

ми, что в целом сказывается на рентабельности производства и сроках окупаемости капитальных затрат в течение двух-трёх лет, в зависимости от сменности работы, производительности линии и используемых отходов. Стоимость единовременных капитальных вложений (без строительства зданий), состоящих из затрат на приобретение и монтаж необходимого оборудования, разработку проектной документации производства, исследований полученных брикетов и разработку ТУ, составляет 550-800 миллионов белорусских рублей. Разница стоимости обусловлена наличием необходимых дополнительных технических средств (резервуаров, насосов, мешалок и др.) в зависимости от видов отходов, подлежащих переработке.

**Заключение.** Дальнейшее совершенствование и региональное внедрение технологии производства топлива твёрдого многокомпонентного с использованием горючих видов отходов в Республике Беларусь позволит:

- повысить энергоэффективность за счёт использования горючих отходов производства;
- сэкономить валютные средства на закупке импортных энергоносителей, а также технологий и оборудования по переработке отходов;
- локализовать негативное воздействие отходов на окружающую среду;
- улучшить экологию регионов на долгосрочную перспективу;
- увеличить ресурсно-сырьевой потенциал и объём производимой товарной продукции из отходов производства;
- сэкономить сырьё, материальные и топливно-энергетические ресурсы за счёт повышения вовлечения отходов производства в хозяйственный оборот;
- исключить вывоз нефтесодержащих отходов на свалки и не-санкционированные места захоронения;
- создать новые рабочие места;
- создать рынок экологически безопасных технологий и оборудования по переработке и обезвреживанию отходов;

- получить прибыль от реализации продукции, полученной на основе переработки отходов.

Основной задачей разработки топлива твёрдого многокомпонентного является – создания на отечественном оборудовании технологий производства, альтернативного топлива различных марок, позволяющих повсеместно использовать широкий спектр горючих отходов народного хозяйства Республики Беларусь для производства топлива, которое позволит стать дополнительным резервом в повышении энергосбережения и решать проблемы обеспечения стабильной сырьевой топливной базы для белорусских энергетических установок, работающих на древесном топливе, а также увеличению доли местных видов топлива в энергобалансе страны, сохраняя природную среду обитания человека и плодородные земли.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Черноусов, С.В. Энергосбережение, как средство решения экологических проблем / С.В. Черноусов, С.П. Руднева // Энергоэффективность. – № 11. – 1999. – С. 6–9.
2. Мисун, Л.В. Отходы производства и потребления. Проблемы и решения – Мн.: БГАТУ, 2010.
3. Вавилов, А.В. О разработке организационно-технических мероприятий по использованию в Беларуси древесных отходов / А.В. Вавилов, Л.П. Падалко, Н.М. Островская // Энергоэффективность. – № 5. – 1998. – С. 14–15.
4. Сви́дерская, О.В. Основы энергосбережения. – Мн.: TerraСi-темс, 2009.
5. Территориальные балансы ресурсов и использования важнейших видов сырья, продукции производственно-технического назначения и потребительских товаров по Республике Беларусь. – Мн.: Министерство статистики и анализа Республики Беларусь, 1999.
6. Мисун, Л.В. Отходы производства и потребления. Проблемы и решения – Мн.: БГАТУ, 2010.
7. Вавилов, А.В. Факторы, определяющие эффективность производства и использования в Беларуси конкретного вида древесного топлива / Энергоэффективность. – № 5. – 2010. – С. 8–9.

Материал поступил в редакцию 05.04.11

#### PECHOTA A.N. Use of secondary resources in power balance – additional reserve energy of the savings and maintenance of stable raw fuel base

The Considered questions to need of the creation to efficient technology and equipment for production of the solid fuel multicomponent on base combustible type departure. They Are Analysed possibility fuel multicomponent, as additional reserve in increasing of energy efficiency and ensuring the stable raw materials fuel base.

УДК 628.16

**Житенев Б.Н., Науменко Л.Е., Андрюк С.В.**

### ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В СТОЧНЫХ ВОДАХ

**Введение.** В Республике Беларусь постоянно совершенствуется экологическое законодательство. В последние годы принят ряд ТНПА по установлению нормативов загрязняющих веществ, допустимых к сбросу в водоемы. В связи с введением в действие Инструкции о порядке установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в водные объекты (утв. Постановлением Минприроды РБ 29.04.2008 г., № 43) с изменениями и дополнениями (утв. 29.12.2009, №71) представляет интерес применение требований этих документов при эксплуатации предприятиями сооружений водопроводно-канализационного хозяйства.

Расчет по определению предельно допустимых концентраций

(далее – ПДК) загрязняющих веществ в сточных водах населенного пункта или промышленного предприятия, допустимых к сбросу в водоем, является основой при разработке разрешения на специальное водопользование. Это позволяет контролировать количество сбрасываемых загрязнений в водоем-приемник сточных вод и, таким образом, улучшить экологические характеристики рассматриваемого водного объекта.

