationsgräben. Wiss. Ztschr. der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Sonderheft. Wasserhygiene.

Berk, W. L., 1966. The oxidation ditch, The American City, 81, 9.

Biczysko, J., Suschka, J., 1967. Investigations on phenolic wastes treatment in an oxidation ditch. Advances in water pollution research. Washington, Vol. 2.

Böhnke, B., 1961. Neue bau- und verfahrenstechnische Erkenntnisse über den Oxydationsgraben. Berichte der Abwassertechnischen Vereinigung, Heft 13, Frankfurt (a. Main).

Briscoe, E. R. E., 1966. The use of a Pasveer ditch for the treatment of trade effluent. J. Instn. Public Health Engrs, 65, 3.

Eckenfelder, W. W., Jr. 1966. Industrial water pollution control. New York.

Eckenfelder, W. W. Jr., O'Connor, D. J., 1961. Biological waste treatment. Oxford.

Hansel, N., Ludewig, M., Schröter, K., 1965. Untersuchungen über geeignete Belüftungswalzen für Oxydationsgräben. Wassertechnik-Wasserwirtschaft, 8.

Kainz, F., 1966. Winterbetrieb bei Oxydationsgräben. Österr. Abwasser—Rundschau, 11, 6.

Knaack, J., 1965. Hygienische Untersuchungen an Oxydationsgräben und Oxydationsteichen im Gebiet der DDR. Wissensch. Ztschr. der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Sonderheft. Wasserhygiene.

Le fossé d'oxydation de Montois-la-Montagne, 1966. Techniques et sciences municipales, 61, 10.

Meinecke, K., Müller, W., von Tümpling, W., 1961. Reinigung von Molkereiabwässern im Oxydationsgraben, dargestellt an Beispiel der Kläranlage Holzthaleben. Wasserwirtschaft-Wassertechnik, 11, 7.

Muskat, J., 1960. Über Erfahrungen mit Oxydationsgräben. Gesundheits-Ingenieur, 81, 1.

Muskat, J., 1961. Oxydationsgräben. Österreich. Wasserwirtschaft, 13, 3.

Müller, W., v. Tümpling, W., 1965. Untersuchungen über den Phenolabbau im Oxydationsgraben. Wasserwirtschaft-Wassertechnik, 15, 8.

Nehrkorn, A., Reploch, H., 1966. Betriebserfahrungen mit Oxydationsgräben bei der Reinigung von Molkereiabwasser. Gesundheits-Ingenieur, 87, 5.

Nilsson, K., 1966. Dimensionering av ringkanaler och längtidsluftare II. Teori för behandlingsprocessen. Chalmers Tekniska Högskola. Institutionen för vattenförsörjnings- och avloppsteknik. Publikationsserie B Nr 65 : 2. Göteborg.

Nový J., Pavlík M., 1968. Die Kläranlage Folmava — der kleinste Oxydationsgraben in der CSSR. Wasserwirtschaft-Wassertechnik, 18, 4.

Ostermann, G., 1965. Hydraulische und betriebstechnische Untersuchungen an Oxydationsgräben. Wasserwirtschaft-Wassertechnik, 15, 8.

Oxydationsgraben, 1967. VEB Projektierung Wasserwirtschaft Arbeitsblatt 2.09.

Pasveer, A., 1958. Abwasserreinigung im Oxydationsgraben. Bauamt und Gemeindebau, Heft 3.

Pasveer, A., 1965. Der Oxydationsgraben — Erfahrungen und Ergebnisse. Fortschr. Wasserchemie, № 3.

Preliminära riklinjer för användning, dimensionering och utförning av ringkanaler och längtidsluftare, 1964. Kungl Väg- och Vattenbyggnadsstyrelsen, Stockholm.

Roman, M., Heidrich, Z., 1967. Ekonomiczna efektywność uproszczonych sposobów slosowania osad u czynnego do oczyszczania ścieków w małych i srednich jednostkach osadniczych. «Zesz. nauk. Politechn. Warsz.» № 157.

Rowntree, J. B., Hicks, R., 1963. Small treatment plants for developing areas, with special reference to anaerobic sewage treatment. Journ. and Proc., Inst. Sew. Purif., Part 1.

Schröter, K., 1965. Vorschlag zur Wahl der Ablaufform beim Oxydationsgraben mit Nachklärbecken. Wasserwirtschaft-Wassertechnik, 8.

Seyfried, C. F., 1962. Beitrag zur Frage der Reinigung des Abwassers der Stärkeindustrie. Veröff. des Institutes für Siedlungs-Wasserwirtschaft der Techn. Hochschule Hannover. Heft 10.

Słuchocka Z., Terpiłowska W., 1966. Oczyszczanie ścieków roszarnicznych w rowach cyrkulacyjnych. Prace Inst. przem. włókien lykow., 13.

Uhlmann, D., 1962. Oxydationsgräben und Oxydationsteiche. Wissenschaft. Ztschr. der Karl-Marx-Universität. Mathem.-Naturwiss. Reihe, Leipzig, 11, Heft 1.

Viehl, K., 1960. Der Belebungsgraben in Großdüngen. Gas- und Wasserfach, 101, 18.

Viehl, K., Klee, O., 1966. Belebungsgraben für das Abwasser einer landlichen Gemeinde mit Gemüsekonservenfabrik. Wasser, Luft und Betrieb, 12, 9.

