



МИНИСТЕРСТВО ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО
ХОЗЯЙСТВА РСФСР

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
АКАДЕМИЯ КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА им. К. Д. ПАМФИЛОВА

Утверждено

приказом Минжилкомхоза РСФСР

24 сентября 1980 г. № 481

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СООРУЖЕНИЙ
БИОЛОГО-ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ
ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД

Отдел научно-технической информации АКХ

Москва 1987

Рассматриваются технологические схемы, расчетно-конструктивные параметры и особенности технологического процесса биолого-химической очистки, предназначенного для глубокого удаления фосфора с применением различного вида реагентов.

Настоящие рекомендации составлены с учетом результатов производственных испытаний процесса на очистных сооружениях г. Тихвина Ленинградской обл. Разработаны НИИ коммунального водоснабжения и очистки воды АКХ им. К. Д. Памфилова (кандидаты техн. наук Э. С. Разумовский, Н. А. Залетова, Н. А. Терентьева, Б. Л. Липман, д-р техн. наук Н. Д. Лукиных) при участии Леноблводоканала (Ю. М. Шарыгин, А. В. Зайцев) и предназначены для инженерно-технических работников проектных организаций, ПУВКХ и органов Государственного водного надзора.

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1. Удаление соединений фосфора из сточных вод необходимо с целью предупреждения развития процессов эвтрофирования водных объектов, в первую

очередь малопроточных и маломощных. Предельно допустимые концентрации соединений фосфора в водных объектах устанавливаются по согласованию с органами по регулированию использования и охраны вод.

2. Биолого-химическая очистка предназначена для глубокого удаления соединений фосфора из городских (бытовых) сточных вод.

Примечания: 1. Источниками поступления соединений фосфора в бытовые сточные воды является фекальный сток (30 - 50 %) и фосфатные компоненты синтетических моющих средств (50 - 70 %). Средняя концентрация общего фосфора в бытовых сточных водах 15 - 20 мг/л (по РО

3-
4).

2. При традиционной биологической очистке за счет отстаивания и биологических процессов общий фосфор удаляется на 20 - 40 %.

3. Биолого-химическая очистка представляет собой сочетание реагентной обработки с биологической очисткой сточных вод, осуществляемое в единых сооружениях биологической очистки.

4. В процессе биолого-химической очистки глубокое удаление фосфора происходит главным образом путем снижения концентрации фосфатов в результате химического взаимодействия реагента с ионами РО

3-

4 с образованием нерастворимых соединений, выпадающих в осадок и выводимых из системы с избыточным илом, а также частично в результате сорбции сложных и нерастворимых форм фосфора хлопьями гидроокисей.

5. В качестве реагентов могут быть применены соли двух- и трехвалентного железа или сернистый алюминий.

Примечание. Возможно применение отходов производства, содержащих указанные ионы, при отсутствии в них веществ, токсичных для биологической очистки.

Реагенты вводятся перед аэротенком или непосредственно в него либо перед сооружениями для разделения иловой смеси (вторичными отстойниками или флотационными резервуарами).

Примечание. Расчет флотационной установки для разделения иловой смеси производится в соответствии с «Рекомендациями на проектирование и эксплуатацию станций аэрации с флотационным разделением активного ила» (ОНТИ АКХ, 1983).

6. В технологических схемах с применением на завершающем этапе фильтров доочистки (при повышенных требованиях к качеству очищенных сточных вод) введение реагента целесообразно осуществлять перед вторичными отстойниками или перед фильтрами (реагентное фильтрование).

Примечания: 1. В качестве фильтровальных сооружений рекомендуется применять песчано-гравийные фильтры с восходящим потоком воды, водовоздушной промывкой и низким (горизонтальным) отводом промывных вод.

2. Расчет сооружений реагентного фильтрования производится в соответствии с «Рекомендациями на проектирование и эксплуатацию станций аэрации в комплексе с фильтровальными сооружениями» (ОНТИ АКХ, 1985).

7. Технологические схемы с введением реагента перед аэротенками обеспечивают удаление общего фосфора до 80 - 85 % при снижении содержания в очищенных сточных водах органических загрязнений и взвешенных веществ до уровня полной биологической очистки. Схемы с введением реагента перед аэротенками или перед вторичными отстойниками в комплексе с фильтровальными сооружениями обеспечивают удаление общего фосфора до 90 - 95 % и более глубокое изъятие взвешенных и органических веществ.

