

**УДК 628.3****Д.В. СТАЛИНСКИЙ**, докт. техн. наук, профессор, генеральный директор,**С.И. ЭПШТЕЙН**, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, **З.С. МУЗЫКИНА**, канд. техн. наук, ученый секретарь
Государственное предприятие «Украинский научно-технический центр металлургической промышленности
«Энергосталь» (ГП «УкрНТЦ «Энергосталь»), г. Харьков**И.В. ВАРНАВСКАЯ**, старший преподаватель

Национальный университет водного хозяйства и природопользования (НУВХиП), г. Ровно

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ПЕРЕД ИХ СБРОСОМ В ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВУЮ КАНАЛИЗАЦИЮ

Представлены разработки ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» и Национального университета водного хозяйства и природопользования [г. Ровно], которые могут быть использованы для очистки производственных сточных вод перед их сбросом в хозяйственно-бытовую канализацию. Приведены методы очистки ряда категорий сточных вод. Выполнены расчеты, проведены исследования и предложены методы для предочистки воды, сбрасываемой в хозяйственно-бытовую канализацию.

Ключевые слова: промышленные предприятия, сточные воды, загрязняющие ингредиенты, допустимые концентрации, хозяйственно-бытовая канализация, очистные сооружения, методы очистки, предочистка, нефтепродукты, тяжелые металлы, органические соединения, поверхностный сток.

Во многих городах Украины производственные сточные воды предприятий сбрасываются в хозяйственно-бытовую канализацию. В особенности это касается больших промышленных центров, где предприятия строились в 50-е годы прошлого века, а зачастую и в более ранние годы, в тот период, когда экологические нормы, регламентирующие сбросы сточных вод, еще не были разработаны или не соблюдались с достаточной строгостью, в связи с чем не были предусмотрены системы и сооружения для очистки этих вод. К настоящему времени оказалось, что на ряде предприятий сооружения для очистки производственных сточных вод перед сбросом их в хозяйственно-бытовую канализацию либо вообще отсутствуют, либо имеют ограниченные мощности. В то же время стесненные территориальные условия на старых предприятиях и санитарно-технические нормы не позволяют расширить существующие очистные сооружения или построить новые.

Производственные стоки предприятий можно разбить на ряд категорий. Одна из них – это сточные воды предприятий машиностроительной, электротехнической, радиотехнической отраслей промышленности, которые могут содержать эмульгированные и неэмульгированные нефтепродукты (результат попадания в стоки смазочных масел, отработанных смазочно-охлаждаю-

щих жидкостей, моющих и обезжиривающих растворов), а также тяжелые металлы (за счет попадания в стоки отработанных гальванических растворов). Сточные воды такого состава особенно характерны для крупных городов – Харькова, Луганска, Львова, Донецка, Одессы и др., в которых имеется значительное количество относительно небольших предприятий машиностроительно-металлообрабатывающего, электро- и радиотехнического профиля.

Еще одну группу составляют предприятия легкой и пищевой промышленности, производственные сточные воды которых содержат органические загрязнения и (в ряде случаев) масла и нефтепродукты.

Наконец, в хозяйственно-бытовую канализацию попадают также поверхностные (дождевые и талые) воды, что нарушает работу очистных сооружений хозяйственно-бытовой канализации.

Водопроводно-канализационные хозяйства, как правило, определяют допустимые концентрации ($ДК_i$) различных загрязняющих ингредиентов для сброса сточных вод каждого предприятия. В то же время установлены допустимые концентрации ($ДК_{\Sigma}$) этих ингредиентов в общем стоке, поступающем на очистные сооружения хозяйственно-бытовой канализации населенного пункта (города, поселка и т.п.). Хотя величины $ДК_i$ могут

отличаться от $ДК_{хб}$, в большинстве случаев эта разница незначительна.

В табл. 1 в качестве примера приведены требования к составу воды, поступающей на очистные сооружения хозяйственно-бытовой канализации г. Харькова. Как следует из представленных данных, довольно строгие (хотя и не такие жесткие, как для сброса в водоемы) требования предъявляются к содержанию в стоках тяжелых металлов, масел, нефтепродуктов и СПАВ.

В ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» разработаны методы очистки производственных сточных вод от масел, нефтепродуктов и тяжелых металлов. Хотя первоначальной целью этих работ была очистка сточных вод в основном предприятий черной металлургии для их возврата в производство, разработанные методы могут быть использованы и для очистки производственных стоков перед сбросом их в систему хозяйственно-бытовой канализации, а также для исключения сбросов.

Для очистки сточных вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов разработаны антрацито-кварцевые фильтры, конструкция которых предусматривает возможность водовоздушной промывки. ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» разработан метод глубокой очистки сточных вод от масел путем отстаивания и последующего фильтрования антрацито-кварцевыми фильтрами с использованием коагулянтов и флокулянтов. Некоторые результаты исследований приведены в табл. 2.

Следует иметь в виду, что скоростям фильтрования 11–18 м/час, при которых осуществлялась очистка воды на лабораторной фильтровальной колонке, соответствуют скорости фильтрования 30–40 м/час на промышленном фильтре.

Проведенные в ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» исследования показали, что при исходной концентрации нефтепродуктов 5–10 мг/дм³ и обработке воды коагулянтами и флокулянтами путем последовательного применения

Таблица 1 – Требования к составу производственных сточных вод, сбрасываемых в городскую канализацию предприятиями и организациями г. Харькова

Загрязнение, мг/дм ³	Допустимая величина показателей (ДВП) вредных веществ в сточных водах промпредприятий, подающих стоки	
	на Безлюдовские очистные сооружения*	на Диканевские очистные сооружения*
Взвешенные вещества	500	455
Нефтепродукты	1,1	0,93
СПАВ	0,2	0,2
Сульфаты	70	70
Хлориды	890	760
Жиры	4,0	4,0
Цианиды	0,57	0,48
Медь	0,007	0,004
Хром	0,017	0,014
Никель	0,034	0,57
Цинк	0,077	0,067
Железо	4,8	4,087
Фториды	2,92	2,47
Кобальт	0,07	0,06
Толуол	33,6	28,4
Свинец	0,67	0,57
Сульфиды	3,0	2,84
Фенолы	0,067	0,057
Метанол	6,72	5,68
Кадмий	0,042	0,035
Мышьяк	0,336	0,284
Стирол	–	–
Фосфаты	3,5	–
Азот аммон. солей	2,0	2,0
Нитриты	0,336	0,284
Азот нитратов	–	–
Ртуть	0,0036	0,0028
БПК ₅ , мг О ₂ /дм ³	500	521

* Сброс очищенной воды в водоемы рыбохозяйственного водопользования



Таблица 2 – Результаты очистки сточных вод от масел последовательным отстаиванием и фильтрованием

Условие проведения эксперимента	Охватывающая скорость при отстаивании, мм/с	Скорость фильтрации, м/час	Содержание масел в осветленной воде, мг/дм ³		
			Исходная вода	После отстаивания	После фильтрования
Без реагентной обработки	1	11	34,5	16,4	5,2
С анионоактивным флокулянтom и коагулянтom на основе оксихлорида алюминия	1	11	17,4	9,0	2,3
С катионоактивным флокулянтom и коагулянтom на основе оксихлорида алюминия	1	11	34,5	7,7	1,29
Без реагентной обработки	2	11	23,1	15,4	4,6
С катионоактивным флокулянтom и коагулянтom на основе оксихлорида алюминия	2	11	14,0	6,7	2,1
Без реагентной обработки	1	18	7,9	4,5	1,8
С анионоактивным флокулянтom и коагулянтom на основе оксихлорида алюминия	1	18	18,3	10,5	5,2
С катионоактивным флокулянтom и коагулянтom на основе оксихлорида алюминия	1	18	30,5	7,9	1,9
С катионоактивным флокулянтom и коагулянтom на основе оксихлорида алюминия	2	18	7,6	4,2	1,27

отстаивания и фильтрования можно снизить содержание нефтепродуктов до 1–2 мг/дм³. При этом очистке следует подвергать только ту часть производственных стоков, в которой присутствуют нефтепродукты. Необходимо отметить, что после сброса очищенных стоков в хозяйственно-бытовую сеть предприятия снижение концентрации загрязнений может произойти за счет раз-

бавления очищенных вод другими производственными стоками и хозяйственно-бытовыми водами предприятия.

В ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» разработаны также методы очистки моющих и обезжиривающих растворов. Разработан электрофлотационный аппарат производительностью 3–5 м³/час [3], результаты испытаний которого приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Результаты контрольных испытаний электрофлотационного аппарата

Загрязненный обезжиривающий раствор				Параметры работы электрофлотатора				Очищенный обезжиривающий раствор					
pH	C _н , мг/л	C _{см} , мг/л	C _м , мг/л	J, А	U, В	j, А/дм ²	Q, м ³ /час	pH	C _н , мг/л	C _{см} , мг/л	Э _{см} , %	C _{мп} , мг/л	Э _{мп} , %
11,3	2660	1560	2780	1500	1,7	1,5	5,0	12,1	1310	390	75,0	374	86,6
12,2	6976	3558	3464	1000	3,0	1,0	4,0	12,2	1207	374	89,5	388	88,7
12,2	6976	3558	3464	1200	3,0	1,2	3,0	12,2	421	261	92,6	312	91,0
12,2	6976	3558	3464	1500	3,2	1,5	5,0	12,3	1031	392	88,9	362	89,5
12,2	6976	3558	3464	2200	4,0	2,2	4,0	12,2	452	190	94,7	316	90,9
12,2	6976	3558	3464	2500	4,3	2,5	3,0	12,3	429	179	94,8	292	91,6
12,3	2666	1573	581	1200	1,6	1,2	5,0	12,2	794	257	83,6	87	85,1
11,4	2329	1421	510	1500	2,4	1,5	5,0	11,3	650	240	83,2	93	81,8
12,5	12659	5694	2485	2000	2,0	2,0	5,0	12,7	732	242	95,7	351	85,6
12,5	12653	5694	2485	1500	1,5	1,5	5,0	12,8	882	309	93,9	317	87,3
13,0	5340	3214	2216	2500	2,4	2,5	4,0	12,7	442	139	95,7	186	91,6
13,0	5340	3214	2216	2000	2,0	4,0	4,0	13,0	534	224	93,0	220	90,1
12,8	5340	3214	2216	1500	1,5	1,5	4,0	12,7	648	246	92,3	276	87,5
12,8	5340	3214	2216	1000	1,1	1,0	4,0	12,9	702	295	90,8	312	85,9
12,8	5340	3214	2216	500	0,9	0,5	4,0	13,0	1685	662	79,4	516	76,7
12,9	6892	3380	1946	1500	1,6	1,5	2,0	12,8	328	164	95,1	187	91,4
12,9	6892	3380	1946	1500	1,6	1,5	4,0	12,7	358	181	94,6	212	89,1
12,9	6892	3380	1946	1500	1,6	1,5	5,0	12,7	636	225	93,3	252	87,0
12,9	6892	3380	1946	1500	1,6	1,5	10,0	12,7	1507	797	76,7	574	70,5
12,7	4117	1939	1708	2800	2,5	2,8	3,0	12,7	322	107	94,5	147	91,4
12,7	4117	1939	1708	2800	2,5	2,8	4,0	12,7	396	116	94,0	164	90,4

Таблица 3 – Продолжение

Загрязненный обезжиривающий раствор				Параметры работы электрофлотатора				Очищенный обезжиривающий раствор					
pH	C _{н'} , мг/л	C _{см'} , мг/л	C _{м'} , мг/л	J, А	U, В	j, А/дм ²	Q, м ³ /час	pH	C _{н'} , мг/л	C _{см'} , мг/л	Э _{см'} , %	C _{мп'} , мг/л	Э _{мп'} , %
12,7	4117	1939	1708	2800	2,5	2,8	5,0	12,7	452	153	91,9	251	85,3
12,6	5809	2622	2127	1500	1,5	1,5	4,0	12,5	672	197	92,5	261	87,7
12,6	5809	2622	2127	2000	2,0	2,0	4,0	12,5	496	125	95,2	242	90,8
12,6	5809	2622	2127	2800	2,6	2,8	4,0	12,5	410	102	96,1	209	92,0

Условные обозначения: C_н – концентрация нефтепродуктов, мг/л; C_м – концентрация свободных масел, мг/л; C_{мп} – концентрация механических примесей, мг/л; J – сила тока, поступающего на электрофлотатор, А; U – напряжение тока, В; j – плотность тока, А/дм²; Q – расход воды, м³/час.

При производительности 3–5 м³/час эффективность аппарата по удалению свободных масел составляет около 94 %, по удалению механических примесей – 88 %. Очищенные обезжиривающие растворы могут быть направлены на повторное использование – тем самым будет предотвращен их сброс в хозяйственно-бытовую канализацию.

