

# Достижение НДТ при модернизации малых КОС: технологические и конструктивные решения



**А. А. Кулаков<sup>1</sup>,  
КАНД. ТЕХН. НАУК,  
КОНСУЛЬТАНТ ПО ОЧИСТНЫМ  
СООРУЖЕНИЯМ,  
ДОЦЕНТ РТУ-МИРЭА**

**Рис. 1. Высокая степень износа очистных сооружений**

---

Масштабная модернизация и внедрение наилучших доступных технологий на малых КОС имеет организационно-экономические особенности. Требуется иной по сравнению с более крупными объектами подход к проектированию, строительству и последующей эксплуатации. В статье рассмотрены методы достижения НДТ и подходы к модернизации наиболее распространенных технологических решений, используемых в настоящее время на малых КОС.

---

Доля малых (от 101 до 1000 м<sup>3</sup>/сут) и сверхмалых (от 10 до 100 м<sup>3</sup>/сут) канализационных очистных сооружений (КОС) в регионах составляет более 90 % от общего числа объектов. Данная группа является огромным сегментом коммунальной отрасли.

Технологии, применяемые ранее на малых объектах, должны были обеспечить снижение ВВ и БПК до 10–15 мг/л, в некоторых

случаях – нитрификацию, а удаление азота и фосфора не предусматривалось. Технологически объекты не способны обеспечить современные природоохранные требования.

Степень физического износа конструкций достигает критических значений (рис. 1), в некоторых случаях от очистных сооружений остались лишь проточные резервуары и плиты оснований.

---

<sup>1</sup> Кулаков Артем Алексеевич, e-mail: artem.a.kulakov@gmail.com

# ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

Организационно-экономические особенности малых КОС [1] требуют иного по сравнению с более крупными объектами подхода к проектированию, строительству и последующей эксплуатации. С годами увеличилась потребность в масштабной модернизации и внедрении наилучших доступных технологий для данных объектов.

В данной статье рассмотрены методы достижения НДТ и подходы к модернизации наиболее распространенных технологических решений на малых КОС.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ НОРМАТИВЫ

Большинство малых КОС нормируется по ПДК водных объектов рыбохозяйственного значения (ПДК<sub>рх</sub>), это никак не способствует их развитию ввиду низкой достижимости на традиционных коммунальных сооружениях.

В настоящее время осуществляется переход отрасли на технологическое нормирование для выпусков хозяйственно-бытовых сточных вод поселений. Нормативы устанавливаются по технологическим показателям с учетом категории водного объекта (приемника сточных вод) и производительности КОС (постановление Правительства РФ от 15.09.2020 № 1430).

Технологические нормативы устанавливаются для следующих групп малых объектов:

- водный объект категории А, сверхмалые-средние КОС;
- водный объект категории Б, малые-средние КОС;
- водный объект категории Б, сверхмалые КОС;
- водный объект категории В, сверхмалые-небольшие КОС;
- водный объект категории Г, сверхмалые-средние КОС.

В табл. 1 приведены природоохранные (ПДК<sub>рх</sub>) и технологические нормативы (ТН).

Таблица 1. Нормативы очищенных сточных вод

Показатель	ПДК <sub>рх</sub> , мг/л	Технологические нормативы, мг/л				
		кат. А	кат. Б	кат. Б	кат. В	кат. Г
		СМ, М, Н	М, Н	СМ	СМ, М, Н	СМ, М, Н
ВВ	3 <sup>1</sup>	10	15	15	15	15
ХПК	-	40	80 (40) <sup>2</sup>	80 (40) <sup>2</sup>	80	80
БПК <sub>п</sub>	3	-	-	-	-	-
БПК <sub>5</sub>	1,82 <sup>3</sup>	5	10	12	12	12
N-NH <sub>4</sub>	0,39	1	1,5	8	8	8 (20) <sup>4</sup>
N-NO <sub>2</sub>	0,024	0,1	0,25	0,25	0,25	0,25
N-NO <sub>3</sub>	9,1	9	12	18	18	18
P-PO <sub>4</sub>	0,2	0,7	1 (1,5) <sup>5</sup>	5	5	5

1 – ВВ нормируются по фоновому содержанию в водном объекте, однако на практике достаточно часто устанавливается норматив 3 мг/л.

2 – При сбросе сточных вод в водоемы, указанные в перечне водоемов, которые полностью расположены на территориях соответствующих субъектов Российской Федерации и использование водных ресурсов которых осуществляется для обеспечения питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения 2 и более субъектов Российской Федерации, утвержденном распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2008 г. № 2054-р, среднегодовое значение концентрации ХПК составляет 40 мг/л.

