

Технологические решения очистки сточных вод при различных подходах к нормированию сбросов в водные объекты

Рецензия эксперта на статью получена
18.09.2019 [Expert review on the article
received on September 18, 2019].

Экологическая задача защиты окружающей среды от загрязнения и истощения, в частности, охрана водных объектов, реализуется взаимодействием двух направлений деятельности: законодательной деятельностью и практической реализацией мероприятий по защите водных объектов. Законодательная деятельность по охране водных объектов от загрязнения включает выработку принципов, правил, направлений и подходов к решению задач, появившихся по мере развития народного хозяйства. На сегодняшний день в части защиты водных объектов от загрязнения (при разрешённом законом сбросе очищенных сточных вод) принят целый ряд документов, связанных с охраной окружающей среды [1, 2].

Разработана методика расчёта допустимых к сбросу концентраций загрязняющих веществ в водные объекты, которая учитывает производительность очистных сооружений и состав сточных вод, подлежащих очистке, а также мощность, гидрологический режим и качественный состав вод принимающего водного объекта. Рассчитанные допустимые концентрации загрязняющих веществ в сбрасываемой очищенной воде определяют технологическую схему очистки сточных вод.

Требования к удалению отдельных загрязняющих веществ постоянно повышаются. Последнее существенное изменение требований связано с обязательным удалением из сточных вод биогенных веществ — соединений азота (солевого аммония, нитритов, нитратов) и фосфатов перед сбросом в водный объект [3]. Вследствие этого для полноценного выполнения задач глубокого удаления загрязняю-

Для выполнения задач глубокого удаления загрязняющих веществ необходимо применять комплексные технологические схемы обработки сточных вод. Реализация технологий требует высоких финансовых затрат

щих веществ необходимо применять комплексные технологические схемы обработки сточных вод.

Реализация данных технологий требует весьма высоких финансовых затрат.

С 2019 года начался переход на технологическое нормирование загрязняющих веществ при сбросе очищенных хозяйственно-бытовых и близких к ним по составу производственных сточных вод. Для реализации технологического нормирования разработан ряд документов. Согласно новым подходам к условиям сброса очищенных сточных вод предполагается достаточным достижение показателей очистки, которые обеспечиваются применением рекомендуемых наилучших доступных технологий (НДТ) [4, 5].

Нормирование сбросов городских сточных вод предложено производить только по ограниченному числу показателей, а именно: азоту аммонийному, нитритам, нитратам, фосфатам, биологическому потреблению кислорода за интервал времени в пять суток (БПК₅), химическому потреблению кислорода (ХПК) и взвешенным веществам, при отсутствии в сточной воде загрязняющих веществ 1-й и 2-й категорий опасности с токсикологическим лимитирующим показателем вредности (ЛПВ).

УДК 624.9. Научная специальность: 05.23.04.

Технологические решения очистки сточных вод при различных подходах к нормированию сбросов в водные объекты

Нина А. Залетова, д.т.н., профессор; **Наталья В. Морозова**, аспирант, кафедры «Водоснабжение и водоотведение», Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)

Рассмотрены основные принципы и подходы к очистке городских сточных вод перед сбросом в водные объекты. Показано, что в современных условиях в России действует обязательное нормирование загрязняющих веществ, сбрасываемых в водные объекты, на базе установленных предельно допустимых концентраций (ПДК). Начиная с 2019 года начался процесс перехода к технологическому нормированию, в основу которого положена обязательность выполнения наилучших доступных технологий (НДТ). НДТ обеспечивают повышенное (по сравнению с полной биологической очисткой) удаление органических и биогенных веществ. При реализации схем НДТ остаточные концентрации нормируемых загрязняющих веществ в очищенных сточных водах по всем рассмотренным ингредиентам более мягкие, чем при обеспечении ПДК. Технологии, рекомендуемые НДТ, разработаны и прошли испытание в том или ином масштабе. Как следует из материалов справочника, результаты испытаний таких технологий являются искомым уровнем целесообразного достижения качества очистки сточных вод.