Расчет ПДК загрязняющих веществ в сточных водах, разрешенных к сбросу в водоем-приемник сточных вод, выполняется на основе действующей в Республике Беларусь нормативной документации в области охраны поверхностных вод от загрязнений. Санитарные

**Житенев Борис Николаевич, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.**

**Науменко Людмила Евгеньевна, к.т.н., доцент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.**

**Андрюк Светлана Васильевна, старший преподаватель кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.**

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология

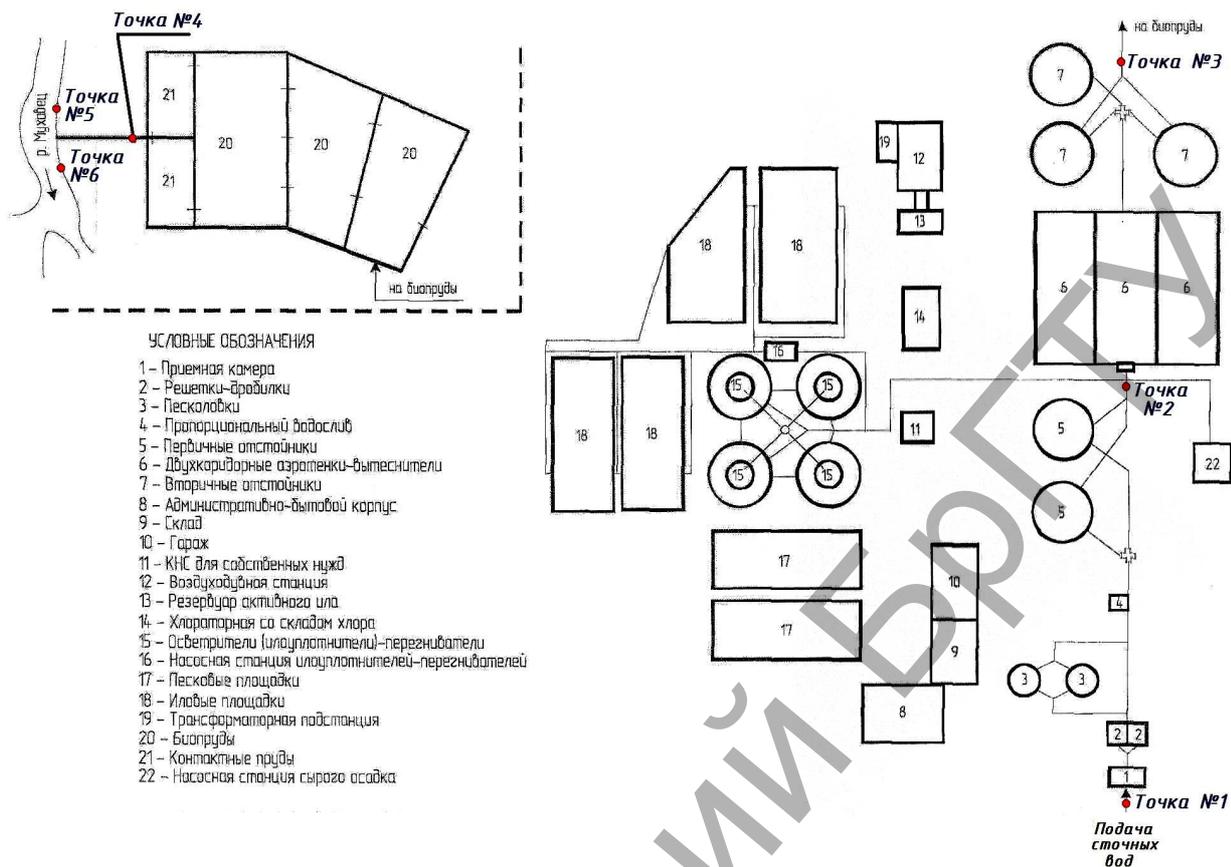


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема очистных сооружений г. Кобрин

правила и нормы 2.1.2.12-33-2005 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнений» [1] (далее – Правила) устанавливают требования к охране поверхностных вод от загрязнения, размещению, проектированию, строительству, реконструкции и эксплуатации водохранилищ, хозяйственных и других объектов, способных оказать влияние на состояние поверхностных вод, а также требования к организации контроля за качеством воды водных объектов. Для целей установления нормативов допустимых сбросов (ДС) водные объекты разделяются на следующие виды: рыбохозяйственный, хозяйственно-питьевой, культурно-бытовой [2].

Правилами [1] установлены гигиенические нормативы состава и свойств воды в водных объектах в контрольных створах и местах питьевого, хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования. Качество воды водных объектов должно соответствовать требованиям, указанным в приложении 1 Правил [1].

Показатели качества воды рыбохозяйственных водных объектов и нормативы предельно допустимых концентраций химических и иных веществ в воде рыбохозяйственных водных объектов утверждены постановлениями Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь [3–5].

Методика расчета ПДК и ПДС химических и иных веществ в водные объекты регламентируется Инструкцией (далее – Инструкция) о порядке установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в водные объекты [2, 5], которая определяет порядок нормирования допустимых концентраций (ДК) загрязняющих веществ в водные объекты. Нормативы допустимых сбросов устанавливаются для каждого проектируемого и действующего выпусков отводимых вод с целью обеспечения установленных нормативов качества воды в водных объектах.