Другим способом очистки моющих и обезжиривающих растворов от масел, предложенным Центром, является ультрафильтрация. Она позволяет снизить содержание нефтепродуктов в очищенном моющем растворе до 20 мг/дм³ и менее, после чего очищенный раствор может быть повторно использован.

Методы очистки сточных вод от тяжелых металлов широко известны. Как правило, на первом этапе очистки сточные воды подщелачивают, чтобы высадить металлы в виде гидроксидов. ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» совместно с Национальным университетом водного хозяйства и природопользования проведены расчеты, позволившие установить возможное минимальное содержание тяжелых металлов в зависимости от pH.

Для определения минимально возможной концентрации трехвалентных тяжелых металлов получена следующая зависимость

$$[Me^{3+}] = S_{Me(OH)_3} \left(\frac{1}{f_3 \cdot a_{OH}^3} + \frac{k_1}{f_2 \cdot a_{OH}^2} + \frac{k_{1,2}}{f_1 \cdot a_{OH}} + k_{1,2,3} + \frac{k_{1,2,3,4} \cdot a_{OH}}{f_1} \right), \quad (1)$$

где S_{Me(OH)₃} – произведение растворимости гидроксида металла;

k₁ и k_{1,2} – константы устойчивости комплексов Me(OH)²⁺ и Me(OH)₂⁺;

k_{1,2,3} и k_{1,2,3,4} – константы устойчивости комплексов Me(OH)₃ и Me(OH)₄⁻, если таковые существуют;

a_{OH} – коэффициент активности ионов OH⁻.

Для определения минимально возможной концентрации двухвалентных тяжелых металлов получена следующая зависимость

$$[Me^{2+}] = S_{Me(OH)_2} \left(\frac{1}{f_2 \cdot a_{OH}^2} + \frac{k_1}{f_1 \cdot a_{OH}} + k_{1,2} + \frac{k_{1,2,3} \cdot a_{OH}}{f_1} + \frac{k_{1,2,3,4} \cdot a_{OH}^2}{f_2} \right), \quad (2)$$

где S_{Me(OH)₂} – произведение растворимости гидроксида металла;

k₁ – константа устойчивости комплекса Me(OH)⁺;

k_{1,2} – константа устойчивости комплекса Me(OH)₂⁰;

k_{1,2,3} и k_{1,2,3,4} – константы устойчивости комплексов Me(OH)₃⁻ и Me(OH)₄²⁻, если таковые существуют.

С использованием формул (1) и (2) построены графики зависимости концентрации тяжелых металлов от pH (рис. 1–5). С их помощью можно установить, до каких значений следует повысить водородный показатель, чтобы снизить концентрацию того или иного металла до заданной (допустимой) величины.