Ключевые слова: предельно допустимые концентрации (ПДК), наилучшие доступные технологии (НДТ), сточные воды, категории водоприёмников, требования к качеству, охрана водных объектов, экологические платежи.

UDC 624.9. The number of scientific specialty: 05.23.04.

Technological solutions for wastewater treatment with different approaches to rationing discharges into water bodies

Nina A. Zaletova, Doctor of Technical Sciences, Professor; **Natalia V. Morozova**, post-graduate student, Department of Water Supply and Sanitation, National Research Moscow State University of Civil Engineering (MGSU)

The basic principles and approaches to urban wastewater treatment before discharge into water bodies are considered. It is shown that in modern conditions in Russia there is a mandatory regulation of pollutants discharged into water bodies on the basis of the established maximum permissible concentrations (MPC). Beginning in 2019, the process of transition to technological rationing, which is based on the obligation to implement the best available technologies (BAT), began. BAT provide increased (compared to full biological treatment) removal of organic and biogenic substances. In the implementation of schemes of NDT residual concentration of regulated pollutants in the effluents for all the discussed ingredients milder than in the MPC software. The technologies recommended by BAT have been developed and tested at one scale or another. As follows from the materials of the Handbook, the results of tests of such technologies are the desired level of appropriate achievement of the quality of wastewater treatment.

Key words: Maximum Permissible Concentration (MPC), Best Available Technologies (BAT), wastewater, water features, categories, requirements for discharge, wastewater purification, technological schemes, environmental payments.

Выбор НДТ для очистных сооружений конкретного объекта, на котором формируется поток сточных вод, базируется на производительности очистного сооружения и категории водного объекта, принимающего сточные воды. При этом водный объект, в отличие от принятого ранее деления на культурно-бытовую и рыбохозяйственную категории водопользования, оценивается по категориям А, Б, В, Г, отличающимся по территориям формирования сточных вод, либо по содержанию соединений фосфора и азота в водных объектах [6].

Для очистки сточных вод предложены конкретные схемы очистки и указаны параметры качества нормируемых показателей, которые должны быть достигнуты. Эти параметры предполагается использовать как допустимые для сброса в водные объекты. Они же, вероятно, будут использованы при расчётах платежей за пользование природными ресурсами, а их превышение будет оцениваться в повышенных расценках платежей за пользование природными ресурсами.

В табл.1 для примера приведены нормируемые показатели, включённые в справочник НДТ, для станций производительностью более 20 тыс. м³/сут., осуществляющих сброс в наиболее распространённый тип водоёма (Б), а также соответствующие ингредиенты и величины ПДК при сбросе в водоёмы рыбохозяйственной категории водопользования.

Сопоставление величин одноимённых нормируемых показателей по ПДК и НДТ показывает, что для перечисленных видов загрязняющих веществ требования, предъявляемые к сбросу в водоёмы рыбохозяйственного водопользования, более жёсткие.

Для очистных сооружений, на которых осуществляется традиционная биологическая очистка (что к настоящему времени нашло наибольшее распространение), это означает, что во всех случаях — как при необходимости достижения ПДК, так и при очистке по НДТ, — технологи-

Сопоставление величин одноимённых нормируемых показателей по ПДК и НДТ показывает, что для перечисленных видов загрязняющих веществ требования, предъявляемые к сбросу в водоёмы рыбохозяйственного водопользования, более жёсткие. Для традиционных очистных сооружений это означает, что во всех случаях схема традиционной биологической очистки сточных вод должна быть дополнена сооружениями для глубокого удаления соединений азота и фосфора и, возможно, органических веществ

ческая схема традиционной биологической очистки сточных вод должна быть дополнена сооружениями для глубокого удаления соединений азота и фосфора и, возможно, органических веществ.

Поскольку для очистки больших масс сточных вод единственной доступной на сегодня технологией удаления соединений азота является биологический метод нитрификации-денитрификации, технология нитрификации-денитрификации должна быть применена в обоих случаях. Технологически наиболее сложно и дорого обеспечить удаление солевого аммония до 0,39 мг/л, нитритов до 0,02 мг/л. Для достижения этих показателей в очищенных сточных водах может потребоваться введение дополнительной ступени биологической или физико-химической очистки, что увеличит стоимость очистки.