Viehl, K., Mudrack, K., Neumann, H., 1963. Erfahrungen mit Belebungs- und Oxydationsgräben in Niedersachsen. Gesundheits-Ingenieur, 84, 9.

Viitasaari, M., 1963. Havaintoja rengaskanavien toiminnasta talvi- osuhteissa. Vesitalous, 1.

Weijman-Hane, G., Fristedt, G., 1961. Undersökning av några ringkanaler i södra Sverige. Chalmers Tekniska Högskola. Institutionen för vattenförsörjnings- och avloppsteknik. Publikation 61 : 2. Göteborg.

КРАТКАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ НА РУССКОМ, ЭСТОНСКОМ, АНГЛИЙСКОМ,
 НЕМЕЦКОМ, ФИНСКОМ И ШВЕДСКОМ ЯЗЫКАХ

ПРИЛОЖЕНИЕ

На русском языке

	А	Н	Ф	Ш	Э
1 аэратор	18	22	22	47	1, 104
2 механический аэратор с вертикальным валом	20, 22	64	85, 108	111	106, 107, 108
3 поверхностный аэратор	21	74	82	120	105
4 аэрационная камера	17	31	33	58	121
5 аэрация	4	23, 66	23	48	2, 109, 110
6 аэрация крупными пузырьками	11	25	27	50	118
7 аэрация малыми пузырьками	10	24	24	49	114
8 аэрация средними пузырьками	13	30	28	54	111
9 механическая аэрация	12	29	29	55	113
10 непрерывная аэрация	6	27	26	52	115
11 периодическая аэрация	9	26	25	51	119
12 пневматическая аэрация	5, 7	41	31	56	117
13 поверхностная аэрация	14	75	30	57	116
14 продолженная аэрация	8	28	79	53	112
15 аэротенк		18			3
16 аэротенк-отстойник	28,	63		44	546
17 биологический пруд	39, 41 73, 102, 124	10, 80	35	14, 65	8
18 биофильтр				16	7
19 биохимическая потребность в кислороде (БПК)	26, 131	121	9	11	13
20 буферная способность	29	33	8		
	33	84	91, 92	69	56

	А	Н	Ф	Ш	Э
21	водо выпуск	1	70	5	102
22	водоприемник	128	90	72	9, 88
23	водоросли	11	55	4	97
24	водослив	122	122	122	127
25	воздушный водоподъемник	42, 68	71, 84	62	103
26	возраст ила	113	64	91	47
27	впуск	58	107	35	87
28	время пребывания	43, 88	117	113	98
29	выпускная труба	47	110	112	90
30	глубина погружения	126	111	18	89
31	жироловка, жируловитель	55	93	24	61
32	загрязнение	76	68, 97	29, 30	62
33	загрязненность	76	96	27	63
34	закрепление	59	113	12	24
35	заложение откоса	54, 107	69	99	48
36	ил	108	56	90	35
37	активный ил	1	1	1	36
38	избыточный ил	109, 112, 133	121	124	37
39	циркуляционный ил	110, 111	78	121	38
40	иловое хозяйство	115, 120	65	92	42
41	иловой индекс	117	57, 73	96	39
42	иловые (сушильные) площадки	48	60	108	41
43	илосборник	116	63	98	44
44	илоуловитель	119	62	94	43
45	илоуплотнитель	118	66	31	46
46	канализация	105	115	38	21
47	общесплавная канализация	40	100	43	23
48	раздельная канализация		11		22
49	клетка	35	51	37	60
50	комминатор	42	95	76	59

	А	Н	Ф	Ш	Э
51	114	102	58, 61	95, 97	40, 45
52	49	50	74	80	34
53	60	15	53	13	26
54	63	115	18, 104	106	27
55	65	86	21	118	28
56	61, 62	99	59	93	29
57	64	52	83	119	30
58	83	85	88	70, 71	57
59	67	76	124	64	125
60	75, 136	8, 107	45, 77	101	93
61	139	130	76	102	95
62	70	77	15	66	10, 49
63	71	78, 20	94	77	72
64		79	13	79	74
65	72	37	47	78	73
66		39		21	75
67		37		20	76
68		39		9	77
69	95	112	48	20	83
70	96	3	98	9	86
71	37	59	101	84	82
72	38	61	101	41, 84	82
73	98	13	102	78	84
74	99	2	99	26	85
75	132	38, 120	102	10, 85	81
76	50, 57, 92, 93	71	10, 49	19	80
			39	23	
77	78, 79	129	12	28	79
78	103, 137 139	9	42	6, 8	64