Основными исходными данными для расчета нормативов допустимых сбросов и временных нормативов допустимых сбросов являются:

- характеристика водного объекта в районе выпуска отводимых вод (нормативы качества воды водного объекта, фоновые или природные (для озер) концентрации загрязняющих веществ, гидрометрические и гидрологические характеристики водотока в контрольном створе);
  - характеристика отводимых вод (расход, объем, показатели качества и концентрации загрязняющих веществ в отводимых водах);
  - характеристика действующих очистных сооружений (состав сооружений по проекту и фактически действующих, их техническое состояние; показатели качества и концентрации загрязняющих веществ в сточных водах на входе на очистные сооружения, после механической очистки, после биологической очистки, после сооружений доочистки сточных вод по проекту и фактически);
  - показатели качества исходной (свежей) воды, используемой водопользователем в системе водоснабжения;
  - технико-экономические показатели реализованных и планируемых водопользователем водоохраных мероприятий.
- Расчет ПДК загрязняющих веществ в сточных водах города или промышленного предприятия, допустимых к сбросу в водоем-приемник сточных вод, включает:
- изучение состава очистных сооружений, анализ фактических значений показателей сточных вод, достигаемых на очистных сооружениях;
  - гидрологическая характеристика водоема-приемника сточных вод;
  - изучение условий выпуска сточных вод в водные объекты; требования к установлению нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в водные объекты;
  - расчет и обоснование концентраций загрязняющих веществ, допустимых к сбросу в водоем-приемник со сточными водами очистных сооружений;
  - расчет количества загрязняющих веществ, допустимых к сбросу в водный объект со сточными водами очистных сооружений.

На основании требований нормативных документов в области экологического законодательства на кафедре водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов УО «БрГТУ» под руководством к.т.н., доцента Житенева Б.Н. выполнен расчет по установлению допустимых концентраций загрязняющих веществ в сточных водах очистных сооружений г. Кобрина.

**Изучение состава очистных сооружений, анализ фактических значений показателей сточных вод, достигаемых на очистных сооружениях (на примере очистных сооружений водоотведения г. Кобрина).** На данном этапе разрабатывается принципиальная технологическая схема очистных сооружений с указанием точек отбора проб лабораторно-производственного контроля и производится анализ фактических значений показателей сточных вод, достигаемых на очистных сооружениях города или промышленного предприятия, сравнение этих значений с проектными.

На рис. 1 представлена принципиальная технологическая схема очистных сооружений г. Кобрина с указанием точек отбора проб (таблица 1).

**Таблица 1.** Характеристика точек отбора проб на очистных сооружениях г. Кобрина

Обозначение места отбора проб	Характеристика места отбора проб
Точка 1	Вход на очистные сооружения
Точка 2	Выпуск после механической очистки
Точка 3	Выпуск после биологической очистки
Точка 4	Выпуск после очистных сооружений в р. Мухавец
Точка 5	Река Мухавец в створе 500 м выше выпуска сточных вод
Точка 6	Река Мухавец в створе 500 м ниже выпуска сточных вод

**Гидрологическая характеристика водоема-приемника сточных вод очистных сооружений города или промышленного предприятия.** Нормативы расчетных допустимых концентраций загрязняющих веществ в составе отводимых сточных вод разрабатываются с учетом экологических условий водоема-приемника сточных вод.

Сточные воды, прошедшие полную биологическую очистку на очистных сооружениях КУПП «Кобрирайводоканал», сбрасываются в р. Мухавец. Река Мухавец является рыбохозяйственным водным объектом второй категории [1, 2], так как находится в черте населенного пункта и используется или может быть использована для рыбохозяйственной деятельности.

Водоприемник (р. Мухавец) имеет следующие гидрологические характеристики [6]:

- ширина реки в месте выпуска сточных вод  $B=92$  м;
- глубина водотока  $H=1,85$  м;
- средняя скорость течения водотока  $U=0,07$  м/с;
- минимальный месячный расход воды 95%-ной обеспеченности (расход водотока)  $Q=2,33$  м<sup>3</sup>/с.

Расчетные гидрологические характеристики, используемые при определении нормативов, рассчитываются по формулам (13)-(17) [2], приведены в таблице 2.

Показатели качества воды в водоеме-приемнике сточных вод р. Мухавец, нормативы предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ, регламентируемые для рыбохозяйственных водных объектов II категории, приведены в таблице 5.

**Изучение условий выпуска сточных вод в водные объекты.** Требования к установлению нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в водные объекты. Нормативы допустимых сбросов устанавливаются в соответствии с Инструкцией [2].

Согласно [2] загрязняющие вещества в сточных водах населенного пункта или промышленного предприятия можно разделить на нормируемые и контролируемые.

**Таблица 2.** Гидрологические характеристики р. Мухавец – водоема-приемника сточных вод очистных сооружений г. Кобрина

Расход воды в реке $Q$ , м <sup>3</sup> /с	2,33
Расход сточных вод $q$ , м <sup>3</sup> /с	0,10995
Коэффициент, учитывающий место выпуска, $k_{вып}$	1,000
Расстояние по фарватеру, м	500,000
Расстояние по прямой, м	500,000
Средняя скорость водотока, $U$ , м/с	0,07
Средняя глубина, $H$ , м	1,85
Коэффициент шероховатости ложа водотока, $n_{ш}$	0,025
Коэффициент Шези, $C$	46,703
Коэффициент турбулентной диффузии, $D$	0,0006
Коэффициент, учитывающий гидравлические условия, $k_{гв}$	0,179
Коэффициент, учитывающий гидравлические факторы смешения, $k_{см}$	0,124
Кратность разбавления, $n$	3,625
Продолжительность протока воды от места выпуска, $T$	0,083
Константы скорости потребления кислорода $Kt=Kст=Kр$	0,073
Расход сточных вод, $q$ , м <sup>3</sup> /час	395,820

К контролируемым относятся вещества в составе бытовых, городских и близких к ним по составу производственных сточных вод, поступающие на сооружения биологической очистки сточных вод с показателями и концентрациями, не превышающими нормативы качества воды водного объекта, являющегося приемником очищенных сточных вод. *Контролируемые вещества* подлежат аналитическому (лабораторному) контролю в составе сточных вод, поступающих на биологическую очистку, и очищенных сточных вод (на выходе из очистных сооружений) [5].