3 – БПК<sub>5</sub> определено согласно СП 32.13330.2018 через коэффициент пересчета БПК<sub>5</sub> в БПК<sub>п</sub> – 1,65 (для биологически очищенной сточной воды)

4 – Значение, указанное в скобке, принимается при среднегодовой температуре поступающих на очистные сооружения сточных вод менее 14 °С.

5 – Значение, указанное перед скобкой, принимается для вновь строящихся небольших и средних очистных сооружений, значение, указанное в скобке, принимается для малых очистных сооружений, а также для реконструируемых небольших и средних очистных сооружений.

## ИССЛЕДОВАННЫЕ ОБЪЕКТЫ

С целью выработки стратегии модернизации малых КОС исследованы два объекта в поселениях, где сточные воды – хозяйственно-бытовые, промышленности в поселениях нет. Оба объекта запроектированы на биологическую очистку по ВВ и БПК, также в рамках имеющихся объемов протекает нитрификация.

Концентрации по объектам обработаны за три года (всего – 36 анализов) и определены для 15-го, 50-го и 85-го перцентилей (15 %, 50 %, 85 %), это означает, что данные значения концентраций не превышаются в 15, 50 и 85 % проб. Достижение нормативов определено как вероятность (в процентах) – отношение доли проб, которые ниже норматива, к общему количеству проб.

### Объект 1

КОС проектной производительностью 225 м<sup>3</sup>/сут, фактический среднегодовой расход – 185 м<sup>3</sup>/сут, категория КОС – малые. Сооружения построены в 1987 году и введены в эксплуатацию в 1992 году, в 2007 году проведен ремонт, чистка биопрудов и замена ветхого оборудования (насосы, воздухо-

дувки, аэраторы заменены на мембранные дисковые).

Сточные воды от поселения собираются в КНС и насосами подаются в приемный колодец КОС, далее через систему лотков распределяются на 5 компактных установок типа КУ (четыре КУ-50 и одна КУ-25). КУ представляют собой сооружения биологической очистки с продленной аэрацией, зона аэрации отделена перегородкой от зоны отстаивания. Рециркуляция осуществляется эрлифтами из настенных карманов из зоны отстаивания. Отделенная от ила вода поступает на доочистку в биопруды и отводится на сброс в водный объект.

Сброс избыточного ила осуществляется на иловые площадки. При этом сброс осуществляется в основном в теплое время года (зимой не осуществляется), это приводит к значительному увеличению возраста и снижению прироста ила, доза ила периодами достигает 8–9 г/л при низком иловом индексе 40–80 см<sup>3</sup>/г. Работа новой системы аэрации эффективна, концентрация растворенного кислорода в аэротенках составляет 3,5–4,5 мг/л. Это также объясняется высокой продолжительностью аэробной очистки (более 24 часов) и низкой нагрузкой на ил (менее 50 мгБПК<sub>5</sub>/(г·сут)).

Таблица 2. Данные об эффективности работы КОС (объект 1)

Показатель	Вход			Выход			Достижение ТП		Достижение ПДК	
	15 %	50 %	85 %	15 %	50 %	85 %	мг/л	%	мг/л	%
ВВ, мг/л	85,3	184,5	336,0	4,0	8,5	16,5	15	83,3	3	13,9
ХПК, мг/л	138,8	284,3	538,5	29,8	50,5	76,3	80	86,1	15	5,6
БПК <sub>5</sub> , мг/л	56,9	116,3	219,6	3,8	7,0	13,3	10	75,0	1,82	5,6
N-NH <sub>4</sub> , мг/л	23,3	39,6	74,5	2,2	5,4	11,6	1,5	11,1	0,39	0,0
N-NO <sub>2</sub> , мг/л	0,050	0,192	0,316	0,2	0,5	0,9	0,25	19,4	0,024	0,0
N-NO <sub>3</sub> , мг/л	0,313	0,561	1,511	7,2	11,3	20,5	12	61,1	9,1	27,8
P-PO <sub>4</sub> , мг/л	1,71	3,28	5,55	1,74	2,46	4,31	1,5	13,9	0,2	0,0
БПК <sub>5</sub> /ХПК	0,32	0,43	0,54	–	–	–	–	–	–	–
БПК <sub>5</sub> /N <sub>общ</sub> *	1,08	2,27	4,33	–	–	–	–	–	–	–

\* N<sub>общ</sub> = 1,24 · N-NH<sub>4</sub>

## ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

Отмечаются высокие колебания расхода в период снеготаяния (резкий рост расхода до  $300 \text{ м}^3/\text{сут}$  и более), летом зацветают биопруды, наблюдаются всплывания (шапки) ила в отстойнике.