	А	Н	Ф	Ш	Э
79	очистка сточных вод при помощи активного ила (метод активизированного ила)	19, 21	3	3	4
80	биологическая очистка	34	44	15	65
81	вторичная очистка	72	38	22	66
82	механическая очистка	60	72	63	68
83	третичная очистка	40	52	109	67
84	очистное сооружение	58	41, 86	73, 75	52
		130			
85	малое очистное сооружение	62	80	100	55
86	местное очистное сооружение	62	81	100	53
87	пена	95	112	89	91
88	переливной желоб	124	123	123	128
89	песколовка	92	19	83	32
90	полупогруженная доска	117	75	88	92
91	порог	108	54	110	33
92	потребность в кислороде	74	14	107	12
93	продолжительность аэрации	15	32	60	120
94	производительность насоса	45, 82	89	39, 114	58
95	простейшие	81	4	68	6
96	радиус закругления	86	46	45, 46	31
97	распределительное устройство	46	40	36	20
98	расход	45, 52	118	116	99
99	расчетный житель	77	5	67	18
100	решетка	56, 90	119	32	100
101	грубая решетка	91	120	33	101
102	ротор, аэрационный	16	16, 34	59, 61	122
103	клеточный ротор	34	16	17, 115	123
104	стержневой ротор	19	17	105	124
105	самоокисление	25	36	86	11
106	самоочистка	97	37	87	19

	А	Н	Ф	Ш	Э
107	125	83, 91, 113	105	82	25
108	114	102	58, 61	95, 97	40, 45
109	32, 84	35, 88, 89, 133	7, 87	74	51
110	122	123	116	103	15
111	100, 134	4, 106	43, 67, 116	7	69, 15
112	101	6, 111	6	81	70
113	129, 135	5, 7	106	34	71, 16
114	140	132	114	117	94, 96
115	3	17	2	2	5
116	44	116	103	104	50
117	36	36	50	40	14, 126
118	51	53	20	25	17
119	77	47	5	67	18
120	23	42, 68	71, 84	62	103

	Р	А	Н	Ш	Ф
1	1	18	22	47	22
2	5	4	23, 66	48	23
3	15		18		
4	79	2	19, 21	3	3
5	115	3	17	2	2
6	95	81	82	68	4
7	18	26, 131	121	16	9
8	17	73, 102, 124	10, 80	14, 65	35
9	22	87	128	72	90
10	62	70	77	66	15
11	105	25	109	86	36
12	92	74	93, 94	107	14
13	19	29	33	11	8
14	117	36	36	40	50
15	110, 111	122, 100, 134	123, 4	103, 7	116, 43
16	113	129, 135	5, 7	34	106
17	118	51	53	25	20
18	99, 119	77	47	67	5
19	106	97	110	87	37
20	97	46	137	36	40
21	46	105	49, 56	38	115
22	48		119		11
23	47	40	69, 70	43	100
24	34	59	14	12	113
25	107	125	83, 91, 113	82	105
26	53	60	15	13	53

	P	A	H	III	Φ
27	54	63	115	106	18, 104
28	55	65	86	118	21
29	56	61, 62	99	93	59
30	57	64	52	119	83
31	96	86	65, 126	45, 46	46
32	89	89	92	83	19
33	91	106	108	110	54
34	52	49	50	80	74
35	36	108	96	90	56
36	37	1	16	1	1
37	38	109, 112, 133	125	124	121
38	39	110, 111	90	121	78
39	41	117	101	96	57, 73
40	51, 108	114	102	95, 97	58, 61
41	42	48	104, 105	108	60
42	40	115, 120	98	92	65
43	44	119	100	94	62
44	43	116	103	98	63
45	51, 108	114	102	95, 97	58, 61
46	45	118	44	31	66
47	26	113	97	91	64
48	35	54, 107	73	99	69
49	62	70	77	66	15
50	116	44	116	104	103
51	109	32, 84	35, 88, 89, 133	74	7, 87
52	84	85, 104, 130	58	73, 75	41, 86
53	86	66	62	100	81

	P	A	H	III	Φ
54a	—	128	118	—	109
54b	16	28, 39, 41	63	44	—
55	85	121	62	100	80
56	20	33	84	69	91, 92
57	58	83	85	70, 71	88
58	94	45, 82	54	39, 114	89
59	50	42	135	76	95
60	49	35	134	37	51
61	31	55	51	24	93
62	32	76	127	29, 30	68, 97
63	33	76	127	27	96
64	78	103, 137, 138	9	6, 8	42
65	80	30, 31	34	15	44
66	81	94	72	22	38
67	83	127	40	109	52
68	82	80	60	63	72
69	111	100, 134	4, 106	7	43, 67, 116
70	112	101	6, 111	81	6
71	113	129, 135	5, 7	34	106
72	63	71	20, 78	77	94
73	65		79	78	
74	64	72	37	79	13
75	66		39	21	47
76	68		37	20	48
77	72	38	61	42	102
78	77	78, 79	129	28	12
79	76	50, 57, 92, 93	71	23	39
80					

	P	A	H	III	Φ
81	75	132	38, 120	19	10, 49
82	71	37	59	41, 84	101
83	69	95	112	9	98
84	73	98	13	26	99
85	74	99	2	10, 85	102
86	70	96	3	84	101
87	27	58	45, 136	35	107
88	22	87	128	72	90
89	30	126	46	18	111
90	29	47	48	112	110
91	87	53	95	89	112
92	90	27	117	88	75
93	60	75, 136	8, 107	101	45, 77
94	114	140	132	117	114
95	61	139	130	102	76
96	114	140	132	117	114
97	23	24	11	4	55
98	28	43, 88	12	113	117
99	98	45, 52	43, 131	116	118
100	100	56, 90	87	32	119
101	101	91	55	33	120
102	21	68	1	5	70
103	25, 120	23	42, 68	62	71, 84
104	1	18	22	47	22
105	3	21	74	120	82
106	2	20	64	111	85
107	2	20	64	111	85, 108
108	2	22	64	111	85, 108
109	5	4	23, 66	48	23
110	5	4	23, 66	48	23
111	8	13	30	54	28

lehterselgisti
selgistamine
sete
setitamine
settebassein, settekamer
settimine
sisselase (-laskme)
suube-veekogu
süvis
tühjendustoru
vaht
varilaud
veeheitenorm
veeveis
veetarbenorm
veetase
vetikad
viibimisaeg
vooluhulk
võre
jämevõre
väljalase (-laskme)
õhktõstuk
õhusti
pindõhusti
propellerõhusti
ratsõhusti
turbiinõhusti
õhustamine
õhustus
keskriismulline õhustus

