

В.Н. АНУФРИЕВ,

к. т. н., доцент кафедры
«Водоснабжение и водоотведение»,
БНТУ



Е.А. КАЗАНЛИ,

старший преподаватель кафедры
«Водоснабжение и водоотведение»,
БНТУ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

За последнее время в рамках выполнения программы технического нормирования и стандартизации в строительстве в области водоснабжения и водоотведения (блок 4.01) разработаны и частично введены в действие ряд ТНПА. Так, в части проектирования систем водоснабжения разработаны документы, регламентирующие проектирование водозаборных сооружений, сооружений водоподготовки, наружных сетей водоснабжения и сооружений на них и ряд других.

В области водоотведения процесс разработки технических кодексов установившейся практики взамен СНиП «Канализация. Наружные сети и сооружения» [1] еще не завершен.

К настоящему времени разработан один из документов — ТКП 45-4.01-202-2010 (02250) «Очистные сооружения сточных вод. Строительные нормы проектирования».

Разработка ТКП основывалась на двух положениях, которые и определили направленность документа:

- сохранение и обобщение опыта проектирования и нормирования, отраженного в ранее принятых и действующих до настоящего времени нормах;
- учет изменений, связанных с ужесточением природоохранного законодательства, развитием научно-технического прогресса в области очистки сточных вод, а также необходимости сближения с европейскими нормами и стандартами, гармонизации с другими ТНПА.

СНиП «Канализация. Наружные сети и сооружения», принятый в 1985 году, содержит ряд положений, регламентирующих проектирование очистных сооружений, которые многократно отработаны практикой. В частности, это нормы, связанные с механической, биологической, физико-химической очисткой сточных вод. Вместе с тем приведенный выше документ, ставший за это время «классической книгой канализации», не давал ответы на вопросы, связанные с удалением из сточных вод биогенных элементов.

В связи с чем большая часть изменений и новых положений относится к биологической очистке в системах с активным илом.

К основным положениям, отраженным в ТКП 45-4.01-202-2010 (02250) «Очистные сооружения сточных вод. Строительные нормы проектирования», относятся:

- переход к расчету сооружений по параметру БПК₅ (биохимическому потреблению кислорода за 5 суток);
- введение понятия «эквивалентное население» для оценки массы загрязняющих веществ, поступающих на очистные сооружения;
- расчет сооружений биологической очистки с учетом возраста ила;

- расчет сооружений биологической очистки с учетом требований по удалению соединений азота и фосфора.

Переход от параметра БПК₂₀ к БПК₅ в расчетах связан как с необходимостью гармонизации с НПА и ТНПА, устанавливающими природоохранные требования, выраженные в БПК₅, так и со сближением с принципами расчетов сооружений, принятыми в европейских странах.

Такой же подход положен при введении понятия «эквивалентное население» для оценки массы загрязняющих веществ, поступающих на очистные сооружения. Принятый эквивалент выноса массы загрязняющих веществ со сточной водой 60 г по БПК₅ на одного человека в сутки позволяет оценивать системы водоотведения объектов и населенных пунктов с различной долей производственных сточных вод.

Введение расчетов сооружений биологической очистки с учетом возраста ила и требований по удалению биогенных элементов связано с особенностями протекания процессов биологической нитрификации в части влияния низких скоростей накопления микроорганизмов нитрификаторов в сооружениях.

Приведенные нормативы позволяют проектным организациям разрабатывать проекты очистных сооружений, удовлетворяющие действующим природоохранным требованиям [2].

В зависимости от массы загрязняющих веществ, поступающих на очистные сооружения, выраженных в эквивалентах населения, установлены следующие требования по остаточным концентрациям биогенных элементов, приведенные в таблице 1.

Требования, приведенные в таблице 1, устанавливают необходимость повышения степени очистки для очистных сооружений с увеличением расходов очищаемой сточной воды. Так, для небольших сооружений до 500 эквивалентов нормируется только степень удаления взвешенных веществ и биохимически окисляемых органических веществ, оцениваемых по БПК или ХПК. С увеличением производительности сооружений дополнительно устанавливаются требования по содержанию аммонийных форм азота в очищенной воде (строки 2–3). Для более крупных сооружений с производительностью более 10 000 эквивалентов (строки 4–5) нормирование содержания биогенных элементов дополнительно производится по концентрациям азота и фосфора общего.

Для выбора метода очистки сточных вод, необходимого для достижения установленных в таблице 1 требований, в ТКП 45-4.01-202-2010 приведен перечень методов с данными об эффективности очистки от биохимически удаляемых органических веществ, оцениваемых по БПК, взвешенных веществ, а также соединений азота и фосфора (таблица 2).

