

## ПРИМЕНЕНИЕ СООРУЖЕНИЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОН

*Бул иште активдүү тунмалардын Россия Федерациясынын ар түрдүү климаттык зоналарында жайгашкан аэротенка үчүн концентрациялуу агын суулардагы активдүү тунмалардын жана Кыргызстан Республикасына да мүнөздүү болгон активдүү тунмалардын усулу иштелип чыккан. Активдүү тунмалардын аэробдук жашы аныкталып, эсептеп чыгуу методикасын айырмалуулук себеби аныкталып, ар кандай жергиликтүү шарттардагы активдүү тунмалардын жашын эсептөө методикасын колдонууга мүмкүнчүлүк болот.*

*В данной работе приведены методики расчетов возраста активного ила, а также произведены вычисления для аэротенка с концентрациями сточных вод, расположенных в разных климатических зонах Российской Федерации, и приблизительный характерный анализ для Кыргызской Республики.*

*Выявлена причина расхождения методик расчета при определении аэробного возраста активного ила, что дает возможность применения методик расчета для определения возраста активного ила с учетом местных условий.*

*The methods of the calculations the age of active silt and the calculations for aerotank with the concentration of the sewages which located in different climatic zone of Russian Federation and approxamative typical analysis for Kyrgyz Republic are given in this work.*

*The reasons of the difference of the methods of the calculations at determination of the aerobic age active silt of which enables using the methods of the calculations for determination of the age of the active silt with provision for local conditions are revealed in this work.*

Проблема защиты водоемов от загрязнений и сохранения водных ресурсов Кыргызской Республики стала одной из самых важных проблем. Река Нарын протекает по территории определенных государств, а загрязнения, спускаемые в Нарын, обнаруживаются на огромных расстояниях от места выпуска. Для предотвращения загрязнения водных ресурсов и окружающей среды необходима глубокая биологическая очистка. Одним из таких сооружений являются аэротенки.

Во многих странах мира в 90-х годах столкнулись с проблемой загрязнения поверхностных водных источников. Ускоренный рост водорослей, сокращение концентраций растворённого кислорода, а также повышение концентраций аммиака в водоёмах вследствие сброса различных химических форм азота и фосфора представляют опасность не только для флоры и фауны, но и для людей. Для решения этих проблем в различных климатических регионах ЕС, США, Бразилии, ЮАР и др. стран были разработаны разнообразные технологические схемы и методики расчётов сооружений очистки сточных вод с учетом местных условий и характеристик сточных вод.

Большинство городских сооружений биологической очистки сточных вод в России, Кыргызской Республики и других странах бывшего СССР запроектированы и построены в соответствии с требованиями СНиП 2.04.03.85 [6]. С вводом в этих странах более жестких требований по удалению биогенных элементов азота и фосфора из коммунальных сточных вод [7] необходимо при реконструкции существующих очистных и строительстве новых очистных сооружений изменять не только их технологическую схему, но и методики расчета.

В данной работе приведено сравнение методик расчётов возраста активного ила, являющегося основой для определения последующих расчётных параметров, методик расчёта аэротенков для удаления биогенных элементов, разработанных в Германии, США, Бразилии, а также в России.

С целью сравнения и анализа методик расчёта минимального аэробного возраста активного ила были произведены вычисления для аэротенка с концентрациями сточных вод, характерными для Российской Федерации, проведенными российскими исследователями.

Данные были собраны при исследовании более 40 очистных сооружений российских городов, расположенных в различных климатических зонах (табл. 1).

**Средние концентрации сточных вод, характерные для сооружений очистки сточных вод в Российской Федерации**

Таблица 1.

Показатель	Значение
ХПК неосветлённой жидкости, мг/л	260
БПК 20 неосветлённой жидкости, мг/л	235
ХПК осветлённой жидкости, мг/л	170
БПК 20 осветлённой жидкости, мг/л	150
БПК 5 осветлённой жидкости, мг/л	85
Взвешенные вещества осветлённой жидкости, мг/л	110
Аммонийный азот осветлённой жидкости, мг/л	22
Фосфор осветлённой жидкости, мг/л	8

Диапазон температуры сточной воды составлял 20-40°C.

Расчёт был произведён на предельно допустимые концентрации на сбросе в водоём, установленные СанПиН [7].

