

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ

Березникова И.Л.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Дубровская О.Г.
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

В настоящее время разработано много способов очистки сточных вод, различающихся как природой процессов, которые положены в их основу, так и технологическими параметрами. На основе анализа современных методов, используемых в данной области, можно подобрать технологическую схему очистки для любого промышленного предприятия. В зависимости от условий основного производства, условий водопотребления и водоотведения конкретного предприятия можно предложить как модернизацию традиционного оборудования для очистки сточных вод, так и внедрение новой, чаще всего оборотной системы водоочистки.

Выбор оптимальных технологических схем очистки воды - достаточно сложная задача, что обусловлено преимущественным многообразием находящихся в воде примесей и высоким требованиями, предъявленными к качеству очистки воды. При выборе способа очистки примесей учитывают не только их состав в сточных водах, но и требования, которым должны удовлетворять очищенные воды: при сбросе в водоем - ПДС (предельно допустимые сбросы) и ПДК (предельно допустимые концентрации веществ), а при использовании очищенных сточных вод в производстве - те требования, которые необходимы для осуществления конкретных технологических процессов.

В таблице 1, детально представлены значения предельно допустимых концентраций сточных вод, из которых видно, что добиться показателей качества питьевой воды или технической воды, используемой например, в гальваническом производстве, гораздо легче, нежели ПДК рыбохозяйственных водоемов или сброса сточных вод на рельеф, что является основной для разработки и широкомасштабного внедрения оборотного водоснабжения.

Табл. 1. Вода для гальванического производства по ГОСТ 9.314 и ПДК рыбохозяйственных водоемов

Показатели качества воды	Допустимые значения показателей качества и ингредиентов по категориям:					
	1 кат. ГОСТ 9.314	Питьевая вода Сан-ПиН 2.1.4.1074-01	2 кат. ГОСТ 9.314	3 кат. ГОСТ 9.314	Дистиллированная вода ГОСТ 6709	ПДК рыбохозяйственных водоемов
рН	6,0-9,0	6,0-9,0	6,5-8,5	5,4-6,6	5,4-6,6	6,5-8,5
Мутность, мг/л	2	1,5	1,5	-	-	
Железо (Fe), мг/л	0,3	0,3	0,1	0,05	0,05	0,1 / 0,05*
Медь (Cu, суммарно), мг/л	1	1	0,3	0,02	0,02	0,001 / 0,005*

Цинк (Zn^{2+}), мг/л	5	5	1,5	0,2	0,2	0,01 / 0,05*
Кадмий (Cd, суммарно), мг/л	-	0,001	-	-	-	0,005 / 0,01*
Никель (Ni^{2+}), мг/л	5,6	0,1	1	-	-	0,01
Хром (Cr^{6+}), мг/л	-	0,05	-	-	-	0,02
Хром (Cr^{3+}), мг/л	5	0,5	0,5	-	-	0,07
Алюминий (Al^{3+}), мг/л	-	0,5	-	-	0,05	0,04
Свинец (Pb, суммарно), мг/л	-	0,03	-	-	0,05	0,006 / 0,01*
ИТМ, суммарно, мг/л	15	-	5	0,4	-	
Кремний (Si), мг/л	-	10	-	-	-	1 (по SiO_3^{2-})
Мышьяк (As, суммарно), мг/л	-	0,05	-	-	-	0,05 / 0,01
Сурьма (Sb), мг/л	-	0,05	-	-	-	
Кальций (Ca^{2+}), мг/л	-	-	-	-	6,8	180 / 610*
Жесткость, мг-экв/л	7	7	6			
Сульфаты (SO_4^{2-}), мг/л	500	500	50	0,5	0,5	
Хлориды (Cl), мг/л	350	350	35	0,02	0,02	
Нитраты (NO_3^-), мг/л	45	45	15	0,2	0,2	
Фосфаты (PO_4^{3-}), мг/л	30	3,5	3,5	1	-	
Аммиак и аммонийные соли, мг/л	10	-	5	0,02	0,02	
Остаточный хлор (своб./связ.), мг/л	1,7	0,3-0,5 / 0,8-1,2	1,7	-	-	
Нефтепродукты, мг/л	0,5	0,1	0,3	-	-	0,05
ПАВ (анионные), мг/л	5	0,5	1	-	-	
ХПК, мг/л	150	-	50	-	-	
Окисляемость перманганатная,	-	5	-	-	0,08	

мг/л						
Сухой остаток, мг/л	1000	1000	400	5	5	
* ПДК установлены для морских водоемов.						

В пользу внедрения оборотных систем говорит и тот факт, что выполнение нормативных требований не обеспечивает возможность сброса очищенных сточных вод в водоем. Ниже приведены условия сброса сточных вод в водный объект.

Основное уравнение смешения сточных вод с природными имеет вид:

$$q C_{ст} + g Q C_{ф} = (q + g Q) C_{ПВ},$$

где Q и q - расход воды в водотоке и расход сточных вод, m^3/c ;

$C_{ф}$ и $C_{ст}$ - концентрация данного вредного вещества в водотоке (фоновая) и в сточных водах;

g - коэффициент смешения;

$C_{ПВ}$ - концентрация данного вредного вещества перед расчетным пунктом водопользования (в общем случае в 1 км выше по течению).

Решая это уравнение относительно $C_{ПВ}$, имеем:

$$C_{ПВ} = \frac{q \times C_{ст} + g \times Q \times C_{ф}}{q + g \times Q}$$

Эта формула позволяет прогнозировать санитарное состояние воды при всех заданных параметрах, входящих в нее. Прогноз осуществляется путем сравнения $C_{ПВ}$ с установленной для данного вещества ПДК. Если $C_{ПВ} < ПДК$, то прогноз благоприятен и, следовательно, меры, принимаемые на предприятии для очистки или для разбавления сточных вод, достаточны.

Максимальная предельная концентрация вредного вещества, которую предприятие может допустить в стоках и которая не вызовет превышения ПДК в пункте водопользования, рассчитывают по следующей формуле:

$$C_{max} = \frac{g \times Q}{q} (ПДК - C_{ф}) + ПДК$$

Если $C_{ф} > ПДК$, то сброс сточных вод невозможен, даже если все нормативные требования к сточным водам выполнены.

Современные системы оборотного водоснабжения требуют внедрения технологий, обладающих высоким инновационным потенциалом, таких как: мембранные процессы разделения, электрофлотация, ионный обмен на селективных ионообменных смолах, адсорбция на активированном угле, озонирование, выпаривание воды, кавитационные процессы.

Компоновка локального оборудования позволяет получить воду различных технических категорий и использовать её не только в оборотном водоснабжении, но и в повторном водопользовании технологических схем данного предприятия. Так, например, электрофлотационное оборудование и установки по выпариванию воды позволяют получить пармеат (техническая вода 2 категории) и дистиллят - ГОСТ 6709. Кавитационные установки позволяют очистить воду от биологических примесей 97%, что на сегодняшний день является наиболее эффективным способом очистки биологически загрязнённых вод.