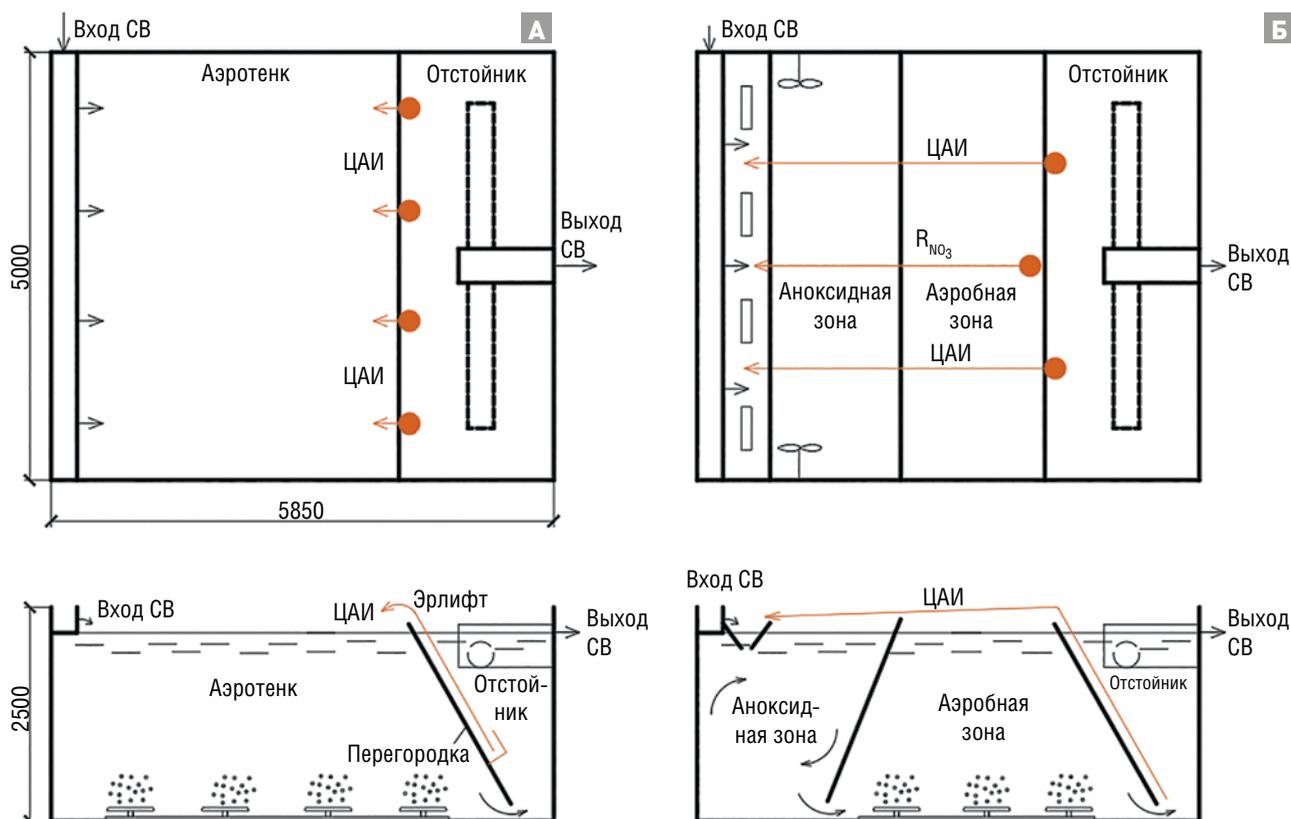
Характеристики поступающих и очищенных сточных вод, а также данные по достижимости технологических и природоохранных нормативов приведены в табл. 2, схема установки – на рис. 2а.

Если рассматривать объект 1 с точки зрения ПДК<sub>рх</sub>, то он неэффективен, достижение нормативов далеко не по всем показателям. Достижение технологических нормативов высокое по ХПК, БПК и ВВ, однако удаление азота и фосфора осуществляется недостаточно. Периодически наблюдается глубокая нитрификация, что приводит к снижению азота аммонийного

до  $2 \text{ мг/л}$  и менее, в эти периоды наблюдается значительное увеличение нитратного азота в очищенной воде до  $20 \text{ мг/л}$  и более. В сооружениях нет выделенной зоны для денитрификации, а концентрация кислорода в аэротенках высокая. В данных условиях частичная денитрификация может протекать лишь в толще ила в отстойной зоне. Нитритный азот удаляется до  $0,25 \text{ мг/л}$  лишь в  $19,4 \%$  случаев. Это свидетельствует о том, что достижение технологических нормативов по азотной группе без денитрификации не представляется возможным.