	P	A	H	III	Φ
112	14	8	28	53	79
113	9	12	29	55	29
114	7	10	24	49	24
115	10	6	27	52	26
116	13	14	75	57	30
117	12	5, 7	41	56	31
118	6	11	25	50	27
119	11	9	26	51	25
120	93	15	67	60	32
121	4	17	31	58	33
122	102	16	32	59, 61	16, 34
123	103	34	57, 81	17, 115	16
124	104	19	114	105	17
125	59	67	76	64	124
126	117	36	36	40	50
127	24	123, 141	122	122	122
128	88	69	124	123	123

kestusõhustus
mehaaniline õhustus
peenmulline õhustus
pidev õhustus
pindõhustus
surveõhustus
suurmulline õhustus
vahelduv õhustus
õhustusae
õhustusamber
õhustusrootor
trummelrootor
varrasrootor
õlipüümis
üldhapendumus, üldhapendatavus
ülevool
ülevooleünn

	Р	Н	Ф	Ш	Э
1	37	16	1	1	36
2	79	19, 21	3	3	4
3	115	17	2	2	5
4	5	23, 66	23	48	2, 109, 110
5	12	41	31	56	117
6	10	27	26	52	115
7	12	41	31	56	117
8	14	28	79	53	112
9	11	26	25	51	119
10	7	24	24	49	114
11	6	25	27	50	118
12	9	29	29	55	113
13	8	30	28	54	111
14	13	75	30	57	116
15	93	67	32	60	120
16	102	32	16, 34	59, 61	122
17	4	31	33	58	121
18	1	22	22	47	1, 104
19	104	114	17	105	124
20	2	64	85, 108	111	106, 107
21	3	74	82	120	105
22	2	64	108	111	108
23	25, 120	42, 68	71, 84	62	103
24	23	11	55	4	97
25	105	109	36	86	11
26	18	121	9	16	7
27	90	117	75	88	92
28	16	63		44	54b
29	19	33	8	11	13

batch treatment plant (unit)
 biochemical oxygen demand (BOD)

	P	H	Φ	III	Θ
30	80	34	44	15	65
31	80	34	44	15	65
32	109	35, 88, 89, 133	7, 87	74	51
33	20	84	91, 92	69	56
34	103	57, 81	16	17, 115	123
35	49	134	51	37	60
36	117	36	50	40	14, 126
37	71	59	101	41, 84	82
38	72	61	102	42	78
39	16	68		44	54b
40	47	69, 70	100	43	23
41	16	63,		44	54b
42	50	135	95	76	59
43	28	12	117	113	98
44	116	116	103	104	50
45	94, 98	54	89	39, 114	58
46	97	137	40	36	20
47	29	48	110	112	90
48	42	104, 105	60	108	41
49	52	50	74	80	34
50	76	71	39	23	80
51	118	53	20	25	17
52	98	43, 131	118	116	99
53	87	95	112	89	91
54	35	73	69	99	48
55	31	51	93	24	61
56	100	87	119	32	100
57	76	71	39	23	80
58	27	45, 136	107	35	87
59	34	14	113	12	24

	P	H	Φ	III	Э
60	load, loading	15	53	13	26
61	BOD load	99	59	93	29
62	mass load	99	59	93	29
63	shock load	115	18, 104	106	27
64	surface loading	52	83	119	30
65	volume loading	86	21	118	28
66	local treatment unit	62	81	100	53
67	oil trap	76	124	64	125
68	outlet	1	70	5	102
69	overflow channel	124	123	123	128
70	oxidation	77	15	66	10, 49
71	oxidation ditch	63	94	77	72
72	twin oxidation ditch	20, 78	47	21	75
73	oxidation pond	37	35	14, 65	8
74	oxygen requirement	10, 80	14	107	12
75	per capita sewage flow	93, 94	45, 77	101	93
76	pollution	8, 107	68, 96,	27, 29,	62, 63
		127	97	30	
77	population-equivalent	47	5	67	18
78	preliminary settling tank	129	12	28	79
79	primary (settling) tank	129	12	28	79
80	primary treatment	60	72	63	68
81	protozoa	82	4	68	6
82	pump capacity	54	89	39, 114	58
83	pumping station	85	88	70, 71	57
84	purification efficiency	35, 88,	7, 87	74	51
		89, 133			
85	purification plant	58	41, 86	73, 75	52
86	radius of curvature	65, 126	46	45, 46	31
87	receiving water	128	90	72	9, 88
88	retention period	12	117	113	00