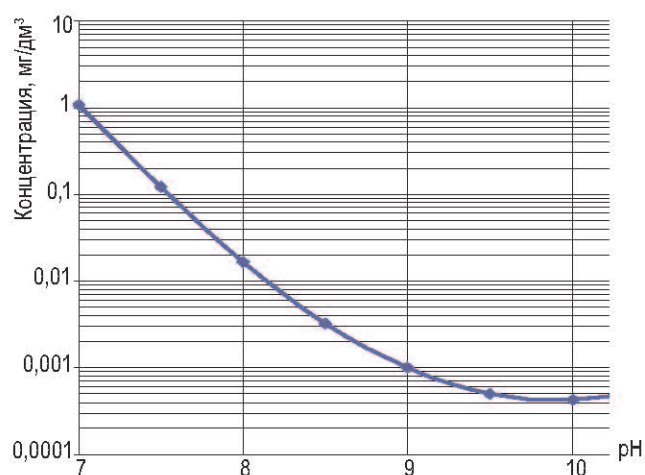


Рисунок 1 – Изменение концентрации меди в стоках в зависимости от pH

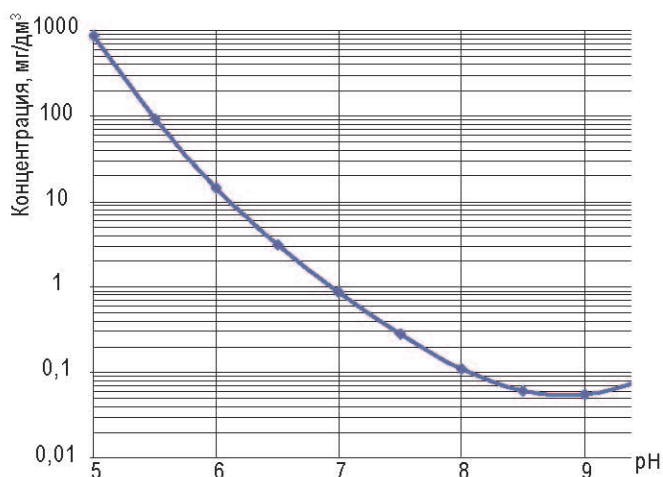


Рисунок 2 – Изменение концентрации трехвалентного хрома в стоках в зависимости от pH

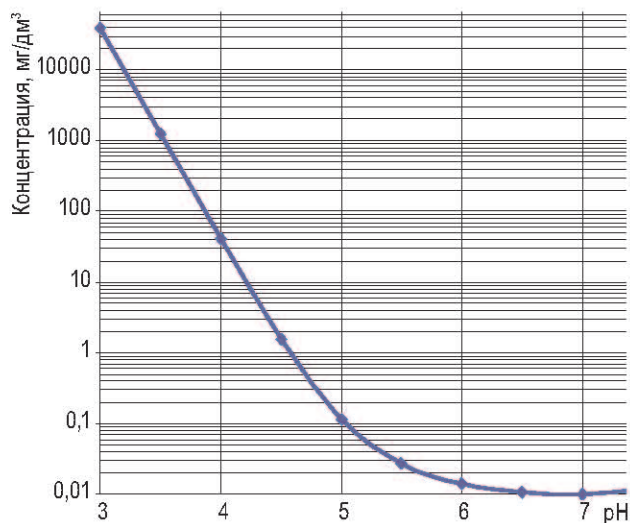


Рисунок 5 – Изменение концентрации алюминия в стоках в зависимости от pH

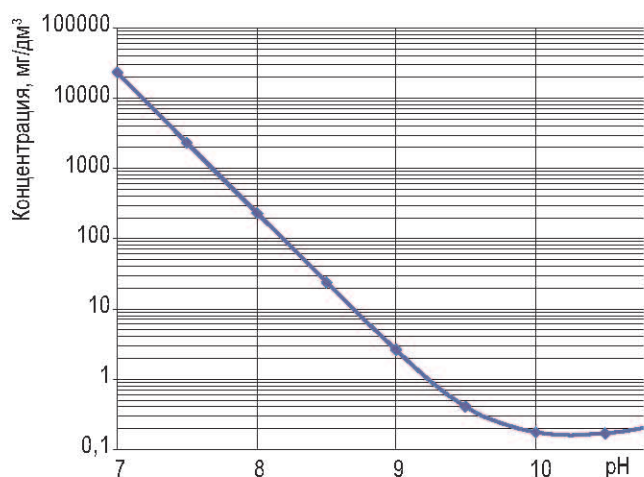


Рисунок 3 – Изменение концентрации никеля в стоках в зависимости от pH

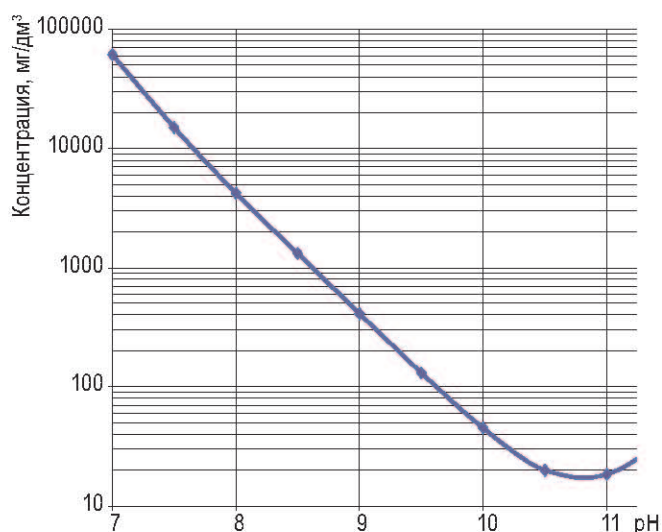


Рисунок 4 – Изменение концентрации свинца в стоках в зависимости от pH

Полученные данные могут быть использованы при разработке технических решений по очистке сточных вод травильных и гальванических цехов и отделений предприятий машиностроения, электротехнической промышленности и др., которые большей частью расположены в черте города и, как правило, сбрасывают свои сточные воды в хозяйственно-бытовую канализацию.