Нормативы допустимых сбросов *нормируемых веществ* устанавливаются с учетом вида водного объекта, нормативов качества воды водного объекта, фоновой концентрации загрязняющих веществ, ассимилирующей способности водного объекта.

Для загрязняющих веществ в городских сточных водах и близких к ним по составу производственных сточных водах по показателю биохимического потребления кислорода в течение пяти суток (БПК<sub>5</sub>), показателю химического потребления кислорода (ХПК), взвешенным веществам, аммоний-иону, азоту общему, фосфору общему, нормативы допустимых сбросов устанавливаются независимо от фоновой концентрации и запаса ассимилирующей способности водотока согласно приложению 5 [5].

В таблице 3 приведен перечень нормируемых и контролируемых веществ в составе сточных вод, поступающих на очистные сооружения г. Кобрина и отводимых в водоем-приемник очищенных сточных вод – р. Мухавец

Перечень нормируемых и контролируемых веществ в составе сточных вод, поступающих на очистные сооружения и отводимых в водные объекты, устанавливается в разрешении на специальное водопользование.

**Расчет и обоснование концентраций загрязняющих веществ, допустимых к сбросу в водоем-приемник со сточными водами очистных сооружений.** Для загрязняющих веществ, допустимые концентрации которых нормируются по приращению к фоновым концентрациям, нормативы допустимых сбросов устанавливаются исходя из допустимых приращений к фоновым концентрациям:

$$C_{dci} = C_{допi} \cdot \left( \frac{k_{см} \cdot Q}{q} + 1 \right) + C_{ф}, \quad (1)$$

где  $C_{dci}$  – допустимая концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества, которое нормируется по допустимому приращению к фоновой концентрации, миллиграммов в кубическом дециметре;

$C_{допi}$  – допустимое увеличение содержания  $i$ -го загрязняющего вещества в воде водотока после сброса  $i$ -го загрязняющего вещества в составе отводимых вод, миллиграммов в кубическом дециметре;

Таблица 3. Перечень нормируемых и контролируемых химических и иных веществ в составе сточных вод очистных сооружений г. Кобрина

Наименование показателя	Концентрации загрязняющих веществ на входе на очистные сооружения (точка 1), мг/дм <sup>3</sup>	Концентрации загрязняющих веществ на выпуске после очистных сооружений в р. Мухавец (точка 4), мг/дм <sup>3</sup>	Нормативы ПДК веществ в воде рыбохозяйственных водных объектов II категории, мг/дм <sup>3</sup>
<b>Нормируемые вещества</b>			
БПК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	191,0	6,9	3,0
Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	254,0	11,2	0,75 (к природному естественному фону)
ХПК, мг/дм <sup>3</sup>	348,0	-	-
Азот общий, мг/дм <sup>3</sup>	-	-	5,0
Фосфор общий, мг/дм <sup>3</sup>	-	-	0,2
Нефть и нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	1,1	0,03	0,05
Железо общее, мг/дм <sup>3</sup>	1,13	0,16	0,34 (0,1 (к природному фоновому содержанию))
СПАВ (анион.), мг/дм <sup>3</sup>	-	0,41	0,1
Медь, мг/дм <sup>3</sup>	-	0,009	0,004 (0,001 (к природному фоновому содержанию))
Хром общ., мг/дм <sup>3</sup>	<0,02	0,001	0,005
<b>Контролируемые вещества</b>			
pH	7,1	7,7	7,5-8,5
Минерализация воды, мг/дм <sup>3</sup>	833,0	667,0	1000,0
Сульфат-ион, мг/дм <sup>3</sup>	13,3	20,5	100,0
Нитрат-ион, мг/дм <sup>3</sup>	<0,022 в пересчете на N	0,63	9,03 в пересчете на N
Хлорид-ион, мг/дм <sup>3</sup>	165,0	134,8	300,0
Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	-	0,009	0,016 (0,001(к природному фоновому содержанию))
Никель, мг/дм <sup>3</sup>	-	0,003	0,01

$C_{\phi}$  – фоновая концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества в воде водотока, миллиграммов в кубическом дециметре;

$Q$  – расход воды в водотоке, кубических метров в секунду;

$q$  – расход отводимых вод, кубических метров в секунду;

$K_{см}$  – коэффициент смешения отводимых вод с водой водотока.

Допустимая концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества без учета неконсервативности загрязняющего вещества:

$$C_{дси} = n \cdot (0,8C_{пдкi} - C_{\phi i}) + C_{\phi i} \quad (2)$$

где  $C_{пдкi}$  – норматив предельно допустимой концентрации  $i$ -го вещества в воде водотока, миллиграммов в кубическом дециметре;

$C_{\phi i}$  – фоновая концентрация  $i$ -го вещества в воде водотока выше выпуска отводимых вод, миллиграммов в кубическом дециметре;

$n$  – кратность разбавления отводимых вод в водотоке, служащем приемником загрязняющих веществ в составе отводимых вод (далее – водоток).