Удаление фосфора биологически практически не протекает, требуется применение реагентного метода. Для сокращения выноса ВВ требуется модернизация системы рециркуляции и сглаживание нагрузки на отстойник.

Рис. 2. Схема компактной установки (объект 1): а – до модернизации, б – после модернизации: ЦАИ – циркуляционный активный ил, ИАИ – избыточный активный ил,  $R_{\text{NO}_3}$  – нитратный рецикл



При использовании биопрудов требуется избежать вторичного загрязнения очищенной воды, особенно в летнее время, при возможности – исключить их из схемы.

## ОБЪЕКТ 2

КОС проектной производительностью 200 м<sup>3</sup>/, фактический среднегодовой расход – 38 м<sup>3</sup>/сут, категория КОС – сверхмалые. Сооружения построены и введены в эксплуатацию в 1989 г., в 2008 г. проведен ремонт и замена ветхого оборудования (насосы, воздухоподогреватели, аэраторы заменены на мембранные дисковые).

Сточные воды от поселения самотеком поступают в распределительный лоток КОС, в него же эрлифтом из вторичного отстойника поступает циркуляционный активный ил, далее смесь по трубопроводу поступает в аэротенк. Прошедшая биологическую очистку иловая смесь в отстойнике разделяется на очищенную воду (отводится на сброс) и возвратный ил (циркулирует эрлифтами). Аэротенк и отстойник отделены перегородкой и формируют секцию производительностью 100 м<sup>3</sup>/сут. Всего 2 секции, в работе находится одна.

С торца железобетонной емкости организован контактный резервуар, в настоящее время не используется. В здании доочистки предусмотрены напорные песчаные фильтры, которые также не используются. Очищенная вода отводится на сброс после отстойника.

Для накопления избыточного ила предусмотрен резервуар объемом 15 м<sup>3</sup>.

Аналогично объекту 1 предусмотрена продленная аэрация в условиях низкой нагрузки (менее 100 мгБПК<sub>5</sub>/(г·сут)), откачка ила осуществляется в основном в зимнее время, что приводит к формированию ила с высоким возрастом, повышению дозы ила до 4–5 г/л, снижению илового индекса до 40–60 см<sup>3</sup>/г. Работа новой система аэрации эффективна, концентрация растворенного кислорода в аэротенках составляет 2–4 мг/л.

Расход сточных вод стабилен в течение года, значительных колебаний по месяцам не отмечено.

Характеристики поступающих и очищенных сточных вод, а также данные по достижимости технологических и природоохранных нормативов приведены в табл. 3, схема сооружений – на рис. 3а.

Таблица 3. Данные об эффективности работы КОС (объект 2)

Показатель	Вход			Выход			Достижение ТП		Достижение ПДК	
	15 %	50 %	85 %	15 %	50 %	85 %	мг/л	%	мг/л	%
ВВ, мг/л	121,5	199,0	780,0	2,5	8,0	19,5	15	83,3	3	16,7
ХПК, мг/л	164,0	315,6	481,0	29,7	49,9	87,3	80	83,3	15	0,0
БПК <sub>5</sub> , мг/л	77,9	139,1	227,0	3,6	7,4	13,8	12	72,2	1,82	0,0
N-NH <sub>4</sub> , мг/л	27,0	48,5	89,1	0,8	3,3	7,7	8	86,1	0,39	11,1
N-NO <sub>2</sub> , мг/л	0,041	0,080	0,142	0,1	0,1	0,4	0,25	75,0	0,024	8,3
N-NO <sub>3</sub> , мг/л	0,232	0,348	0,554	5,7	7,6	18,6	18	77,8	9,1	55,6
P-PO <sub>4</sub> , мг/л	1,68	4,46	5,90	1,20	2,15	3,13	5	100,0	0,2	0,0
БПК <sub>5</sub> /ХПК	0,36	0,44	0,58	–	–	–	–	–	–	–
БПК <sub>5</sub> /N <sub>общ</sub> *	1,40	2,26	4,85	–	–	–	–	–	–	–