Как уже отмечалось, производственные сточные воды ряда предприятий содержат органические загрязнения, концентрация которых в обобщенной форме выражается показателями БПК (биохимическая потребность в кислороде) и ХПК (химическая потребность в кислороде), причем высокие значения ХПК могут быть обусловлены присутствием таких органических веществ, которые с трудом подвергаются биохимическому окислению. К категории последних можно отнести красители, содержащиеся в сточных водах предприятий текстильной промышленности. Как следует из табл. 1, величины БПК и ХПК для сточных вод, сбрасываемых в сеть хозяйственно-бытовой канализации, также лимитируются.

Наиболее распространенный и дешевый метод снижения ХПК и БПК – биохимический, однако на отдельных предприятиях строительство систем биохимической очистки невозможно (по совокупности территориальных, санитарно-гигиенических и технико-экономических условий). В этом случае для предварительной очистки сточных вод может быть использован метод электродеструкции [1]. Он основан на том, что в растворе с высоким содержанием хлоридов или ионов OH^- при электролизе на электродах и в растворе происходят указанные ниже реакции, в результате которых выделяющийся атомарный кислород окисляет органические вещества, превращая их в воду, диоксид углерода и другие неорганические вещества.

$H^+ + e \rightarrow 1/2H_2$	(на катоде) I
$2OH^- - 2e \rightarrow O_2 + H_2O$	(на аноде в щелочных растворах) II
$2H_2O - 4e \rightarrow O_2 + 4H^+$	(на аноде в кислых растворах) III
$2Cl^- - 2e \rightarrow Cl_2$	(на аноде) IV
$Cl_2 + H_2O \rightarrow HCl + HClO$	(в растворе) V
$Cl^- + 2OH^- - 2e \leftrightarrow ClO^- + H_2O$	(на аноде) VI
$2ClO^- \rightarrow 2Cl^- + O_2$	(на катоде) VII
$6ClO^- + 6OH^- - 6e \rightarrow 2ClO_3^- + 1,5O_2 + 4Cl^- + 3H_2O$	(на аноде) VIII
$2HClO + ClO^- \leftrightarrow ClO_2^- + 2Cl^- + 2H^+$	(в растворе) IX

Кроме того, если даже полного разрушения исходных органических загрязнений не происходит, то, как отмечено в [1], биорезистентные вещества переходят в биодоступные, которые легко разрушаются при биохимической очистке.

ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» совместно с НУВХиП были проведены исследования по очистке воды от органических загрязнений методом электродеструкции. Разрушению путем электролиза подвергался краситель метиловый оранжевый, который с трудом поддается биохимическому окислению [2]. Результаты исследований приведены в табл. 4.

При больших плотностях тока (до 900 А/м²) можно достичь почти полного разрушения красителя (рис. 6).

Безусловно, электродеструкция является энергоемким методом очистки. Однако следует отметить санитарно-гигиенические преимущества этого метода и отсутствие твердых и жидких отходов, утилизация которых зачастую является труднорешаемой проблемой.

Наконец, в ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» были проведены исследования и разработаны рекомендации по очистке поверхностных сточных вод [3]. В работе [4] даны уточ-

Таблица 4 – Результаты электрообработки раствора метилоранжа

Показатель	Размерность	Время обработки, мин				Примечание
		2	5	10	30	
Средняя сила тока	А	2,8	3,0	2,95	3,2	
Средняя плотность тока	А/м²	346	373	367	390	
Температура t в конце обработки	°С	23	28	30	44,5	Начальная температура 22 °С
рН	–	7,6	7,6	–	7,55	Начальное значение рН=10,5
ХПК _{остат}	мгО₂/дм³	706	535	479	451	ХПК₀=817
ХПК/ХПК₀	–	0,88	0,65	0,59	0,55	Исходное значение ХПК/ХПК₀=1

ненные зависимости для определения объема наиболее загрязненной части поверхностного стока. В этой работе, в отличие от [5] и других известных работ, для расчета интенсивности дождя q принято и обосновано выражение (3), которое следует использовать при t ≤ 10 мин:

$$q = A/[a(1 - 0,1t) + t]^n, \tag{3}$$

где А – параметр, зависящий от климатических условий местности и частоты выпадения дождя данной или большей интенсивности в течение года [6].