Для возможности сравнения методики СНиП 2.04.03.85 [6], модифицированной методики СНиП [6], а также методики, разработанной Мишуковым и Соловьёвой [5], первоначально был произведён расчёт объёма аэротенка, основанный на определении допустимой нагрузки на активный ил, а затем по формуле (1) вычислен возраст активного ила.

$$t_{TS,aerob} = \frac{V_{a_i} 1000}{Q_d (P_i + C_{B3B})}, 1/сут \quad (1)$$

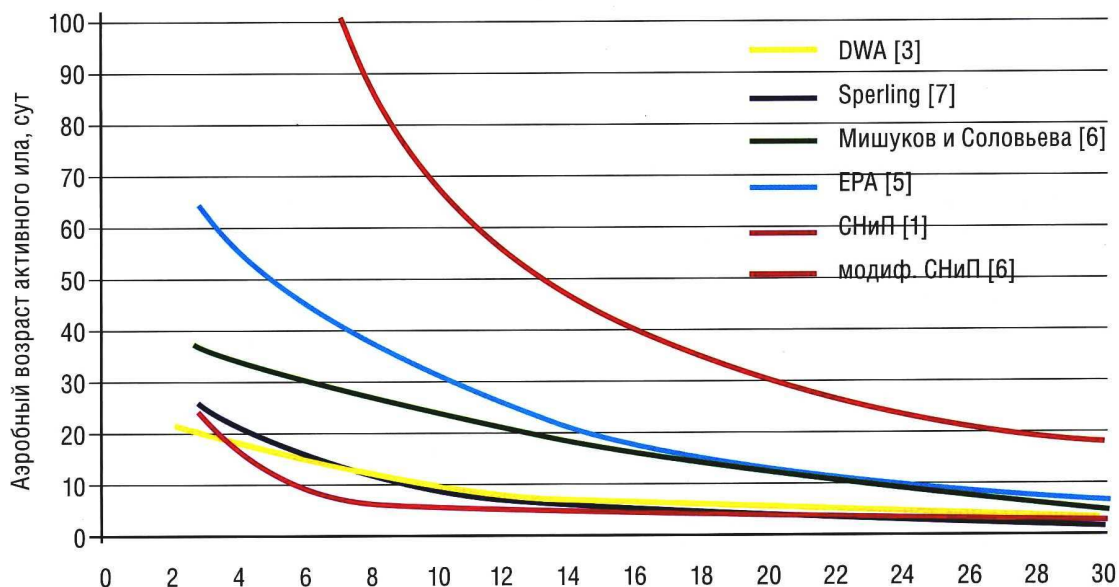
где:

$P_i$  — прирост активного ила, мг/л;

$C_{B3B}$  — концентрация взвешенных веществ в осветлённой воде, мг/л.

$a_i$  — доза активного ила, г/л;

С целью определения минимального аэробного возраста ила для очистных сооружений, расположенных в разных климатических зонах Российской Федерации, расчёт был произведен для температуры сточной воды от 3 °С до 30 °С. Результаты вычислений, представленные на рис. 1 и в табл. 2, свидетельствуют о больших разногласиях при определении минимального возраста ила в различных странах.



Так, например, при средней температуре сточной воды 15 °С для обеспечения процесса нитрификации, в соответствии с модифицированной методикой СНиП [6], требуется возраст ила, равный 43,5 суткам, в то время как по бразильской методике [1] только 4,8 суткам. В чём же заключается причина расхождения методик расчета при определении минимального аэробного возраста активного ила?

С одной стороны, на величину аэробного возраста активного ила, определяемого по различным методикам, оказывают влияние такие факторы, как:

- расчётная температура;
- требования на предельно допустимые концентрации на сбросе;
- кинетические параметры (максимальная скорость роста нитрификантов, температурный коэффициент и т. д.);
- концентрация кислорода;
- факторы надёжности.

С другой стороны, методика определения минимального аэробного возраста активного ила тесно связана с историей её происхождения и развития.

Рассматриваемые методики можно разделить на три основные группы:

- эмпирические методики расчёта, основанные на опыте эксплуатации очистных сооружений (DWA [3], Мишуков и Соловьёва [5]);
- эмпирические методики расчёта с учётом скорости окисления и кинетических коэффициентов (СНиП [6], модифицированная методика СНиП [7]);
- методики расчёта, основанные на кинетике Монод (EPA [4], Sperling [4]).

Стоит отметить, что в некоторых странах отсутствует опыт проектирования и эксплуатации сооружений очистки с низкой температурой сточной воды, поэтому формулы расчёта остаются действительными только для температур стоков, свойственных данным странам. По американскому методу расчёта, уже при средней температуре требуется сравнительно высокий аэробный возраст активного ила, который обусловлен высокими факторами надёжности. При сравнении методик расчёта, разработанных в России, стоит отметить сравнительно высокий возраст активного ила при расчёте по модифицированной методике СНиП [6]. Данный факт связан с заниженной максимальной скоростью окисления.