Задача более глубокого удаления фосфатов решается проще — такой показатель может быть достигнут за счёт увеличения дозы реагента, который неизбежно будет применяться для обеспечения требуемого в обоих случаях глубокого удаления фосфатов [7]. И в этом случае достижение более высоких показателей остаточных концентраций фосфатов приведёт к некоторому повышению затрат на

приобретение и доставку реагентов для достижения ПДК. Повышение эффективности удаления органических и взвешенных веществ, скорее всего, будет осуществлено как сопутствующий эффект при обеспечении ПДК аммония и нитритов.

Следовательно, при выполнении нормативов качества очищенных сточных вод при технологическом нормировании (при использовании НДТ) затраты на реализацию технологий будут меньше, чем при экологическом нормировании.

Разумеется, что при сбросе сточных вод сооружениями равной производительности, но запроектированными в соответствии с разными подходами к нормированию сбросов, при выполнении нормативов НДТ в водные объекты будет поступать бо́льшая масса загрязняющих веществ по сравнению с обеспечением ПДК, а потому ежегодная плата за пользование природными ресурсами (плата за негативное воздействие на окружающую среду) [8] постоянно будет выше, чем при выполнении ПДК.

Это обстоятельство необходимо иметь в виду при экологической оценке технологических схем и определении экономических преимуществ предлагаемых подходов к нормированию сбросов сточных вод в водные объекты. ●

1. Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10.01.2002 №7-ФЗ (посл. ред.).
2. Правила охраны поверхностных вод (типовые положения): Утв. Госкомприродой СССР 21.02.1991. — М., 1991.
3. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение / Госкомрыболовство России. — М.: Изд-во ВНИРО, 1999. 304 с.
4. О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям: Постановление Правительства РФ от 23.12.2014 №1458-ПП (ред. от 09.03.2019).
5. Об утверждении информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям ИТС 10-2015 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов»: Приказ Росстандарта от 15.12.2015 №1580.
6. ГОСТ Р 56828.12-2016. Наилучшие доступные технологии. Классификация водных объектов для технологического нормирования сбросов сточных вод централизованных систем водоотведения поселений. — М.: Стандартинформ, 2016.
7. Залетова Н.А. Очистка городских сточных вод от биогенных веществ (соединений азота и фосфора): Дисс. докт. техн. наук по спец. 05.23.04. — М., 1999. 148 с.
8. О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах: Постановление Правительства РФ от 13.09.2016 №913 (ред. от 29.06.2018).
9. Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причинённого водным объектам вследствие нарушения водного законодательства: Приказ Минприроды России от 13.04.2009 №87 (с изм. и доп. от 31.01.2014).

References — see page 94.

:: Нормируемые ПДК и показатели НДТ при сбросе очищенных сточных вод

табл. 1

Загрязняющее вещество	Концентрация [мг/л] при нормировании по	
	НДТ для городских сточных вод (более 20 тыс. м³/сут.)	ПДК для водоёмов рыбохозяйственной категории водопользования
Взвешенные вещества	10	3
БПК ₅	8	1,8
ХПК	80	—
Аммоний N-NH ₄	1,0	0,39
Нитраты N-NO ₃	9	9,1
Нитриты N-NO ₂	0,1	0,02
Фосфаты P-PO ₄	0,7	0,05* / 0,15* / 0,2*

* Тип водоёма — олиготрофный / мезотрофный / эвтрофный*

Technological solutions for wastewater treatment with different approaches to rationing discharges into water bodies. Pp. 32–33.