8. Биолого-химическая очистка может применяться для интенсификации действующих станций аэрации, так как введение реагента, помимо обеспечения глубокого изъятия фосфора, позволяет скоагулировать часть загрязняющих веществ, повысить рабочую дозу активного ила, улучшить его седиментационные свойства и водоотдающую способность.

Примечание. Качественная характеристика сточных вод, поступающих на очистные сооружения, должна соответствовать требованиям п. 6.4 [СНиП 2.04.03-85](#).

9. Биолого-химическая очистка может быть применена при строительстве новых и при реконструкции действующих очистных сооружений (в последнем случае - без нарушения работы основных технологических емкостей).

10. Выбор схемы очистки надлежит осуществлять на основании технико-экономического сравнения вариантов с учетом требуемой степени очистки от соединений фосфора, органических загрязняющих веществ и взвешенных веществ, вида реагента, очередности строительства.

Экономичность биолого-химической очистки повышается с увеличением производительности очистной станции.

РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СООРУЖЕНИЙ БИОЛОГО- ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ

11. При биолого-химической очистке традиционные схемы биологической очистки дополняются реагентным хозяйством, включающим растворные и расходные баки для реагентов и помещение для их хранения.

Доза реагентов при введении на ступени биологической очистки определяется по формуле

$$C_{\text{РЕАГ}} = K C_{\text{Робщ}}, \quad (1)$$

где $C_{\text{РЕАГ}}$ - необходимая доза реагента, мг/л (по Me_2O_3); K - коэффициент увеличения стехиометрического соотношения, вычисленный с учетом определения по стандартным методикам содержания общего фосфора по РО

3–

4 и металлов реагента по окиси металла Me_2O_3 (принимается по табл. 1); $C_{\text{Робщ}}$ - концентрация общего фосфора в поступающей воде, мг/л (по РО

3–

4); при отсутствии данных о концентрации в поступающей воде общего фосфора ориентировочно может быть принято $C_{\text{Робщ}} = (2 \times 3) \times C_{\text{РО4}}$, где $C_{\text{РО4}}$ - концентрация фосфатов в поступающей воде, мг $\text{PO}_4/\text{л}$.

Т а б л и ц а 1

Эффективность удаления общего фосфора, %	Величина К при применении		
	железного купороса	сернокислого железа	сернокислого алюминия
60	0,33	0,15	0,35
65	0,5	0,25	0,4
70	0,66	0,33	0,5
75	1	0,5	0,65
80	1,34	0,66	0,74
85	1,67	1	0,9

Учитывая возможное угнетение микроорганизмов активного ила, при введении реагентов в иловую смесь не рекомендуется принимать следующие дозы: железного купороса - более 25 мг/л по Fe_2O_3 ; сернокислого окисного железа - более 15 мг/л по Fe_2O_3 ; сернокислого алюминия - более 17 мг/л по Al_2O_3 .

С целью эффективного использования реагента и с учетом его влияния на активный ил рекомендуется вводить железный купорос - в начале аэротенка, сернокислое окисное железо перед вторичным отстойником, сернокислый алюминий - в конце аэротенка.

При использовании в качестве реагента сернокислого алюминия для уменьшения концентрации взвешенных веществ в очищенной воде следует применять полиакриламид (ПАА). Ориентировочная доза ПАА 0,2 - 1 мг/л. Введение раствора ПАА осуществляется в иловую смесь перед вторичным отстойником. При наличии в схеме очистки сточных вод на завершающем этапе фильтров с повышенной грязеемкостью (например, гравийно-песчаных фильтров с восходящим потоком воды) применение ПАА не обязательно.