Таблица 1 — Допустимые значения показателей и концентрации загрязняющих веществ в составе очищенных бытовых, городских и близких к ним по составу производственных сточных вод

Масса органических веществ в сточных водах, поступающих на очистку, ЭН	Значение показателей, мг/дм ³						Концентрация загрязняющих веществ, мг/дм ³					
	ХПК		БПК ₅		Взвешенные вещества		NH ⁴⁺ (в пересчете на N)		N _{общ} *		P _{общ}	
	C _{ср.}	C _{макс}	C _{ср}	C _{макс}	C _{ср}	C _{макс}	C _{ср}	C _{макс}	C _{ср}	C _{макс}	C _{ср}	C _{макс}
До 500	150	200	40	60	50	65						
501–2000	125	170	30	40	35	50	20	30				
2001–10 000	120	160	25	35	30	40	15	20				
10 001–100 000	90	120	20	30	25	35			15	20	3	4,5
Более 100 000	75	110	15	20	20	30			10	15	1,5	2

Таблица 2 — Эффективность удаления загрязняющих веществ на сооружениях очистки сточных вод

Метод очистки сточных вод	Эффект удаления примесей, % Остаточная концентрация примесей, мг/л					
	Взв. в-ва	БПК ₅	ХПК	NH ₄	N _{общ}	P _{общ}
1. Механическая очистка	45–64	20–33	20–33	9	11	11
	—	—	—	—	—	—
2. Биологическая очистка без нитрификации при нагрузке на активный ил 0,15 кг/кг-сут	—	—	—	40	27	33
	20	15	70	—	—	—
3. Биологическая очистка с нитрификацией при нагрузке на активный ил 0,15 кг/кг-сут	—	—	—	—	27	33
	20	15	70	5	—	—
4. Биологическая очистка с предварительной денитрификацией с рециркуляцией 200 %	—	—	—	—	70	33–35
	20	15	70	5	—	—
5. Биологическая очистка с предварительной денитрификацией с рециркуляцией 200 % и биологическим удалением фосфора	—	—	—	—	70	75–78
	20	15	70	5	—	—
6. Биологическая очистка при нагрузке на активный ил 0,15 кг/кг-сут с доочисткой в биологических прудах менее 2 сут	—	—	—	—	27–70	33–78
	12	15	70	5	—	—
7. Биологическая очистка при нагрузке на активный ил 0,15 кг/кг-сут с доочисткой на микрофильтрах	—	—	—	—	27–70	33–78
	10	12	65	5	—	—
8. Биологическая очистка при нагрузке на активный ил 0,15 кг/кг-сут с симультанным реагентным осаждением					27–70	—
	18	12	67	5	—	1–2
9. Биологическая очистка при нагрузке на активный ил 0,15 кг/кг-сут с симультанным реагентным осаждением и последующем фильтровании с флокуляцией	—	—	—	—	27–70	—
	5	7	50	5	—	0,3–0,5

На основе совместного анализа данных, приведенных в таблицах 1 и 2, возможен выбор базовой схемы очистки сточных вод и предварительная оценка ее технологических возможностей по эффекту удаления загрязняющих веществ. Например, для сооружений, указанных в 1–3-й строках таблицы 1, требования к очищенным сточным водам достижимы

при применении сложившейся «классической» схемы обработки — предварительная механическая очистка с последующей биологической очисткой на аэротенках или биологических фильтрах, с нитрификацией или без нее (рисунок 1).