\* N<sub>общ</sub> = 1,24 · N-NH<sub>4</sub>

# ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

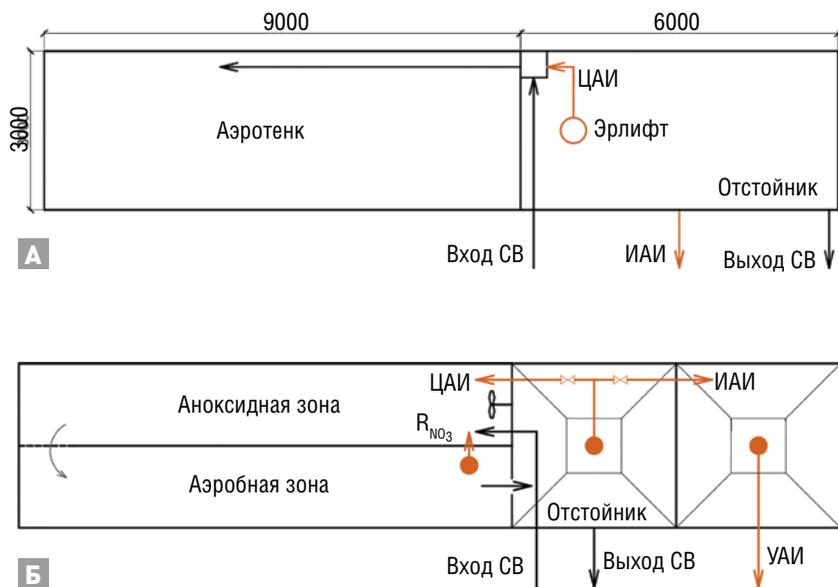


Рис. 3. СХЕМА АЭРОТЕНКА (ОБЪЕКТ 2):

А — ДО МОДЕРНИЗАЦИИ;

Б — ПОСЛЕ МОДЕРНИЗАЦИИ;

ЦАИ — циркуляционный активный ил;

ИАИ — избыточный активный ил;

УАИ — уплотненный активный ил;

$R_{NO_3}$  — НИТРАТНЫЙ РЕЦИКЛ

На объекте 2 отмечена низкая достижимость ПДК<sub>рх</sub> по всем показателям. Достижение технологических нормативов по ВВ, ХПК и БПК достаточно высокое. Рост концентрации БПК на выходе наблюдается в периоды увеличения нагрузки по БПК на входе.

За счет продленной аэрации отмечается глубокая нитрификация, в периоды которой увеличивается концентрация нитратного азота в очищенной воде. Учитывая только аэробные условия аэротенка, протекание частичной денитрификации возможно лишь в толще ила во вторичном отстойнике. Стабильное достижение технологических показателей по азотной группе возможно при реализации направленной денитрификации.

Менее жесткие для сверхмалых КОС технологические нормативы по азоту и фосфору достигаются в большинстве случаев. Однако одновременное достижение норм по всей группе азотных соединений возможно при обеспечении хотя бы частичной денитрификации. Дополнительное удаление фосфора не требуется, однако не лишним будет иметь резервную систему дозирования коагулянта на случаи повышения концентрации в исходных сточных водах.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ

С целью повышения эффективности очистки на объектах необходимы следующие мероприятия.

### УДАЛЕНИЕ ГРУБОДИСПЕРСНЫХ ПРИМЕСЕЙ

В настоящее время на объектах нет предварительной механической очистки, при этом количество мусора в поступающих сточных водах достаточно высокое. Для задержания грубодисперсных примесей и защиты оборудования необходима установка решеток. Возможны следующие варианты исполнения:

- минимальный — решетка-сито с ручной очисткой с прозором 6–16 мм (низкие затраты, позволяет задерживать наиболее крупные включения, требует ручного обслуживания);
- оптимальный — решетка с автоматизированной очисткой и отмывкой отбросов с прозором 3–6 мм (высокие затраты, задерживает большую часть примесей, низкая потребность в участии персонала).

## УДАЛЕНИЕ АЗОТА

Основной проблемой по внедрению решений с нитрификацией и денитрификацией является низкая пропорция БПК/азот в поступающей сточной воде. Для нормального протекания процессов денитрификации соотношение  $BPK_5/N_{общ}$  должна составлять более 4,5, для проанализированных объектов соотношение не выдерживается (в среднем составляет 2,27 и 2,26), что характерно в целом для большинства малых КОС. Содержание аммонийного азота в поступающей воде достаточно высокое и составляет 74,5 и 89,1 мг/л (85-й перцентиль). Для достижения природоохранных и технологических нормативов требуется дозирование внешнего субстрата для обеспечения процессов денитрификации. Пример решения подобной задачи рассмотрен в работе [2].

Расчеты потребности во внешнем субстрате согласно [3] приведены в табл. 4. При очистке до технологических показателей для обоих объектов потребуется дозирование дополнительного субстрата. В случае очистки до ПДКрх данные показатели будут значительно выше.