Ниже приведены значения параметра а, соответствующие различным показателям степени n.

n	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75
a	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5

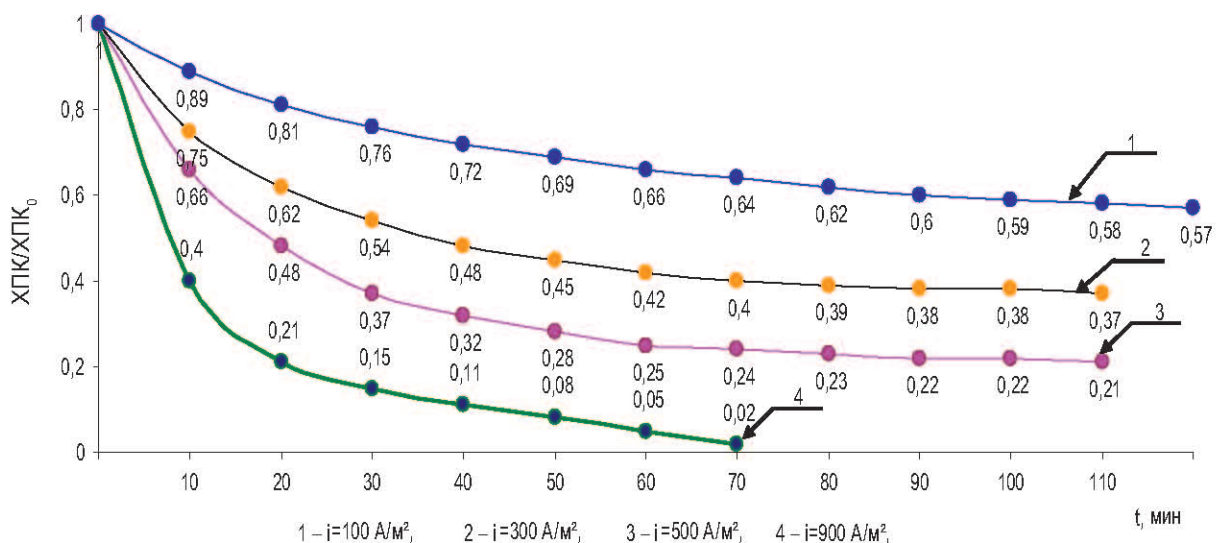


Рисунок 6 – Зависимость относительной остаточной загрязненности от времени обработки при различных плотностях тока



При $t < 10$ мин это выражение точнее известных формул отражает зависимость средней интенсивности дожда от времени t , прошедшего от начала дожда.

С использованием формулы (3) в работе [4] получены зависимости для определения загрязненной части стока с участков водосборного бассейна, имеющих лентообразную конфигурацию (т.е. длина которых намного превышает ширину)

$$W = 6 \cdot 10^{-6} \cdot A^{1,2} \times \left[\int_0^{L_1} \frac{(5 + 0,017 \cdot l/v_T)^{1,1} dl}{\{a[1 + 0,9 \cdot (5 + 0,017 \cdot l/v_T)] + (5 + 0,017 \cdot l/v_T)\}^{1,2n}} + \int_{L_1}^L (5 + 0,021 \cdot l/v_T)^{1,1-1,2n} dl \right] \quad (4)$$

где b – ширина участка водосборного бассейна;
 z – коэффициент, характеризующий поверхность (твердое покрытие, газон, незадернованный участок и пр.);
 L – расстояние между точкой 0 и наиболее удаленной от нее точкой водосборного бассейна;
 v_T – скорость воды в трубопроводах ливневой канализации на начальных участках сети (в первом интеграле ее можно принимать равной 1,0–1,2 м/с);
 L_1 – часть L , определяется из соотношения $0,017 \cdot (L_1/v_T) = 5$ (т.е. $L_1 \approx 300 v_T$).

Значения первого интеграла в формуле (4) при изменении v_T в пределах 0,8–1,4 м/с и различных величинах n (а также соответствующих им a , приведенных выше) представлены в табл. 5 [4].