Расчет кратности разбавления применяется в случае соблюдения неравенства:

$$0,0025 \leq \frac{q}{Q} \leq 0,1. \quad (3)$$

В случае если величина отношения расхода сточных вод к расходу водотока менее 0,0025, кратность разбавления принимается равной 0,5.

В случае если величина отношения расхода отводимых вод к расходу водотока более 0,1, допустимая концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества принимается равной нормативу предельно допустимой концентрации загрязняющего вещества в воде водотока с коэффициентом 0,8.

Расход реки Мухавец (водного объекта II категории рыбохозяйственного назначения) составляет 2,33 м<sup>3</sup>/с [6], а расход спускаемых в водоем сточных вод 0,11 м<sup>3</sup>/с, то есть

$$\frac{q}{Q} = \frac{0,11}{2,33} = 0,047 ;$$

$$0,0025 < 0,047 < 0,1.$$

Поэтому для определения нормативов допустимых концентраций в сточных водах очистных сооружений г. Кобрина применялся расчет кратности разбавления.

Для установления допустимых концентраций загрязняющих веществ в сточных водах очистных сооружений г. Кобрина по БПК<sub>5</sub>, ХПК, взвешенным веществам, аммоний-иону, азоту общему, фосфору общему, определялась масса органических веществ в составе сточных вод, поступающих на очистку, ЭН, по формуле:

$$M = \frac{C \cdot q}{1ЭН}, \quad ЭН, \quad (4)$$

где  $C$  – среднее максимальное годовое значение БПК<sub>5</sub> в сточной воде, поступающей на сооружения биологической очистки, мг/дм<sup>3</sup>,  $C=191,0$  мг/дм<sup>3</sup>;

$q$  – расход сточных вод, м<sup>3</sup>/сут,  $q=9500$  м<sup>3</sup>/сут;

1 ЭН – один эквивалент населения, масса органических веществ, выраженная по показателю биохимического потребления кислорода в течение пяти суток (БПК<sub>5</sub>), равная 60 г кислорода в сутки [5].

$$M = \frac{191,0 \cdot 9500}{60} = 30241,7ЭН.$$

В зависимости от массы органических веществ по таблице 4 приняты допустимые значения показателей и концентрации загрязняющих веществ в очищенных сточных водах очистных сооружений г. Кобрина. В соответствии с таблицей 4 при 10 001 < M=30 241,7 ЭН < 100 000 азот аммонийный ( $NH_4^+$ ) не нормируется, поэтому в разрешении на специальное водопользование этот показатель не устанавливался.

**Таблица 5.** Допустимые значения показателей и концентрации загрязняющих веществ в составе очищенных бытовых, городских и близких к ним по составу производственных сточных вод (приложение 5[5])

Масса органических веществ в составе сточных вод, поступающих на очистку, ЭН	Значение показателей, мг/дм <sup>3</sup>						Концентрация загрязняющих веществ, мг/дм <sup>3</sup>					
	ХПК		БПК <sub>5</sub>		взвешенные вещества		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (в пересчете на N)		N <sub>общ.</sub> <sup>*</sup>		P <sub>общ.</sub>	
	С <sub>ср.</sub> <sup>1)</sup>	С <sub>макс.</sub> <sup>2)</sup>	С <sub>ср.</sub> <sup>1)</sup>	С <sub>макс.</sub> <sup>2)</sup>	С <sub>ср.</sub> <sup>1)</sup>	С <sub>макс.</sub> <sup>2)</sup>	С <sub>ср.</sub> <sup>1)</sup>	С <sub>макс.</sub> <sup>2)</sup>	С <sub>ср.</sub> <sup>1)</sup>	С <sub>макс.</sub> <sup>2)</sup>	С <sub>ср.</sub> <sup>1)</sup>	С <sub>макс.</sub> <sup>2)</sup>
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

\* N<sub>общ.</sub> – сумма азота по Кьельдалю (N<sub>орг</sub> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (в пересчете на N), NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (в пересчете на N), NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (в пересчете на N)).

1) С<sub>ср.</sub> – допустимая средневзвешенная концентрация за последние двенадцать месяцев.

Превышение допустимой средневзвешенной концентрации за последние двенадцать месяцев признается нарушением условий, установленных в разрешении на специальное водопользование.

2) С<sub>макс.</sub> – допустимая максимальная концентрация.

Превышение установленной допустимой максимальной концентрации признается фактом причинения вреда окружающей среде загрязнением поверхностных вод. ».

Допустимые концентрации нормируемых веществ по показателям нефть и нефтепродукты, СПАВ, хром определялись по формуле (2), по показателям железо, медь – по формуле (1). Результаты расчетов приведены в таблице 5.

В соответствие с п. 19 [2], если фактические концентрации загрязняющих веществ в сточных водах меньше расчетных допустимых концентраций, то нормативы допустимых сбросов устанавливаются исходя из фактических концентраций загрязняющих веществ.

Согласно п.9 Инструкции [2] если концентрации загрязняющих веществ в воде водного объекта в фоновом створе превышают установленные нормативы качества воды водного объекта, то нормативы допустимых сбросов устанавливаются исходя из применения к отводимым водам нормативов качества воды водного объекта независимо от его ассимилирующей способности и кратности разбавления. В большинстве рек Республики Беларусь фоновые концентрации некоторых загрязнений (фосфаты, соединения азотной группы, АПАВ и др.) превышают ПДК. Достижение концентраций перечисленных загрязнителей на уровне нормативов качества воды водного объекта на большинстве очистных сооружений не представляется возможным. Поэтому в разрешении на специальное водопользование областные и Минский городской комитеты природных ресурсов и охраны окружающей среды могут устанавливать временные нормативы допустимых сбросов с учетом поэтапного достижения нормативов допустимых сбросов [5].