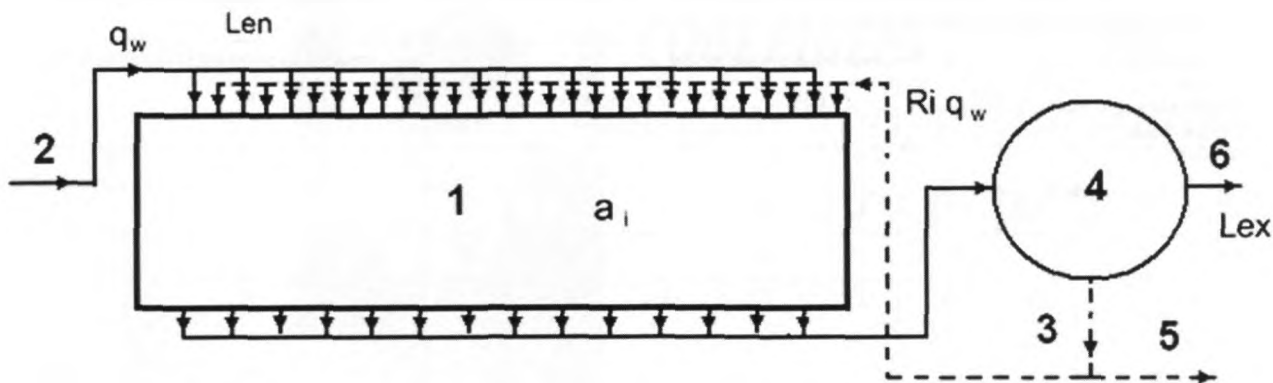


Рисунок 1 — Схема биологической очистки в системе с активным илом для удаления биологически удаляемых органических веществ:
1 — аэротенк; 2 — подача сточной воды на очистку; 3 — циркуляционный активный ил; 4 — вторичный отстойник; 5 — отвод избыточного активного ила; 6 — отведение очищенной воды

При этом если для небольших сооружений с мощностью до 500 эквивалентов достаточно достижения требуемой степени удаления органических веществ, оцениваемых по БПК, то для более крупных сооружений классов 2 и 3 (501–1000 и 1001–10000 эквивалентов) может потребоваться и проведение нитрификации. При таком же составе сооружений время обработки и, соответственно, объемы сооружений биологической очистки

требуются в 1,5–2,5 раза больше. На крупных сооружениях мощностью более 10 000 эквивалентов (строки 4–5 таблицы) для достижения требований к очищенной сточной воде по содержанию азота и фосфора требуется использование более сложных технологических схем биологической очистки, например, с устройством анаэробных и аноксичных технологических емкостей с активным илом (рисунок 2).

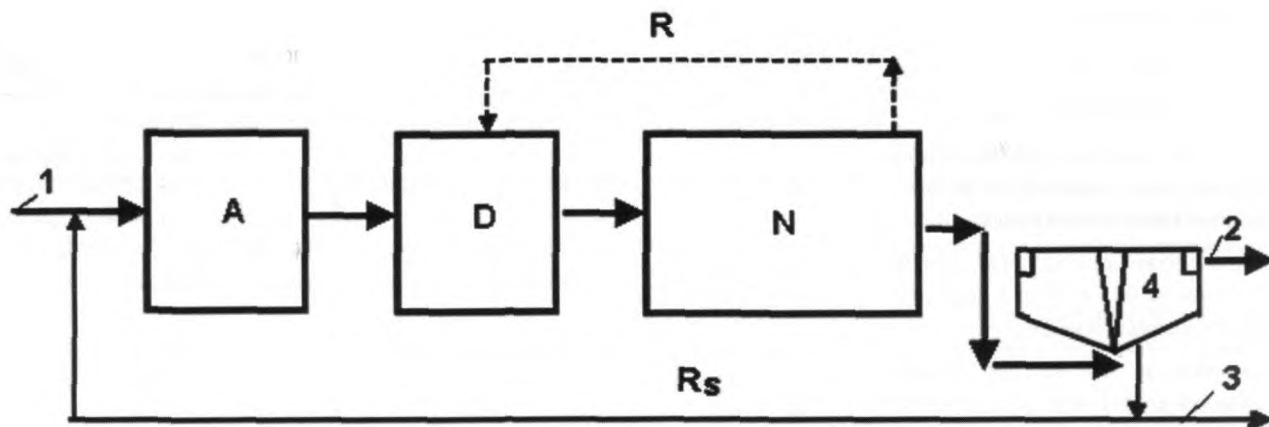


Рисунок 2 — Схема биологической очистки сточной воды с биологическим удалением соединений фосфора и азота:
1 — поступление исходной воды; 2 — отведение обработанной воды; 3 — отведение избыточного активного ила; 4 — вторичный отстойник;
A — анаэробная технологическая емкость; D — денитрификатор; N — нитрификатор; R — рециркуляция иловой смеси из нитрификатора в денитрификатор;
Rs — рециркуляция активного ила

Для расчетов и проектирования сооружений биологической очистки с удалением биогенных элементов в ТКП 45-4.01-202-2010 приведены формулы и возможные схемы организации работы сооружений. Определенные изменения произошли в подходах к проектированию систем аэрации очистных сооружений. Конструкции аэрационных систем за последние 20–30 лет претерпели значительные видоизменения. Это нашло от-

ражение в параметрах, приведенных в ТКП 45-4.01-202-2010 в виде справочных таблиц.

Учитывая вышесказанное, считаем, что введение ТКП позволит решать задачи, связанные с проектированием очистных сооружений, отвечающих современным требованиям к эффективности очистки сточных вод.

Список использованных источников.

1. СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения». М. «Стройиздат», 1985.
2. Инструкция о порядке установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в водные объекты. Утверждена постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 29.04.2008 № 43, с изменениями и дополнениями, утвержденными постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь 29.12.2009 № 71.