	P	H	Φ	III	Э
89	89	92	19	83	32
90	100	87	119	32	100
91	101	55	120	33	101
92	76	71	39	23	80
93	76	71	39	23	80
94	81	72	38	22	66
95	69	112	98	9	83
96	70	3	101	84	86
97	106	110	37	87	19
98	73	13	99	26	84
99	74	2	102	10, 85	85
100	111	4, 106	43, 67, 116	7	69, 15
101	112	6, 111	6	81	70
102	17	10, 80	35	14, 65	8
103	78	9	42	6, 8	64
104	84	58	41, 86	73, 75	52
105	46	49, 56	115	38	21
106	91	108	54	110	33
107	35	73	69	99	48
108	36	96	56	90	35
109	38	125	121	124	37
110	39	90	78	121	38
111	39	90	78	121	38
112	38	125	121	124	37
113	26	97	64	91	47
114	51, 108	102	58, 61	95, 97	40, 45
115	40	98	65	92	42
116	43	103	63	98	44
117	41	101	57, 73	96	39
118	45	44	66	31	46

	P	H	Φ	III	Э
119	44	100	62	94	43
120	40	98	65	92	42
121	85	62	80	100	55
122	110	123	116	103	15
123	24	122	122	122	127
124	17	10, 80	35	14, 65	8
125	107	83, 91,	105	82	25
		113			
126	30	46	111	18	89
127	83	40	52	109	67
128		118	109		54a
129	113	5, 7	106	34	16, 71
130	84	58	41, 86	73, 75	52
131	18	121	9	16	7
132	75	38, 120	10, 49	19	81
133	38	125	121	124	37
134	111	4, 106	43, 67	7	69, 15
135	113	5, 7	106	34	16, 71
136	60	8, 107	45	101	93
137	78	9	42	6, 8	64
138	78	9	42	6, 8	64
139	61	130	76	102	95
140	114	132	114	117	94, 96
141	24	122	122	122	127

	Р	А	Ф	Ш	Э
1	21	68	70	5	102
2	74	99	102	10, 85	85
3	70	96	101	84	86
4	111	100, 134	43, 67, 116	7	69, 15
5	113	129, 135	106	34	71, 16
6	112	101	6	81	70
7	113	129, 135	106	34	71, 16
8	60	75, 136	45, 77	101	93
9	78	103, 137, 138	42	6, 8	64
10	17	73, 102, 124	35	14, 65	8
11	23	24	55	4	97
12	28	43, 88	117	113	98
13	73	98	99	26	84
14	34	59	113	12	24
15	53	60	53	13	26
16	37	1	1	1	36
17	115	3	2	2	5
18	15				3
19	79	2	3	3	4
20	63	71	94	77	72
21	79	2	3	3	4
22	1	18	22	47	1, 104
23	5	4	23	48	2, 109, 110
24	7	10	24	49	114
25	6	11	27	50	118
26	11	9	25	51	119

	P	A	Φ	III	Σ
27	10	6	26	52	115
28	14	8	79	53	112
29	9	12	29	55	113
30	8	13	28	54	111
31	4	17	33	58	121
32	102	16	16, 34	59, 61	122
33	19	29	8	11	13
34	80	30, 31	44	15	65
35	109	32, 84	7, 87	74	51
36	117	36	50	40	14, 126
37	66	72	47	21	75
38	68	132	48	20	77
39	75		10, 49	19	81
40	67				76
41	83	127	52	109	67
42	12	5, 7	31	56	117
43	25, 120	23	71, 84	62	103
44	98	45, 52	118	116	99
45	45	118	66	31	46
46	27	58	107	35	87
47	30	126	111	18	89
48	99, 119	77	5	67	18
49	29	47	110	112	90
50	46	105	115	38	21
51	52	49	74	80	34
52	31	55	93	24	61
53	57	64	83	119	30
54	118	51	20	25	17
55	94	45, 82	89	39, 114	58
56	101	91	120	33	101
	46	105	115	38	21

	P	A	Φ	III	Σ
57 Käfigwalze	103	34	16	17, 115	123
58 Kläranlage	84	85, 104, 130	41, 86	73, 75	52
59 Klärung	71	37	101	41, 84	82
60 mechanische Klärung	82	80	72	63	68
61 Klärbecken	72	38	102	42	78
62 Kleinkläranlage	85, 86	66, 121	80, 81	100	53, 55
63 Kompakt-Kläranlage	16	28, 39, 41		44	54b
64 Kieselbelüfter	2	20, 22	85, 108	111	106, 107, 108
65 Krümmungsradius	96	86	46	45, 46	31
66 Lüftung	5	4	23	48	2, 109, 110
67 Lüftungszeit	93	15	32	60	120
68 Mammutpumpe	25, 120	23	71, 84	62	103
69 Mischverfahren	47	40	100	43	23
70 Mischwasser-Kanalisation	47	40	100	43	23
71 Nachklärbecken	76	50, 57, 92, 93	39	23	80
72 Nachreinigung	81	94	38	22	66
73 Neigung der Böschung	35	54, 107	69	99	48
74 Oberflächenbelüfter	3	21	82	120	105
75 Oberflächenbelüftung	13	14	30	57	116
76 Ölabscheider	59	67	124	64	125
77 Oxydation	62	70	15	66	10, 49
78 Oxydationsgraben	63	71	94	77	72
79 Oxydationsgraben mit Aufstaubetrieb	65			78	73
80 Oxydationsteich	17	73, 102	35	14, 65	8
81 Plattenwalze	103	124	16	17, 115	123
82 Protozoen	95	34	4	68	6
83 Pufferbecken	107	81	105	82	25