Таблица 5 – Значения первого интеграла при различных скоростях воды в трубопроводах ливневой канализации

v	N					
	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75
0,80	470,483	415,661	367,907	326,274	289,948	258,230
0,85	499,888	441,640	390,901	346,666	308,070	274,369
0,90	529,293	467,619	413,896	367,058	326,191	290,508
0,95	558,698	493,598	436,890	387,450	344,313	306,648
1,00	588,103	519,577	459,884	407,842	362,435	322,787
1,05	617,509	545,556	482,878	428,234	380,557	338,926
1,10	646,914	571,535	505,872	448,627	398,678	355,066
1,15	676,319	597,513	528,867	469,019	416,800	371,205
1,20	705,724	623,492	551,861	489,411	434,922	387,344
1,25	735,129	649,471	574,855	509,803	453,044	403,484
1,30	764,534	675,450	597,849	530,195	471,165	419,623
1,40	823,345	727,408	643,838	570,979	507,409	451,902

Полученное выражение сложнее представленного в работе [5], однако при его выводе было учтено то обстоятельство, что в начальной стадии дожда интенсивность его q описывается более точной зависимостью,

чем $q = A/t^n$. Кроме того, принято во внимание, что коэффициент стока ψ растет с увеличением q и t , что обуславливает более высокую точность определения необходимого объема накопителя. В работе [4] приведены также формулы для определения объема наиболее загрязненной части стока в случае, когда водосборный участок имеет вид сектора.

Хотя рассматривались стоки с территории предприятий черной металлургии, результаты разработки можно использовать и при проектировании систем очистки поверхностных стоков предприятий других отраслей (в частности, для определения объемов поверхностных сточных вод с территории предприятия, которые должны подвергаться очистке перед сбросом в хозяйственно-бытовую канализацию). Поверхностные сточные воды с территории предприятий различных отраслей могут значительно отличаться по химическому составу и свойствам, но определение объемов воды, которая должна подвергаться очистке, производится точно таким же образом, т.е. совершенно не зависит от того, к какой отрасли промышленности относится данное предприятие.

ВЫВОДЫ

Рассмотрен ряд работ ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» (в т.ч. выполненных в сотрудничестве с Национальным университетом водного хозяйства и природопользования, г. Ровно), касающихся очистки производственных сточных вод от нефтепродуктов, тяжелых металлов, органических веществ, а также очистки поверхностных сточных вод.

Показано, что предложенные методы могут быть использованы и для предочистки воды, сбрасываемой с территорий промышленных предприятий в хозяйственно-бытовую канализацию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Краснобородько, И.Г. Деструктивная очистка сточных вод от красителей / И.Г. Краснобородько. – Л. : Химия, 1988. – 192 с.
2. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе и воде : справ. пособие для выбора и гигиенической оценки методов обезвреживания промышленных отходов. – Л. : Химия, 1975. – 456 с.
3. Временные рекомендации по проектированию сооружений для очистки поверхностных сточных вод предприятий черной металлургии / ВНИПИЧерметэнергоочистка. – Х., 1985. – 68 с.
4. Эпштейн, С.И. Определение объема накопителей для сбора поверхностных сточных вод с территории про-

- мысленных предприятий / С.И. Эпштейн, З.С. Музыкаина // Экология и промышленность. – 2006. – № 2. – С. 37–41.
5. Отведение и очистка поверхностных сточных вод / В.С. Дикаревский, А.М. Курганов, А.П. Нечаев, М.Н. Алексеев. – Л. : Стройиздат, 1990. – 224 с.
6. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М. : Стройиздат, 1986. – 72 с.

Поступила в редакцию 15.04 2013

Надано розробки ДП «УкрНТЦ «Енергосталь» і Національного університету водного господарства та природокористування (м. Рівне), що можуть бути використані для очистки виробничих стічних вод перед їх скиданням у господарсько-побутову каналізацію. Приведено методи очистки ряду категорій стічних вод. Виконано розрахунки, проведено дослідження і запропоновано методи для передочистки води, що скидається в господарсько-побутову каналізацію.

Developments of SE «UkrRTC «Energostal», which can be used for industrial wastewaters treatment before its discharge into domestic sewage are given. Methods of treating some categories of wastewaters are presented. Based on the calculations and studies it is proposed methods for pre-treatment of water discharged into domestic sewage.