12. Объем аэротенка определяется по продолжительности аэрации t , рассчитанной по формуле (48) п. 6.143 [СНиП 2.04.03-85](#) с учетом изменения

скорости окисления и зольности ила, связанных с влиянием реагента на процесс очистки:

$$t = \frac{L_{en} - L_{ex}}{a_i (1 - \beta S) \rho m} r, \quad (2)$$

где L_{en} и L_{ex} - БПК_{полн} поступающей и очищенной сточной воды, мг/л; a_i - доза ила, (принимается по табл. 2); S - зольность ила;

β - поправка за счет введения реагента (принимается по табл. 3);

ρ - удельная скорость окисления в мг БПК_{полн} на 1 г беззольного вещества ила в час, определяется по формуле (49) [СНиП 2.04.03-85](#); m - коэффициент, учитывающий изменение скорости окисления органического вещества за счет введения реагента по отношению к скорости окисления при биологической очистке (принимается в зависимости от нагрузки по коагулянту $N_{коаг}$ по табл. 4).

$$N_{коаг} = C_{реаг} [a_i \cdot (1 - \beta S)] \text{ мг Me}_2\text{O}_3 \text{ на 1 г беззольного вещества ила.} \quad (3)$$

Т а б л и ц а 2

Доза реагента по Me_2O_3 , мг/л	Рекомендуемая доза ила a_i (г/л) при БПК _{полн} , поступающей в аэротенк сточной воды			
	100	150	200	300
10	3	4	5	5

Доза реагента по Me_2O_3 , мг/л	Рекомендуемая доза ила a_i (г/л) при БПК _{полн} , поступающей в аэротенк сточной воды			
	100	150	200	300
15	4	8	6	6
20	5	6	6	7
25	6	6	7	7

Пр и м е ч а н и е . При применении солей алюминия или сернокислого окисного железа дозу ила принимать не более 5 г/л.

Т а б л и ц а 3

Реагент	β при дозе реагента по Me_2O_3 , мг/л				
	5	10	15	20	25
Железный купорос	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Другие	1,07	1,15	1,2	1,22	

Т а б л и ц а 4

N _{коаг}	9	8	7	6	5	4	3	2
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	---

<i>m</i>	0,63	0,87	0,84	0,95	1	1,08	1,16	1,24
----------	------	------	------	------	---	------	------	------

13. Удельный расход воздуха ($\text{м}^3/\text{м}^3$ сточной воды) определяется по формуле (61) п. 6.157 [СНиП 2.04.03-85](#). При этом в схеме с введением железного купороса средняя концентрация кислорода в аэротенке принимается равной 5 мг/л.

Рециркуляционный расход активного ила ориентировочно принимается в зависимости от рабочей дозы ила в аэротенке и дозы возвратного ила (табл. 5).

Таблица 5

Рабочая доза ила в аэротенке, г/л	Схема с введением			
	железного купороса		сернокислого железа или алюминия	
	доза, г/л	рециркуляция, %	доза, г/л	рециркуляция, %
3	10	45	6,5	85
4	11,5	60	8,5	90
5	11,5	60	10	100
6	14	75	Не рекомендуется	
7	14	100	»	»

14. Перекачку возвратного ила рекомендуется осуществлять эрлифтами, что предупреждает излишнее дробление активного ила, создает большую аэробность системы и является более экономичным способом перекачки ила по сравнению с центробежными насосами. Выполнение этой рекомендации особенно важно при применении в качестве реагента сернокислого алюминия. Расход воздуха на перекачку ила ориентировочно можно принять равным $1 \text{ м}^3/\text{м}^3$ возвратного ила.

П р и м е ч а н и е . Величина рециркуляционного расхода должна быть уточнена в процессе эксплуатации вторичных отстойников различных конструкций (вертикальных, горизонтальных, радиальных).

15. Вторичные отстойники проектируется по СНиП 2.04.02-85.

Реагентное хозяйство

16. Введение реагента осуществляется в виде раствора. На очистных сооружениях должно быть предусмотрено приготовление раствора реагента и обеспечено дозирование его в обрабатываемую воду в заданную точку. Расчет реагентного хозяйства производится по [СНиП 2.04.02-84](#) п. 6.20 - 6.31.

П р и м е ч а н и е . При использовании реагентов для обработки осадка целесообразно (по возможности) применять единый реагент и строить общее реагентное хозяйство.

Фильтровальные сооружения

17. В схеме биолого-химической очистки городских сточных вод с целью глубокого удаления взвешенных веществ и обусловленной ими части общего фосфора и органических загрязняющих веществ, оцениваемых показателями БПК и ХПК, рекомендуется применять песчано-гравийные фильтры с восходящим потоком воды, водо-воздушной промывкой и низким (горизонтальным) отводом промывных вод.

18. Проектирование указанных фильтров, применяемых в схемах биолого-химической очистки с введением реагента перед аэротенками, проводится в соответствии с «Рекомендациями на проектирование и эксплуатацию станций аэрации в комплексе с фильтровальными сооружениями» (ОНТИ АКХ, 1985) по режиму безреагентного фильтрования.