	P	A	Φ	III	Э
84	20	33	91, 92	69	56
85	58	83	88	57	70, 71
86	55	65	21	118	28
87	100	56, 90	119	32	100
88	109	32, 84	7, 87	74	51
89	109	32, 84	7, 87	74	51
90	39	110, 111	78	121	38
91	107	125	105	82	25
92	89	89	19	83	32
93	92	74	14	107	12
94	92	74	14	107	12
95	87	53	112	89	91
96	36	108	56	90	35
97	26	113	64	91	47
98	40	115, 120	65	92	42
99	56	61, 62	59	93	29
100	44	119	62	94	43
101	41	117	57, 73	96	39
102	51	114	58, 61	95, 97	40, 45
103	43	116	63	98	44
104	42	48	60	108	41
105	42	48	60	108	41
106	111	100, 134	67	7	69
107	60	75, 136	45, 77	101	93
108	91	106	54	110	33
109	105	25	36	86	11
110	106	97	37	87	19
111	112	101	6	81	70
112	69	95	98	9	83
113	107	125	105	82	25
114	104	19	17	105	124

	P	A	Φ	III	Θ
115	54	63	18, 104	106	27
116	116	44	103	104	50
117	90	27	75	88	92
118	16	28, 39, 41, 128	109	44	54
119	48		11		22
120	75	132	10, 49	19	81
121	18	26, 131	9	16	7
122	24	123, 141	122	122	127
123	110	122	116	103	15
124	88	69	123	123	128
125	38	109, 112, 133	121	124	37
126	96	86	46	45, 46	31
127	32, 33	76	68, 96, 97	27, 29, 30	62, 63
128	22	87	90	72	9, 88
129	77	78, 79	12	28	79
130	61	139	76	102	95
131	98	45, 52	118	116	99
132	114	140	114	117	94, 96
133	109	32, 84	7, 87	74	51
134	49	35	51	37	60
135	50	42	95	76	59
136	27	58	107	35	87
137	97	46	40	36	20

	P	A	H	Ш	Э
1	37	1	16	1	36
2	115	3	17	2	5
3	79	2	19, 21	3	4
4	95	81	82	68	6
5	99	77	47	67	18
6	112	101	6, 111	81	70
7	109	32, 84	88, 89, 35, 133	74	51
8	19	29	33	11	13
9	18	26, 131	121	16	7
10	75	132	38, 120	19	81
11	48		119		22
12	77	78, 79	129	28	79
13	64			79	74
14	92	74	93, 94	107	12
15	62	70	77	66	10, 49
16	102, 103, 104	16	32	59, 61	122
17	104	19	114	105	124
18	54	63	115	106	27
19	89	89	92	83	32
20	118	51	53	25	17
21	55	65	86	118	28
22	1	18	22	47	1, 104
23	5	4	23, 66	48	2, 109, 110
24	7	10	24	49	114
25	11	9	26	51	119
26	10	6	27	52	115

	A	H	Ш	Э
27	6	11	25	118
28	8	13	30	111
29	9	12	29	113
30	13	14	75	116
31	12	5, 7	41	117
32	93	15	67	120
33	4	17	31	121
34	102	16	32	122
35	17	73, 102, 124	10, 80	8
36	105	25	109	86
37	106	97	110	87
38	81	94	72	66
39	76	50, 57, 92, 93	71	80
40	97	46	137	20
41	84	85, 104, 130	58	52
42	78	103, 137, 138	9	64
43	111	100, 134	4, 106	69, 15
44	80	30, 31	34	15
45	60	75, 136	8, 107	93
46	96	86	65, 126	31
47	66	72	37	75
48	68		37	77
49	75	132	38, 120	81
50	117	36	36	14, 125
51	49	35	134	60
52	83	127	40	67

	P	A	H	III	9
53	53	60	15	13	26
54	91	106	108	110	33
55	23	24	11	4	97
56	36	108	96	90	35
57	41	117	101	96	39
58	51	114	102	95, 97	40, 45
59	56	61, 62	99	93	29
60	42	48	104, 105	108	41
61	51	114	102	95, 97	40, 45
62	44	119	100	94	43
63	43	116	103	98	44
64	26	113	97	91	47
65	40	115, 120	98	92	42
66	45	118	44	31	46
67	111	100, 134	106	7	69
68	32	76	127	29, 30	62
69	35	54, 107	73	99	48
70	21	68	1	5	102
71	25, 120	23	42, 68	62	103
72	82	80	60	63	68
73	41	117	101	96	39
74	52	49	50	80	34
75	90	27	117	88	92
76	61	139	130	102	95
77	60	75, 136	8, 107	101	93
78	39	110, 111	90	121	38
79	14	8	28	53	112
80	85	121	62	100	55
81	86	66	62	100	53
82	3	21	74	120	105