**ТАБЛИЦА 4. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ ВО ВНЕШНЕМ СУБСТРАТЕ**

Показатель	Объект 1	Объект 2
Расход СВ, м <sup>3</sup> /сут	185	38
БПК <sub>5</sub> , мг/л (50%)	116,3	139,1
N <sub>общ</sub> (вход), мг/л (50%)	49,104	60,14
БПК <sub>5</sub> /N <sub>общ</sub> (вход)	2,4	2,3
N-NH <sub>4</sub> (выход), мг/л – ТП	1,5	8
N-NO <sub>3</sub> (выход), мг/л – ТП	12	18
N-NO <sub>3</sub> (требуется удаления), мг/л	29,4	26,9
N-NO <sub>3</sub> (требуется внешнего субстрат), мг/л	11,9	6,0
Требуется добавить ХПК, мг/л	59,6	30,1

В качестве технологической схемы нитриденитрификации наиболее простой (при реконструкции данных объектов) является одноступенчатая схема с нитратным рециклом – модифицированный процесс Лудзака – Эттингера. Она может быть реализована разделением имеющего объема аэробных зон на зоны денитрификации (аноксидная) и нитрификации (аэробная).

При достаточности объектов часть компактных установок или аэротенка может быть использована под усреднение поступающих сточных вод.

Проведен предварительный расчет потребных объемов аэротенков для нитрификации и денитрификации согласно методике [3]. Расчет проведен на технологические нормативы по азотным соединениям, расчетная температура принята 15 °С. Концентрации приняты для 50-го и 85-го перцентилей. Данные расчета приведены в табл. 5.

Реализация технологии нитриденитрификации при достижении технологических показателей представляется возможным в имеющихся объемах (для обоих объектов 1 сут пребывания сточных вод при проектном расходе) при принятии концентраций 50-го перцентилей. Доза ила при этом составляет 3 г/л. Если принимать концентрации 85-го перцентилей для объекта 1, достижение нормативов в имеющихся объемах представляется возможным при дозе ила выше 5 г/л.

Для обеспечения нормальной работы сооружений при дозе 5 г/л рекомендуется применять комбинирование биомасс, в дополнении к активному илу использовать загрузочный материал с развитой поверхностью и хорошими циркуляционными свойствами. В этом случае получится поддерживать дозу плавающего ила на уровне 3–3,5 г/л, а «дополнительные» 2 г/л обеспечить за счет биопленок.

Для объекта 2 размещение технологии нитриденитрификации в имеющихся объемах представляется возможным для обоих случаев концентраций (50-й и 85-й перцентили) при дозе 4 г/л и менее.

При использовании имеющихся объемов сооружений технология удаления азота (при концентрациях с 85-м перцентилем) может быть реализована:

# ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

ТАБЛИЦА 5. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ В ОБЪЕМАХ АЭРОТЕНКОВ

Параметр	Объект 1			Объект 2		
	50 %	85 %	85 %	50 %	85 %	85 %
Концентрации приняты при процентиле						
Расчетный расход сточных вод, м³/сут	185	185	185	38	38	38
Доза ила в аэротенке, г/л	3	4	5,5	3	4	5
Расчетный аэробный возраст ила, сут	6,1	6,1	6,1	5,6	5,6	5,6
Расчетный общий возраст ила, сут	11,8	11,7	11,7	11,0	11,0	11,0
Объем денитрификатора, м³	85,7	144,3	99,9	13,9	49,1	39,9
Объем аэротенка (нитрификатора), м³	91,7	154,9	107,2	14,6	51,8	41,4
<b>Объем сооружений нитриденитрификации (НД), м³</b>	<b>177,4</b>	<b>299,2</b>	<b>207,1</b>	<b>28,5</b>	<b>100,9</b>	<b>81,3</b>
Общая продолжительность пребывания, час.	23	38,8	26,9	18	63,8	51,4

Объект 1: доза ила – 5,5 г/л, объем НД – 207,1 м³, продолжительность пребывания – 26,9 час.

Объект 2: доза ила – 4 г/л, объем НД – 100,9 м³, продолжительность пребывания – 63,8 час.

## УДАЛЕНИЕ ФОСФОРА

Для удаления фосфора наиболее простым решением является дозирование коагулянта. Точка дозирования, тип и доза флокулянта определяются при проектировании.

## ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ОЧИЩЕННЫХ ВОД

В качестве решения для обеззараживания могут быть применены УФ лампы, это не потребует содержания и обслуживания реагентного хозяйства для гипохлорита натрия или других хлор-реагентов.