19. В схемах биолого-химической очистки с введением реагента перед вторичными отстойниками проектирование и эксплуатация песчано-гравийных фильтров осуществляются согласно «Рекомендациям на проектирование и эксплуатацию станций аэрации в комплексе с фильтровальными сооружениями» (ОНТИ АКХ, 1985) с учетом следующих изменений:

скорость фильтрования в рабочем режиме следует принимать 9 - 10 м/ч, при форсированном режиме - 11 - 12 м/ч;

промывку фильтра следует предусматривать 2 - 3 раза в сутки;

параметры фильтрующей загрузки принимаются по табл. 4 для варианта с подачей реагента перед фильтрами.

Обеззараживание очищенной воды

20. Обеззараживание очищенной воды следует предусматривать в соответствии с указаниями [СНиП 2.04.03-85](#) п. 6.221 - 6.231.

Обработка осадка

21. Обработка осадка производится известными методами в соответствии с [СНиП 2.04.03-85](#).

22. При расчете сооружений для обработки осадка необходимо учитывать увеличение прироста активного ила в связи с образованием дополнительно химического осадка. Увеличение прироста ила по отношению к рассчитанному по рекомендациям п. 6.148 [СНиП 2.04.03-85](#) ориентировочно считают равным 1 % на каждый миллиграмм-литр (по Me_2O_3) вводимого реагента.

ПУСК, НАЛАДКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СООРУЖЕНИЙ БИОЛОГО-ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ

23. Пуск, наладка и эксплуатация сооружений биолого-химической очистки осуществляются в соответствии со [СНиП 3.05.04-85](#) и «Правилами технической эксплуатации водопроводов и канализаций» (М.: Стройиздат, 1980).

24. Подачу реагента в сооружения биологической очистки следует начинать после введения азротенка в заданный режим работы с расчетными дозами активного ила. Активный ил должен быть адаптирован к подаваемому реагенту. Адаптация активного ила производится путем постепенного увеличения подаваемой дозы реагента до расчетной в течение 13 - 15 сут. Во время адаптации активного ила необходимо вести систематические наблюдения за его состоянием и качественным составом, следить за дозой активного ила и нормальным режимом аэрации.

АВТОМАТИЗАЦИЯ И КОНТРОЛЬ ЗА РАБОТОЙ СООРУЖЕНИЙ

БИОЛОГО-ХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ

25. На станциях биолого-химической очистки следует осуществлять автоматизированную подачу реагента пропорционально расходу сточных вод.

26. Показатели качества воды, очищенной биолого-химическим методом, следует определять по общепринятым на станциях аэрации методикам и с общепринятыми интервалами отбора проб воды. Концентрация раствора реагента проверяется ежедневно.

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

27. При строительстве и эксплуатации станций биолого-химической очистки необходимо соблюдать общие правила техники безопасности строительно-монтажных, такелажных и электротехнических работ, правила, установленные для станции биологической очистки сточных вод.

28. При эксплуатации и монтаже реагентного хозяйства должны быть предусмотрены меры по предохранению от коррозии аппаратуры, оборудования и коммуникаций.

29. Работа с химическими насосами должна осуществляться в соответствии с правилами техники безопасности, приведенными в технологических регламентах по их эксплуатации.

30. Следует осуществлять постоянный надзор за состоянием арматуры реагентного хозяйства. Краны на кислотных линиях следует периодически смазывать.

31. Все работающие с реагентами должны быть обеспечены респираторами, рукавицами и резиновой обувью.

32. Помещения реагентного хозяйства должны быть обеспечены аптечками с медикаментами для оказания первой помощи. В аптечках должны храниться также глицерин, дистиллированная вода для промывки глаз и полотенце.

33. Спуск людей с целью мытья баков для реагентов запрещается. При промывке соблюдают меры предосторожности, исключающие попадание брызг на оператора.

СОДЕРЖАНИЕ

[Назначение и область применения](#)

[Расчетные параметры сооружений биолого-химической очистки](#)

[Пуск, наладка и эксплуатация сооружений биолого-химической очистки](#)

[Автоматизация и контроль за работой сооружений биолого-химической очистки](#)

[Основные вопросы техники безопасности](#)