kuormitus

kynny

levät

liete

liete-indeksi

lietekonsentraatio

lietkuormitus

lietelavat

lietepitoisuus

lietesuppilo

lietesäiliö

lietteen ikä

lietteen käsittely

lietteen tiivistäjä

likavesi

likaantaminen

luiskan kaltevuus

lähtö

mammutipumppu

mekaaninen puhdistus

Mohlmann — indeksi

mädättäjä

ohjauseinä

ominaiskulutus

ominaisviemäriarvo

palautusliete

pidennettyyn ilmastukseen perustuva

aktiivilietemenetelmä

pieni jäteveden puhdistamo

pienpuhdistamo

pintalimastin

	P	A	H	III	Э
83	57	64	52	119	30
84	25, 120	23	42, 68	62	103
85	2	20, 22	64	111	106, 107
86	84	85, 104, 130	58	73, 75	52
87	109	32, 84	35, 88, 89, 133	74	51
88	58	83	85	70, 71	57
89	94	45, 82	54	39, 114	58
90	22	87	128	72	9, 88
91	20	33	84	69	56
92	20	33	84	69	56
93	31	55	51	24	61
94	63	71	20, 78	77	72
95	50	42	135	76	59
96	33	76	127	27	63
97	32	76	127	29, 30	62
98	69	95	112	9	83
99	73	98	13	26	84
100	47	40	69, 70	43	23
101	70, 71	37, 96	3, 59	41, 84	82, 86
102	72, 74	38, 99	2, 61	10, 42, 85	78, 85
103	116	44	116	104	50
104	54	63	115	106	27
105	107	125	83, 91, 113	82	25
106	113	129, 135	5, 7	34	71, 16
107	27	58	45, 136	35	87
108	2	20, 22	64	111	107, 108
109		41, 128	118		54a

	P	A	H	III	Э
110	29	47	48	112	90
111	30	126	46	18	89
112	87	53	95	89	91
113	34	59	14	12	24
114	114	140	132	117	94, 96
115	46	105	49, 56	38	21
116	111	100, 134	4	7	15, 69
117	28	43, 88	12	113	98
118	98	45, 52	43, 131	116	99
119	100	56, 90	87	32	100
120	101	91	55	33	101
121	38	109, 112, 133	125	124	37
122	24	123, 141	122	122	127
123	88	69	124	123	128
124	59	67	76	64	125

	Р	А	Н	Ф	Э
1	37	1	16	1	36
2	115	3	17	2	5
3	79	2	19, 21	3	4
4	23	24	11	55	97
5	21	68	1	70	102
6	78	103, 137, 138	9	42	64
7	111	100, 134	4, 106	43, 67, 116	15, 69
8	78	103, 137, 138	9	42	64
9	69	95	112	98	83
10	74	99	2	102	85
11	19	29	33	8	13
12	34	59	14	113	24
13	53	60	15	53	26
14	17	73, 102, 124	10, 80	35	8
15	80	30, 31	34	44	65
16	18	26, 131	121	9	7
17	103	34	57, 81	16	123
18	30	126	46	111	89
19	75	132	38, 120	10, 49	81
20	68		37	48	77
21	66	72	37	47	75
22	81	94	72	38	66
23	76	50, 57, 92, 93	71	39	80
24	31	55	51	93	61

	P	A	H	Φ	Θ
25	118	51	53	20	17
26	73	98	13	99	84
27	33	76	127	96	63
28	77	78, 79	129	12	79
29	32	76	127	68, 97	62
30	32	76	127	68, 97	62
31	45	118	44	66	46
32	100	56, 90	87	119	100
33	101	91	55	120	101
34	113	129, 135	5, 7	106	71, 16
35	27	58	45, 136	107	87
36	97	46	137	40	20
37	49	35	134	51	60
38	46	105	49, 56	115	21
39	94	45, 82	54	89	58
40	117	36	36	50	14, 126
41	71	37	59	101	82
42	72	38	61	102	78
43	47	40	69, 70	100	23
44	16	28, 39, 41	63		54b
45	96	86	65, 126	46	31
46	96	86	65, 126	46	31
47	1	18	22	22	1, 104
48	5	4	23, 66	23	2, 109, 110
49	7	10	24	24	114
50	6	11	25	27	118
51	11	9	26	25	119
52	10	6	27	26	115
53	14	8	28	79	112
54	8	13	30	28	111

flock
fällning
förening
försedimenteringsbassäng
försmutning
förspilning
förtjockningsbrunn, slamförtjockare
galler
grovgaller
industrielltavloppsvatten
inlopp
inloppsfordelare
kammare
kanalisation
kapacitet
kemisk syreförbrukning (KS)
klarning
klarningsbassäng
kombinerat system
kompakt reningsanläggning
krökningsradie
kurvradie
luftare
luftning
finfördelad luftning
grovfördelad luftning
intermitent luftning
kontinuerlig luftning
langtidsluftning
medelfördelad luftning