## ОБРАБОТКА ОСАДКА

Для обработки осадка на объекте 1 рекомендуется применить шнековый или мешковый обезвоживатель для возможности удаления избыточного ила в течение всего года и поддержания требуемых величин возраста и дозы ила.

Для объекта 2 может применяться метод накопления (с перемешиванием воздухом) осадка и его вывоз для обработки на другом объекте или монтаж мешкового обезвоживателя.

## КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

Полученные по предварительным расчетам объемы зон денитрификации и нитрификации имеют схожие величины, для их списания в имеющиеся объемы требуется монтаж перегородок и организация механического перемешивания в аноксидных зонах. Наиболее простые варианты компоновки для проанализированных объектов приведены на рис. 2б и 3б.

## Объект 1

Организованная зона денитрификации имеет вытянутую поперек основного потока форму. Важным является равномерное распределение ила и очищаемой воды по всей ширине установки, для этого могут быть использованы распределительные лотки (рис. 4).



Рис. 4. Фото распределительного лотка для компактной установки

Решением по сокращению всплывания шапок ила в отстойнике может быть модернизация эрлифтов (рис. 5). Подобная кон-

струкция позволяет увеличить площадь сбора, сократив количество агрегатов и расход воздуха (положительно скажется на последующей денитрификации). Перекачка нитратного рецикла может осуществляться насосом, смонтированным в конце аэробной зоны.

При применении биоагрузки следует учесть ряд рекомендаций. Сама биоагрузка должна иметь развитую защищенную поверхность, не должна препятствовать потокам иловой смеси и создавать застойные зоны. Монтаж биоагрузки для увеличения дозы биомассы должен осуществляться в аноксидных и аэробных зонах. В случае применения плавающей загрузки в аноксидной зоне в качестве метода перемешивания может рассматриваться периодический барботаж воздухом с контролем концентрации растворенного кислорода, пример подобной реализации описан в [4].

Применение жестко закрепленной загрузки должно сопровождаться ее равномерным распределением в объеме сооружений при соблюдении эффективного проточного пространства. Это позволит исключить застойные зоны и улучшить циркуляцию очищаемой жидкости и ила.

Рис. 5. Фото эрлифтов: слева — до модернизации, справа — после модернизации



## Объект 2

Разделение объема существующего аэротенка продольной перегородкой формирует двухкоридорную систему. Для перемешивания иловой смеси в аноксидной зоне в начале коридора может быть смонтирована мешалка, создающая направленный поток. Второй коридор работает в аэробном режиме. Конструкция с двумя коридорами дает возможность сократить расстояние для перекачивания нитратного рецикла и возвратного ила, которое может осуществляться насосами. Отстойник должен иметь коническое днище с установленными в нем агрегатами для откачки осадка.

Имеющиеся объемы позволяют организовать зоны для нитрификации и денитрификации, а также выделить зону отстаивания и уплотнения ила.

## Перспективные решения

Помимо классической схемы нитриденитрификации в сооружениях может быть реализованы другие технологические решения, например, SBR или MBR.

MBR может реализовываться в случае дефицита объемов для биологической очистки. Повышение рабочей дозы ила до 10–12 г/л позволяет в 2–2,5 раза сократить объемы аэротенков и реализовать процессы нитриденитрификации в имеющихся технологических объемах при гидравлической перегрузке сооружений. При этом важно учесть требования производителей мембран, среди которых качественная предварительная механическая очистка (прозоры решеток 1–3 мм), защита поверхности аэротенков от мусора, регулярное обслуживание и промывка мембран.

SBR позволяет реализовать все технологические процессы (денитрификация, нитрификация, отстаивание) в одной емкости. Для этого потребуется демонтаж перегородки и организация единой зоны для последовательной реализации технологических процессов, организации циклов и системы автоматизации. Такая технология позволяет увеличить рабочую дозу ила при возможности эффективного илоразделения в имеющихся объемах (определяется площадью отстаивания).

## Выводы

Сектор малых канализационных очистных сооружений требует существенной модернизации. Технологические решения и строительные конструкции морально и физически устарели.

Для достижения технологических нормативов требуется реализация принципов НДТ, внедрение процессов удаления азота и фосфора, размещение которых в имеющихся объемах представляется возможным при правильном выборе технологии.

Эксплуатация сооружения должна базироваться на высоком уровне автоматизации, обучении персонала, создании квалифицированных бригад (технологи, операторы и лаборанты), управляющих группой объектов.