Таблица 2

Т, °С	DWA	Sperling	Мишуков	СНиП	EPA	Модиф. СНиП
5	16.31	17.94	32.56	40.67	51.52	150.28
10	9.99	8.769	23.78	16.86	31.56	69.85

15	6.12	4.80	17.37	9.6	19.34	43.50
20	3.75	2.78	12.68	6.45	11.85	30.61
25	2.3	1.66	9.26	5.39	7.26	23.07
30	1.41	1.00	6.76	4.71	4.45	18.17

Что касается существующих очистных сооружений Российской Федерации, рассчитанных для удаления органических и взвешенных веществ по СНиП 2.04.03.85 [6], стоит отметить, что аэробный возраст активного ила значительно выше того, который требуется по зарубежным методикам для полной нитрификации. Так, например, по СНиП 2.04.03.85 [6] для удаления органических веществ при 15 °С требуется обеспечение аэробного возраста ила, равного 9,6 дням, в свою очередь, DWA [3] и M. von Sperling [4] при той же температуре гарантируют протекание полного процесса нитрификации уже при 4,6-6,1 днях. Поэтому существует вероятность того, что в существующих аэротенках, рассчитанных на удаление органических веществ, происходит окисление аммонийного азота, по крайней мере во время летних месяцев. Методика профессора Мишукова и Соловьёвой [5] основана на определении максимальной нагрузки на активный ил и приближена к западным методикам расчёта. При возрасте активного ила, определяемого по данной методике, глубокий процесс нитрификации будет обеспечен.

Большое значение на величину минимального аэробного возраста активного ила оказывает выбор расчётной температуры. Данная величина задействована в формулах по определению возраста активного ила во всех рассматриваемых методиках расчёта, но за расчётную температуру приняты различные значения. Так, например, в немецкой методике [4], базирующейся на многолетнем опыте, собранном при эксплуатации очистных сооружений в Германии, Швейцарии и Австрии, где на очистных сооружениях температура сточной воды не опускается ниже 8 °С, за расчётную принимается температура, равная 12 °С. Если в течение зимы температура опускается ниже данной отметки, то за расчётную температуру принимается средняя температура сточной воды в течение двух самых холодных недель в году. Опыт эксплуатации аэротенков при низкой температуре в данных странах отсутствует. В требованиях по концентрациям на сбросе не требуется обеспечение процесса нитрификации при температуре ниже 10 °С [4]. Бразильский метод расчёта минимального возраста активного ила [2] был разработан в стране, расположенной в тропической климатической зоне. Поэтому и в Бразилии опыт расчёта и эксплуатации очистных сооружений при низкой температуре отсутствует. В основу расчёта принимается температура, равная 20 °С. В ЕРА [4] за расчётную температуру принимается наименьшая температура стоков в зимний период года. В методике СНиП 2.04.03.85 [6] и модифицированной методике СНиП 2004 [6] за расчётную температуру принята средняя годовая температура сточной воды. В методике Мишукова и Соловьёвой [6] расчёт также ведётся для среднегодовой температуры, но при этом проверяется выполнение требований по предельно допустимым концентрациям аммонийного азота в очищенной воде во время зимнего периода. Климатические условия Кыргызской Республики, обусловленные высокогорьем и резкоконтинентальным климатом отличаются от Российской Федерации и других стран. Если взять Нарынскую область с суровыми климатическими условиями, необходимо учитывать низкие зимние температуры, которые продолжаются в течение 6 месяцев.

### **Выводы**

С целью оценки возможности и целесообразности применения методик расчёта для определения возраста активного ила в Кыргызстане и странах СНГ приведен сравнительный анализ методик, разработанных в Германии, США, Бразилии, а также в России. Для расчёта сооружений очистки в Кыргызской Республике требуется методика расчёта, применимая для всех регионов страны и учитывающая особенности состава и температуры сточной воды. Данные методики расчёта можно применять для

проектирования очистных сооружений, расположенных в разных климатических зонах Кыргызской Республики, с учетом местных условий.

#### **Литература:**

1. Abwassertverordnung (2004). Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer AbwV. Vom 17. Juni 2004, Deutschland.
2. Диких А.Н. Основные особенности существования современного оледенения Тянь-Шаня //Оледенение Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1976. – С. 3-14.
3. DWA-131 (2000). Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen, Hennef, Deutschland.
4. EPA (1993) Design Manuel for Nitrogen Control U.S. Environmental Protection Agency, Lancaster, Pennsylvania.
5. Мишуков Б.Г., Соловьёва Е.А. Удаление азота и фосфора на очистных сооружениях городской канализации. //Вода и экология, -Россия. 2004.
6. СНиП 2.04.03.85 (2001). Канализация. Наружные сети и сооружения. Госстрой России. -М.: ГУП ЦПП.
7. СанПиН 2.1.5.980-00 (2000) Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Утв. в РФ с 22.06.2000.