	P	A	H	Φ	Σ
55					
mekanisk luftning	9	12	29	29	113
tryckluftning	12	5, 7	41	31	117
yluftning	13	14	75	30	116
luftningsbassäng	4	17		33	121
luftningsborste	102	16	32	16, 34	122
luftningstid	93	15	67	32	120
luftningsvals	102	16	32	16, 34	122
mammupump	25, 120	23	42, 68	71, 84	103
mekanisk rening	82	80	60	72	68
oljeavskiljare	59	67	76	124	125
oxidationsdamm	17	73, 102,	10, 80	35	8
		124,			
66	62	70	77	15	10, 49
oxidering	99, 119	77	47	5	18
personequivänt	95	81	82	4	6
protozoer	20	33	84	91, 92	56
pufferkapacitet	58	83	85	88	57
pumpanslaggning	58	83	85	88	57
pumpstation	22	87	128	90	59, 88
recipient	84	85, 104,	58	41, 86	52
reningsanläggning		130			
74	109	32, 84	35, 88,	7, 87	51
feninggsgråd			89, 133		
75	84	85, 104,	58	41, 86	52
feninggsverk					
76	50	130	135	95	59
fensskärfare	63	42	78, 20	94	72
77	65	71	79		73
ringkanal					
78	64			13	74
ringkanal med intermitent avrinning	52			74	34
ringkanal med sidokanaler	112			6	70
79					
80					
fötkammare					
81					
samhällsavlöppsvatten					

	P	A	H	Φ	Θ
82	107	125	83, 91, 113	105	25
83	89	89	92	19	32
84	70, 71	96	3	101	86
85	74	99	2	102	85
86	105	25	109	36	11
87	106	97	110	37	19
88	90	27	117	75	92
89	87	53	95	112	91
90	36	108	96	56	35
91	26	113	97	64	47
92	40	115, 120	98	65	42
93	56	61, 62	99	59	29
94	44	119	100	62	43
95	51, 108	114	102	58, 61	40, 45
96	41	117	101	57, 73	39
97	51, 108	114	102	58, 61	40, 45
98	43	116	103	63	44
99	35	54, 107	73	69	48
100	85, 86	66, 121	62	80, 81	53, 55
101	60	75, 136	8, 17	45, 77	93
102	61	139	130	76	95
103	110	122	123	116	15
104	116	44	116	103	50
105	104	19	114	17	124
106	54	63	115	18, 104	27
107	92	74	93, 94	14	12
108	42	48	104, 105	60	41
109	83	127	40	52	67
110	91	106	108	54	33
111	2	20, 22	64	85, 108	106, 107, 108

	P	A	H	Φ	Θ
112	29	47	48	110	90
113	28	43, 88	12	117	98
114	94	45, 82	54	89	58
115	103	34	57, 81	16	123
116	98	45, 52	43, 131	118	99
117	114	140	132	114	94, 96
118	55	65	86	21	28
119	57	64	52	83	30
120	3	21	74	82	105
121	39	110, 111	90	78	38
122	24	123, 141	122	122	127
123	88	69	124	123	128
124	38	109, 112, 133	125	121	37

tömningsledning
 uppehållstid
 uppföringsmängd
 valsluftare
 vattenföring, vattenmängd
 vattennivå, vattenstånd
 volymbelastning
 ytbelastning
 ytluftare
 återgångsslam, returslam
 överfall
 överrinningsrännan
 överskottsslam

21
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28
 29
 30
 31
 32
 33
 34
 35
 36
 37
 38
 39
 40
 41
 42
 43
 44
 45
 46
 47
 48
 49
 50
 51
 52
 53
 54
 55
 56
 57
 58
 59
 60
 61
 62
 63
 64
 65
 66
 67
 68
 69
 70
 71
 72
 73
 74
 75
 76
 77
 78
 79
 80
 81
 82
 83
 84
 85
 86
 87
 88
 89
 90
 91
 92
 93
 94
 95
 96
 97
 98
 99
 100

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Введение	3
1.	Очистка сточных вод при помощи активного ила	5
2.	Окислительные каналы	7
2.1.	Принцип работы	7
2.2.	Основные показатели	10
2.2.1.	Интенсивность аэрации	10
2.2.2.	Нагрузка и концентрация ила	11
2.3.	Схемы окислительных каналов	14
2.4.	Конструктивные элементы ОК	19
2.4.1.	Окислительный канал	19
2.4.2.	Аэрационный ротор	21
2.4.3.	Осветление очищенной воды и иловое хозяйство	26
2.5.	Пример расчета	29
2.6.	Эксплуатация окислительных каналов	31
2.6.1.	Пуск сооружения	31
2.6.2.	Уход	32
2.6.3.	Зимняя работа	35
2.6.4.	Опыт эксплуатации ОК молочного завода	35
2.7.	Область применения окислительных каналов и их экономическая оценка	38
	Литература	41
	Приложение. Краткая терминология на русском, эстонском, английском, немецком, финском и шведском языках	44

Александр Маастик. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД
В ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ КАНАЛАХ. На русском языке.
Издательство «Валгус». Таллин, Пярнуское
шоссе, 10.

Редактор П. Васильев. Художественный редактор
Р. Келу. Технический редактор М. Кукерман. Кор-
ректор М. Льюкене.

Сдано в набор 14 V 1969. Подписано к печати 13 VIII
1969. Типографская бумага № 2 Кохилаской бумаж-
ной фабрики, 54×84/16. Печатных листов 4,75. Услов-
но-печатных листов 3,99. Учетно-издательских ли-
стов 4,24. Тираж 2000 экз. МВ-07022. № заказа 1612.
Типография «Юхисэлу», Таллин, ул. Пикк, 40/42.

Цена 21 коп.

TÜ RAAMATUKOGU



10300014753059

21 коп.

1

XI A-17818