Nina A. Zaletova, Doctor of Technical Sciences, Professor; **Natalia V. Morozova**, post-graduate student, Department of Water Supply and Sanitation, National Research Moscow State University of Civil Engineering (MGSU)

1. *Ob ohrane okruzhajushhej sredy: Federal'nyj zakon ot 10.01.2002 №7-FZ (posl. red.)* [About environmental protection. The Federal Law on January 10, 2002 No. 7-FL (latest edition)]. [In Russian]
2. *Pravila ohrany poverhnostnykh vod (tipovye polozenija): Utv. Goskomprirodoy SSSR 21.02.1991* [Rules for the protection of surface waters (model provisions). Approved by the State Committee for Nature Management of the USSR on February 21, 1991]. Moscow. 1991. [In Russian]
3. *Perechen' rybohozhajstvennykh normativov: predel'no dopustimyykh koncentracij (PDK) i orientirovочно bezopasnykh urovnij vozdejstviya (OBUV) vrednykh veshchestv dlja vody vodnykh ob#ektov, imejushhih rybohozhajstvennoe znachenie / Goskomrybolovstvo Rossii* [The list of fishery standards: maximum permissible concentrations (MPC) and tentatively safe levels of exposure (TSLE) of harmful substances to water of water bodies of fishery importance. The State Committee of the Russian Federation for fisheries]. Moscow. *Izd-vo VNIRO* [Publishing House of the All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography]. 1999. 304 p. [In Russian]
4. *O porjadke opredelenija tehnologii v kachestve nailuchshej dostupnoj tehnologii, a takzhe razrabotki, aktualizacii i opublikovanija informacionno-tehnicheskikh spravocnikov po nailuchshim dostupnym tehnologijam: Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 23.12.2014 №1458-PP (red. ot 09.03.2019)* [On the procedure for determining technology as the best available technology, as well as the development, updating and publication of information and technical guides on the best available technologies. The Decree of the Government of the Russian Federation dated December 23, 2014 No. 1458 (rev. on March 9, 2019)]. [In Russian]
5. *Ob utverzhenii informacionno-tehnicheskogo spravocnika po nailuchshim dostupnym tehnologijam ITS 10-2015 "Ochistka stochnykh vod s ispol'zovaniem centralizovannykh sistem vodootvedenija poselenij, gorodskih okrugov". Prikaz Rosstandarta ot 15.12.2015 №1580* [On approval of the information and technical reference book on the best available technologies of the Information and Technical Reference No. 10-2015 "Wastewater treatment using centralized sewage systems of settlements, urban districts". The Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology of Russia (Rosstandart) on December 15, 2015 No. 1580]. [In Russian]
6. GOST R [State Industry Standard of Russia] 56828.12–2016. *Nailuchshie dostupnye tehnologii. Klassifikacija vodnykh ob#ektov dlja tehnologicheskogo normirovanija sbrosov stochnykh vod centralizovannykh sistem vodootvedenija poselenij* [The best technology available. Classification of water bodies for technological regulation of wastewater discharges from centralized sewage disposal systems of settlements]. Moscow. *Standartinform* [Russian Scientific-Technical Information Centre for Standardization, Metrology And Conformity Assessment ("Standartinform" Publishers)]. 2016. [In Russian]
7. Zaletova N.A. *Ochistka gorodskih stochnykh vod ot biogennykh veshchestv (soedinenij azota i fosfora): Diss. dokt. tehn. nauk po spec. 05.23.04* [Treatment of urban wastewater from nutrients (nitrogen and phosphorus compounds). The dissertation of doctor of technical sciences in the specialty No. 05.23.04]. Moscow. 1999. 148 p. [In Russian]
8. *O stavkakh platy za negativnoe vozdejstvie na okruzhajushhiju sredu i dopolnitel'nykh koeficientah: Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 13.09.2016 №913 (red. ot 29.06.2018)* [About rates of fees for negative impact on the environment and additional ratios. The Decree of the Government of the Russian Federation on September 13, 2016 No. 913 (edited on June 29, 2018)]. [In Russian]
9. *Ob utverzhenii Metodiki ischislenija razmera vreda, prichinennogo vodnym ob#ektam vsljedstvie narushenija vodnogo zakonodatel'stva: Prikaz Minprirody Rossii ot 13.04.2009 №87 (s izm. i dop. ot 31.01.2014)* [On approval of the Methodology for calculating the amount of harm caused to water bodies as a result of violation of water legislation. The Order of the Ministry of Natural Resources of Russia on April 13, 2009 No. 87 (as amended and supplemented on January 31, 2014)]. [In Russian]