Так, по данным лаборатории очистных сооружений КУПП «Кобринрайводоканал» в сточных водах фактическая концентрация по азоту общему зачастую превышает расчетные допустимые концентрации. Поэтому временный норматив допустимой концентрации по показателю азот общий устанавливался исходя из максимально возможного снижения концентрации загрязняющего вещества в сточных водах на действующих очистных сооружениях г. Кобрин и принят равным  $C_{ДС}^{N_{общ.}} = 30$  мг/дм<sup>3</sup>.

Для уточнения временного норматива допустимой концентрации выполнен расчет прогнозной концентрации загрязняющего вещества без учета неконсервативности загрязняющего вещества [5]:

$$C_{ГКСi} = \frac{q \cdot C_{ВДKi} + k_{см} \cdot Q \cdot C_{ф}}{q + k_{см} \cdot Q}, \quad (6)$$

где  $C_{ГКСi}$  – прогнозная концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества, мг/дм<sup>3</sup>;

$C_{ВДKi}$  – временная допустимая концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества, мг/дм<sup>3</sup>.

Прогнозная концентрация не должна превышать норматив предельно допустимой концентрации вещества в воде водного объекта. В качестве временного норматива допустимой концентрации по азоту общему для установления в разрешении на спецводопользование

принята величина  $C_{ДК} = 30$  мг/л на период выполнения мероприятий по снижению сброса загрязняющих веществ в составе сточных вод с целью достижения расчетных нормативов допустимых сбросов.

Расчетная допустимая концентрация загрязняющего вещества по СПАВ в сточных водах очистных сооружений г. Кобрин составила  $C_{ДК}^{СПАВ} = 0,21$  мг/дм<sup>3</sup>. Так как концентрация загрязняющих веществ по СПАВ на выпуске в р. Мухавец превысила расчетную допустимую концентрацию, то для уточнения временного норматива допустимой концентрации выполнен расчет прогнозной концентрации загрязняющего вещества по формуле [6].

При расчете прогнозной концентрации за временную допустимую концентрацию загрязняющего вещества принята максимально достигаемая концентрация по СПАВ на очистных сооружениях г. Кобрин ( $C_{ВДK} = 0,5$  мг/дм<sup>3</sup>).

При  $C_{ВДK} = 0,5$  мг/дм<sup>3</sup> прогнозная концентрация составила 0,17 мг/дм<sup>3</sup>, что несколько превышает норматив предельно допустимой концентрации вещества в воде водного объекта. В связи с тем, что на очистных сооружениях г. Кобрин не предусмотрены сооружения по очистке сточных вод от СПАВ, в качестве временного норматива допустимой концентрации по СПАВ для установления в разрешении на спецводопользование рекомендовалось принять величину  $C_{ДК} = 0,5$  мг/л на период проведения мероприятий по усовершенствованию работы действующих очистных сооружений.

Допустимые концентрации загрязняющих веществ, допустимых к сбросу в водоем-приемник р. Мухавец (рыбохозяйственный водный объект II категории) со сточными водами очистных сооружений г. Кобрин, представлены в таблице 5.

Допустимые концентрации загрязняющих веществ для контролируемых показателей не рассчитываются и устанавливаются в разрешении исходя из применения к отводимым водам нормативов качества воды водного объекта.

**Расчет количества загрязняющих веществ, допустимых к сбросу в водный объект со сточными водами очистных сооружений.** Норматив допустимого сброса  $i$ -го загрязняющего вещества в составе сбрасываемых в водоотводящую сеть города сточных вод определяется:

$$ДС_i = q \cdot C_{ДСi}, \quad (7)$$

где  $ДС_i$  – норматив допустимого сброса  $i$ -го загрязняющего вещества, г/час;

$q$  – максимальный часовой, средний суточный расход, годовой объем отводимых вод, м<sup>3</sup>/час, м<sup>3</sup>/сут, м<sup>3</sup>/год;

$C_{ДСi}$  – допустимая концентрация  $i$ -го загрязняющего вещества, г/м<sup>3</sup>.

Таблица 6. Значения расчетных допустимых концентраций загрязняющих веществ, допустимых к сбросу в водоем-приемник р. Мухавец со сточными водами очистных сооружений г. Кобрина