Такие решения позволяют добиться оптимального соотношения технологических, экономических и экологических критериев эффективности очистных сооружений. ●

## Литература

1. Кулаков А. А. Оценка современного состояния малых коммунальных очистных сооружений канализации // *Вода и экология*. 2015. № 1. С. 26–40.
2. Пукемо М. М., Кулаков А. А., Желтухин Р. В. Особенности очистки сточных вод больницы // *Водоснабжение и санитарная техника*. 2021. № 4. С. 15–24.
3. Данилович Д. А., Эпов А. Н. Расчет и технологическое проектирование процессов и сооружений удаления азота и фосфора из городских сточных вод. – М., 2020. 225 с.
4. Кулаков А. А. Совершенствование малых канализационных очистных сооружений // *Наилучшие Доступные Технологии водоснабжения и водоотведения*. 2017. № 5. С. 34–43.

# ЕКОТОН MODULE D

Контейнерный цех механического обезвоживания на базе мультидискового шнекового дегидрататора MDQ

**ПОДКЛЮЧАЙ И ОБЕЗВОЖИВАЙ**

Эффективное обезвоживание на базе мультидисковых шнековых дегидрататоров MDQ Ekoton Tsurumi- теперь в контейнерной версии!



## Какие задачи решает комплекс обезвоживания Module D?

- ✓ Обезвоживание осадка промышленных предприятий;
- ✓ Обезвоживание осадка хозяйственно бытовых сточных вод;
- ✓ Пилотные и промышленные испытания ;
- ✓ Увеличение производительности существующих ОС;
- ✓ Обезвоживание осадка на нескольких объектах или за пределами стационарных ОС.

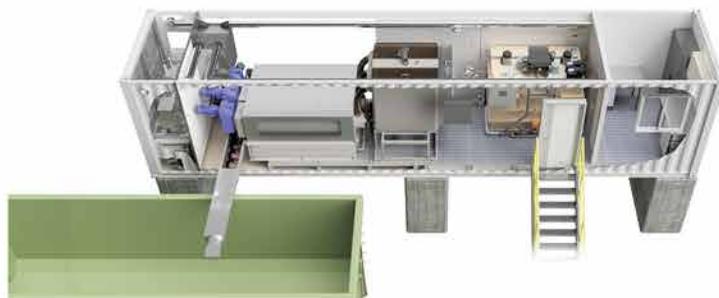
✓ **Минимальные эксплуатационные расходы** (низкое потребление реагентов, промывной воды и электроэнергии);

✓ **Простота и удобство эксплуатации** – комплекс полностью автоматизирован, возможно удаленное управление со смартфона;

✓ **Мобильность** – возможность легко транспортировать установку с одного объекта на другой.

## Преимущества комплекса обезвоживания EKOTON Module D

- ✓ **Широкий диапазон производительностей** – от 0,05 до 200 м<sup>3</sup>/час (от 3 до 3 780 кгСВ/ч);
- ✓ Полностью **автономная установка заводской готовности** (технология plug-and-play);
- ✓ **Минимальная потребность в проектировании** и разрешительной документации;
- ✓ **Компактное исполнение** в 20-ти и 40-футовых морских контейнерах;
- ✓ **Высокоэффективное и экономичное обезвоживание** на базе мультидисковых шнековых дегидрататоров MDQ Ekoton Tsurumi позволяет сократить объем осадка в 10-15 раз;
- ✓ **Возможность обезвоживания «сложного» осадка** с высоким содержанием жиров, масел и абразивных веществ;



**Богатая комплектация и возможность установки дополнительного оборудования по желанию заказчика.**

### Пример комплектации контейнерной установки Module D:

- Мультидисковый шнековый дегидрататор MDQ Ekoton Tsurumi;
- Станция приготовления реагентов;
- Насосная группа;
- Конвейер для отвода обезвоженного осадка;
- Устройства охраны труда;
- Система вентиляции;
- Радиаторы рабочей зоны и помещения персонала;
- Мацератор осадка (опционально);
- Емкость для воды (опционально);
- Дизель-генератор (опционально).

# Шаг вперед в области сгущения осадка



Новое поколение декантерных centrifуг Альфа Лаваль ALDEC G3 VecFlow™ не имеет себе равных в процессе обезвоживания и сгущения осадков очистных сооружений.

Уникальная технология VecFlow™ позволяет значительно уменьшить турбулентность в барабане в зоне ввода осадка и в результате значительно улучшить процесс разделения и снизить на 30 % энергопотребление по сравнению с предыдущим поколением.

Высокоэффективные показатели разделения осадка в сочетании с широкими возможностями операционных режимов позволяют сократить эксплуатационные затраты путем повышения сухости обезвоженного кека, более экономичного потребления флокулянта, а также увеличения производительности.

Минимальная турбулентность. Максимальная эффективность.