Наименование показателя	Нормативы предельно допустимых концентраций веществ в воде рыбохозяйственных водных объектов, мг/дм <sup>3</sup> [4]	Фоновые концентрации загрязняющих веществ в водоеме-приемнике сточных вод, мг/дм <sup>3</sup>		Концентрации загрязняющих веществ, мг/дм <sup>3</sup>		Расчетные допустимые концентрации загрязняющих веществ, мг/дм <sup>3</sup>	Допустимые концентрации, рекомендуемые для установления в разрешении на спецводопользование в точке 4 (выход после очистных сооружений)
		в створе 500 м выше выпуска сточных вод (точка 5)	в створе 500 м ниже выпуска сточных вод (точка 6)	на входе на очистные сооружения (точка 1)	на выпуске в р. Мухавец (точка 4)		
<b>Нормируемые показатели</b>							
БПК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	3,0	3,9	3,4	191,0	6,9	$C_{ср.}^{(1)} = 20,0$ $C_{макс.}^{(2)} = 30,0$	$C_{ср.}^{(1)} = 20,0$ $C_{макс.}^{(2)} = 30,0$
Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	0,75 (к природному фоновому содержанию)	13,4	12,5	254,0	11,2	$C_{ср.}^{(1)} = 25,0$ $C_{макс.}^{(2)} = 35,0$	$C_{ср.}^{(1)} = 25,0$ $C_{макс.}^{(2)} = 35,0$
ХПК, мг/дм <sup>3</sup>	-	59,0	58,0	348,0	61,0	$C_{ср.}^{(1)} = 90,0$ $C_{макс.}^{(2)} = 120,0$	$C_{ср.}^{(1)} = 90,0$ $C_{макс.}^{(2)} = 120,0$
Азот общий, мг/дм <sup>3</sup>	5,0	-	-	-	-	$C_{ср.}^{(1)} = 15,0$ $C_{макс.}^{(2)} = 20,0$	$C_{ср.}^{(1)} = 25,0$ $C_{макс.}^{(2)} = 30,0^{(2)}$
Фосфор общий, мг/дм <sup>3</sup>	0,2	-	-	-	-	$C_{ср.}^{(1)} = 3,0$ $C_{макс.}^{(2)} = 4,5$	$C_{ср.}^{(1)} = 3,0$ $C_{макс.}^{(2)} = 4,5$
Железо общее, мг/дм <sup>3</sup>	0,34 (0,1 (к природному фоновому содержанию*))	1,22	1,14	1,13	0,16	0,6	0,6
СПАВ (анион), мг/дм <sup>3</sup>	0,1	0,05	0,06	-	0,41	0,21	0,5 <sup>(3)</sup>
Нефть и нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	0,05	0,02	0,03	1,1	0,03	0,2	0,2
Медь, мг/дм <sup>3</sup>	0,004 (0,001 (к природному фоновому содержанию*))	0,002	0,003	-	0,004	0,01	0,01
Хром, мг/дм <sup>3</sup>	0,005	<0,001	<0,001	<0,02	0,001	0,02	0,02
<b>Контролируемые показатели</b>							
рН	6,5-8,5	7,5	7,5	7,1	7,7	-	6,5-8,5
Минерализация воды, мг/дм <sup>3</sup>	1000,0	340,0	338,0	833,0	667,0	-	1000,0
Сульфат-ион, мг/дм <sup>3</sup>	100,0	16,5	16,0	13,3	20,5	-	100,0
Хлорид-ион, мг/дм <sup>3</sup>	300,0	29,8	30,6	165,0	134,8	-	300,0
Нитрат-ион, в мг/дм <sup>3</sup>	40,0 (в пересчете на N -9,03)	0,58 в пересчете на N	0,54 в пересчете на N	<0,022 в пересчете на N	0,63 в пересчете на N	-	9,03 в пересчете на N
Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,016 (0,001 (к природному фоновому содержанию*))	0,01	0,011	-	0,009	-	-0,02
Никель, мг/дм <sup>3</sup>	0,01	0,001	0,002	-	0,003	-	0,01

**Примечания:**

- \* Природное фоновое содержание металлов в воде рыбохозяйственных водных объектов в бассейнах рек принимается по приложению 3 [4].
1. Значения допустимых концентраций показателей БПК<sub>5</sub>, взвешенные вещества, ХПК, азот общий и фосфор общий приняты по приложению 5 [5] в зависимости от массы органических веществ в составе сточных вод, поступающих на очистку.
2. Допустимая концентрация по азоту общему, рекомендуемая для установления в разрешении на специальное водопользование, принята  $C_{макс.}^{(2)} = 30$  мг/л на период выполнения мероприятий по снижению сброса загрязняющих веществ в составе сточных вод с целью достижения расчетных нормативов допустимых сбросов.
3. Значение допустимой концентрации по СПАВ (анион) принято равным максимально достигаемой концентрации на существующих очистных сооружениях, исходя из расчета прогнозной концентрации загрязняющего вещества, и в связи с тем, что на очистных сооружениях г. Кобрина не предусмотрены сооружения по очистке сточных вод от СПАВ.
4. Показатели азот аммонийный, фосфат-ион и нитрит-ион не относятся ни к нормируемым, ни к контролируемым показателям, однако их следует определять для контроля за процессом биологической очистки сточных вод и учитывать для достижения нормативного отношения показателей БПК<sub>5</sub>:N:P (100:5:1).
5. На очистных сооружениях г. Кобрина требуется проведение мероприятий по модернизации и реконструкции очистных сооружений в рамках Государственной программы «Чистая вода» на 2011-2015 годы для достижения расчетных допустимых концентраций загрязняющих веществ, мг/дм<sup>3</sup>. Предусмотреть мероприятия по доочистке сточных вод от биогенных элементов, а именно азота и фосфора.

**Заключение**

1. Приведена методика расчета предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в сточных водах, разрешенных к сбросу в водоем-приемник сточных вод, на основании Инструкции о порядке установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в водные объекты (утв. Постановлением Минприроды РБ 29.04.2008 г., № 43) с учетом изменений и дополнений (утв. 29.12.2009, №71), которая позволяет установить нормативы допустимых сбросов загрязняющих веществ в водоемы, и, тем самым, улучшить их экологическое состояние.
2. Расчет допустимых концентраций загрязняющих веществ, допустимых к сбросу в водоем-приемник р. Мухавец (рыбохозяйственный водный объект 2-ой категории) со сточными водами очистных сооружений водоотведения г. Кобрин показал необходимость модернизации подобных очистных сооружений с реализацией современных эффективных технологий удаления биогенных элементов (азота и фосфора) и органических соединений.

**СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения: СанПиН 2.1.2.12-33-2005, утв. постановлением №198 от 28.11.2005г.
2. Инструкция о порядке установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в водные объекты: постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 29 апреля 2008 г. № 43.
3. О некоторых вопросах нормирования качества воды рыбохозяйственных водных объектов: постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 8 мая 2007 г. № 43/42.
4. О внесении изменений и дополнений в постановление Министерства ПР и ООС РБ и Министерства здравоохранения РБ от 08.05.2007г. №43/42. – Постановление Министерства ПР и ООС РБ и Министерства здравоохранения РБ от 24.12.2009г. №70/139.
5. О внесении изменений и дополнений в постановление Министерства ПР и ООС РБ от 29.04.2008г. №43: постановление Министерства ПР и ООС РБ от 29.12.2009г. №71.
6. Отчет о научно-технической работе «Определение гидрологического режима и гидроморфологических характеристик р. Мухавец в районе г. Кобрин». – Брест: БрГТУ, 2010.

*Материал поступил в редакцию 17.03.11*

**ZHYTSIANIOV B.N., NAUMENKO L.E., ANDREYUK S.V. Features of account of extreme allowable concentration of polluting substances in waste water solved to dump in the reservoir – receiver of waste water, on an example of clearing structures of water of removal of city Kobrin**

A method of calculating the extremely allowable concentrations of pollutants in the wastewater which are allowed to dumping into the water-receiver is described based on existing in the Republic of Belarus of normative documents in the field of surface water protection from contamination.

УДК 628.29

**Новикова О.К., Вострова Р.Н.**

## **ОТВЕДЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ**

Дождевые воды, стекающие с застроенной территории, в том числе с площадок промышленных предприятий, в значительной степени загрязнены. Атмосферные осадки уже загрязняются проходя приземные слои воздуха, где растворяют газы и захватывают пылевидные частицы, продукты несгоревшего топлива и различные вещества, содержащиеся в промышленных выбросах. Однако главным образом дождевые воды загрязняются в процессе поверхностного стока, смывая с поверхности разного рода загрязнения: осевшую пыль, мусор, масла, нефтепродукты, промышленные отходы и продукты разрушения поверхностных покровов [6]. Степень загрязнения стока различна. Содержание в нем загрязняющих веществ зависит от их концентрации в атмосферном воздухе и степени загрязнения открытых поверхностей к моменту выпадения осадков [1].

По данным исследований В.М. Молокова, Н.А. Правосинского, М.И. Алексеева установлено, что поверхностные сточные воды с площадок промышленных предприятий имеют, как правило, более сложный состав [1, 4, 6, 9]. Систематических многолетних наблюдений за качеством поверхностных сточных вод с территорий площадок промышленных предприятий, по имеющимся сведениям, нигде не проводилось. Имеются отдельные результаты разрозненных исследований на нескольких предприятиях Минска [4], Новосибирска и некоторых других городов, в результате которых установлено, что концентрации загрязняющих веществ в поверхностных сточных водах с территорий площадок промышленных предприятий зависят от различных факторов: характера технологических процессов, вида поверхности водосбора, культуры производства, санитарно-технического состояния и режима уборки территории, эффективно-

сти работы систем газо- и пылеулавливания, организации складирования и транспортирования сырья, промежуточных и готовых продуктов, а также отходов производства. На крупных предприятиях, включающих различные производства, поверхностный сток с отдельных территорий по составу примесей может заметно отличаться от стока с других участков и общего стока.

Во многих случаях именно эти факторы определяют состав и концентрации примесей в поверхностных сточных водах. Можно установить некоторую общность в составе поверхностного стока с территорий предприятий какой-либо отрасли, но на каждом из них сток будет иметь свои характерные особенности.

Наиболее характерными загрязнителями поверхностных сточных вод с территорий площадок промышленных предприятий являются взвешенные вещества, БПК<sub>5</sub>, нефтепродукты [1, 6].

Основными источниками загрязнения поверхностных сточных вод взвешенными веществами является пыль и аэрозоли, выбросы различных производств, частицы несгоревшего топлива, продукты разрушения дорожных покрытий и эрозии почвы, мусор. Талый сток смывает песок, соли, применяющиеся для борьбы со льдом [1, 8].

Основными источниками загрязнения поверхностных сточных вод органическими веществами являются оседающие аэрозоли, продукты неполного сгорания топлива, нефтепродукты и вещества, вымываемые из почвы [6].

Источники загрязнения поверхностных сточных вод нефтепродуктами можно считать случайными. Нефть, бензин, масла поступают на поверхность водосбора промышленных площадок по непредвиденным причинам, в основном вследствие неудовлетворительного

*Новикова Ольга Константиновна, к.т.н., доцент кафедры экологии и рационального использования водных ресурсов Белорусского государственного университета транспорта.*

*Вострова Регина Николаевна, к.т.н., доцент, зав. кафедрой экологии и рационального использования водных ресурсов Белорусского государственного университета транспорта.*

*Беларусь, БелГУТ, 246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34.*

*Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология*