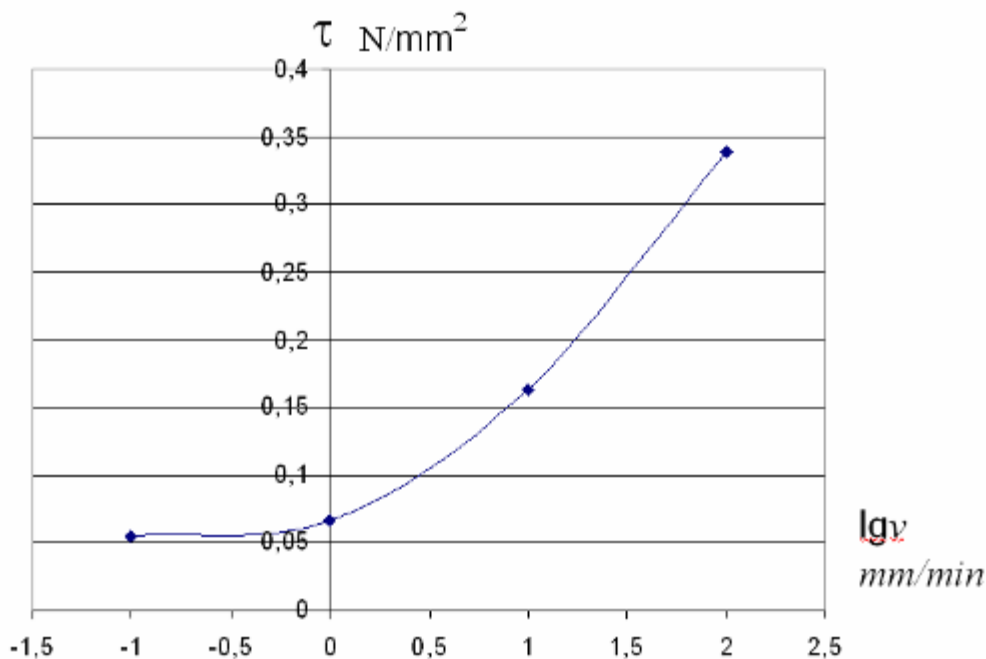


Проведенные испытания позволили также определить влияние скорости деформации на величину напряжений сдвига. Испытания на сдвиг производились при скорости перемещения траверсы 0,1, 1, 10 и 100 мм/мин. Результаты испытаний представлены на рисунке 3, на котором представлена зависимость максимального напряжения сдвига от десятичного логарифма скорости деформации.



**Рисунок 4 – Зависимость напряжения сдвига упруго-вязкого слоя материала «антифон» от логарифма скорости деформации**

### **Очистка сточных вод машиностроительных предприятий**

Тарасова Е.В.

*Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы  
lencom17@mail.ru*

*Ключевые слова: очистка сточных вод, характеристика загрязнения стоков, метод расчета загрязнений.*

Машиностроительные предприятия являются одним из основных источников загрязнения гидросферы. Наиболее эффективно решать проблему очистки сточных вод на этапе проектирования очистных сооружений, для чего необходимо установить характер загрязнений и существующие методы очистки.

Сточные воды машиностроительных предприятий можно разделить на три основные категории:

- производственные сточные воды, образующиеся в технологическом процессе;
- бытовые сточные воды (от санитарных узлов производственных и непромышленных помещений, от душевых установок, имеющих на территории промышленных предприятий);
- поверхностные сточные воды (дождевые, талые и поливомоечные).

Бытовые сточные воды машиностроительных предприятий чаще всего не подвергаются очистке на самом предприятии и отводятся на очистку на городские станции аэрации.

Производственные и поверхностные сточные воды должны подвергаться очистке на предприятии перед сбросом в водосточные городские сети или в водные объекты.

Вода на машиностроительных предприятиях используется для следующих основных целей: охлаждение или подогрев исходных материалов и продукции предприятий; охлаждение деталей и узлов технологического оборудования; растворение реагентов для приготовления различных технологических растворов, очистки исходных материалов или продукции. При этом происходит загрязнение воды растворимыми и нерастворимыми примесями. В сточных водах предприятий машиностроения могут содержаться следующие виды примесей: механические примеси органического и минерального происхождения, в том числе гидроксиды металлов; стойкие и летучие нефтепродукты; эмульсии, стабилизированные различного рода добавками; растворенные токсичные соединения органического и неорганического происхождения (ионы металлов, фенолы, цианиды, сульфаты, сульфиды и др.).

Качественная и количественная характеристика сточных вод, образующихся на машиностроительных предприятиях, зависит от вида технологических процессов производства продукции и использования в них воды.

*Литейные цехи.* Вода используется на операциях гидравлической выбивки стержней, транспортировки и промывки формовочной земли в отделениях регенерации, а также на гидротранспортировку отходов горелой земли и систему обеспыливающей вентиляции. Образующиеся при выполнении этих операций сточные воды загрязняются глиной, песком, зольными остатками от выгоревшей части стержневой смеси и связующими добавками формовочной смеси. Концентрация этих веществ изменяется в широких пределах в зависимости от применяемого оборудования, исходных формовочных материалов и может достигать значений 5000 мг/л.

*Механические цехи.* При обработке металлов вода используется для охлаждения инструмента, при промывке деталей и обработке помещений, при этом сточные воды загрязняются минеральными маслами, мылами, металлической и абразивной пылью и эмульгаторами. Основное загрязнение вносят смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), применяемые при обработке деталей на металлорежущих станках.

*Прокатные цехи.* Вода используется для охлаждения оборудования станов, гидросбива металлической окалины и обработки помещения. Сточные воды загрязняются в основном маслом и окалиной.

Аналогичные загрязнения, но в меньших концентрациях, содержатся в сточных водах штамповочных и кузнечно-прессовых цехов.

*Гальванические цехи.* Вода используется для приготовления растворов электролитов, промывных операций перед нанесением покрытий и перед сушкой деталей, для наполнения ванн улавливания загрязняющих веществ, а также промывки деталей после нанесения гальванических покрытий. Из всех видов сточных вод машиностроительных предприятий стоки гальванических цехов загрязнены в наибольшей степени ядовитыми химическими веществами, при этом концентрации загрязнений существенно зависят от вида технологического процесса нанесения гальванопокрытий.

Основные виды загрязнений сточных вод гальванических цехов: при травлении - различные кислоты; обезжиривании - цианиды и кислоты; декапировании - кислоты; осветлении - щелочи и азотная кислота; электрополировании - серная и азотная кислоты; латунировании - цианы; нанесении металлических покрытий - медь, никель, хром, кадмий, цинк, серебро, олово (в зависимости от вида покрытия); анодировании - кислоты и т. п.

В остальных цехах машиностроительных предприятий (сборосварочных, монтажных, испытательных, лакокрасочных и т. п.) сточные воды содержат механические примеси, маслопродукты, кислоты и т. д., однако концентрации этих веществ значительно ниже, чем в вышеуказанных видах производств.

Определение качественной и количественной характеристики загрязнения производственных сточных вод важно для выбора метода их очистки и технологической линии очистки, контроля эксплуатации очистных сооружений и сброса сточных вод, а также для решения

Раздел 2. Технология машиностроения и материалы.

вопросов о возможности повторного использования стоков, извлечения и утилизации веществ, загрязняющих воду.

Таблица 1

**Основные методы очистки сточных вод**

Классы загрязнений сточных вод	Группа показателей (идентификатор)	Основные методы очистки
Грубодисперсные взвешенные частицы	Взвешенные вещества с размером частиц более 0.5 мм	Просеивание, первичное отстаивание без реагентов, фильтрация
Грубодисперсные эмульгированные частицы	Капельные загрязнения, органические вещества, несмешивающиеся с водой	Гравитационная сепарация, фильтрация, флотация, электрофлотация
Микрочастицы	Взвешенные вещества с размером частиц более 0.01 мм	Фильтрация, коагуляция, флокуляция, напорная флотация
Стабильные эмульсии	Нефтепродукты в количестве более 5 мг/л, вещества, экстрагируемые серным эфиром	Объемно-тонкослойная седиментация, напорная флотация, электрофлотация, коалесценция
Коллоидные частицы	Размер частиц от 0.1 до 10 мкм	Микрофильтрация, электрофлотация.
Агрессивность среды	pH, общая щелочность, общая кислотность	Нейтрализация
Масла	Концентрация масел в сточных водах более 10 мг/л	Гравитационная сепарация, флотация, электрофлотация
Фенолы	Концентрация фенолов в стоках 0.5-5 мг/л	Биологическая очистка и химическое окисление (озон), адсорбция на угле
Фенолы	Концентрация фенолов в сточных водах 5-500 мг/л	Биологическая очистка и флотация, коагуляция и химическое окисление (озон, хлор)
Высокое содержание органических примесей	БПК/ХПК > 0.5	Биохимическая очистка, сорбционная очистка
Ионы тяжелых и цветных металлов	Концентрации $Cu^{2+}$ , $Zn^{2+}$ , $Ni^{2+}$ , Fe (общая), $Cd^{2+}$ порядка 1-100 мг/литр	Реагентный метод очистки, электрокоагуляция гальванокоагуляция, ионный обмен, мембранный электролиз, электрофлотация
Цианиды	Концентрация $CN^-$ в сточных водах порядка 1-10 мг/л	Химическое окисление, электролиз, электрофлотация, обратный осмос, ионный обмен, адсорбция.
Хром (VI)	Концентрация $Cr^{6+}$ в стоках порядка 1-100 мг/л	Гальванокоагуляция, электрокоагуляция, электрохимическое восстановление, реагентный метод и электрофлотация
Хром (III)	Концентрация $Cr^{3+}$ в стоках порядка 1-100 мг/л	Осаждение и фильтрация, осаждение и центрифугирование, ионный обмен, электрофлотация
Хлориды	Концентрация хлоридов > 300 мг/л	Электродиализ, обратный осмос
Общее солесодержание сточных вод	Концентрация солей порядка 1-1000 мг/л	Обратный осмос, электродиализ, ионный обмен, дистилляция, выпаривание

Основные методы очистки сточных вод в зависимости от загрязнения представлены в табл. 1. Таким образом, производственные сточные воды подвергаются очистке биохимическими, химическими, сорбционными методами, а также методами электродиализа, ионного обмена, обратного осмоса и т. д., которые являются трудоемкими и дорогостоящими.

Отсюда следует, что на промышленных предприятиях целесообразно функционирование отдельных систем водоотведения, то есть производственные и поверхностные сточные воды должны подвергаться очистке на разных очистных сооружениях с различной технологической линией очистки.

В соответствии с постановлением Правительства Москвы [1], поверхностные сточные

воды перед сбросом в сети дождевой канализации или в водные объекты также должны быть очищены до нормативных показателей по 14 нормируемым веществам.

При выборе технологии по очистке поверхностного стока определяется объем поверхностных сточных вод и исходная концентрация загрязняющих веществ, содержащихся в стоке.

Анализ и оценка проектной документации строительства очистных сооружений сточных вод промышленных предприятий показал, что в настоящее время отсутствует четкая методика по определению исходных концентраций загрязняющих веществ поверхностных сточных вод, что приводит к значительному затягиванию согласования проектной документации по строительству очистных сооружений поверхностных сточных вод.

В то же время имеются «Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты» [2], в соответствии с которыми концентрация загрязняющих веществ для машиностроительных предприятий установлены следующим образом: взвешенные вещества – 500-2000 мг/л, солесодержание – 50-3000 мг/л, нефтепродукты – до 500 мг/л, ХПК – до 1400 мг/л, БПК<sub>20</sub> – до 400 мг/л. В этих рекомендациях не учитываются условия, при которых рассчитывается конечная концентрация загрязняющих веществ поверхностного стока, а также характеристики различных видов поверхностей промышленных площадок (территория застройки, проезды, асфальтовые площадки, газоны и др.), что приводит к занижению исходной концентрации загрязняющих веществ.

Годовой поверхностный сток с промышленной площадки, поступающий на очистку, формируется из дождевого, талого, поливочного стоков. Объем каждого из них зависит от слоя осадков, образующихся в теплый и холодный период года соответственно, коэффициента стока, который в свою очередь зависит от вида и характеристик поверхности.

Разработана методика расчета по определению исходных концентраций загрязняющих веществ, учитывающая объемы конкретного вида стока, формируемого на различных площадях, отличающихся коэффициентом впитывания воды.

Общий водосбор промышленного предприятия разбивается на частные водосборы со своим установленным коэффициентом стока и концентрацией примесей, определяется среднегодовой объем дождевого, талого, поливочного стока каждого вида поверхности. Через массу загрязняющих веществ в каждом из частных водосборов, определяется средневзвешенная концентрация загрязняющих веществ дождевого, талого, поливочного стоков. Конечная средневзвешенная концентрация загрязняющих веществ определяется как среднеарифметическая величина, учитывающая концентрации загрязняющих веществ дождевого, талого, поливочного стоков и их объема в сточных водах:

$$C_j = \frac{C_{jd} \cdot W_d + C_{jt} \cdot W_t + C_{jm} \cdot W_m}{W_{\Gamma}}, \quad (1)$$

где:  $C_j$  – исходная концентрация загрязняющих веществ поверхностного стока, мг/л;

$C_{jd}$ ,  $C_{jt}$ ,  $C_{jm}$  – концентрация загрязняющих веществ в дождевом, талом и поливочном стоках соответственно, мг/л;

$W_d$ ,  $W_t$ ,  $W_m$  – объемы дождевого, талого и поливочного стоков соответственно, м<sup>3</sup>/год;

$W_{\Gamma}$  – общий годовой объем стока, м<sup>3</sup>/год.

Апробация методики расчета по определению исходной концентрации загрязняющих веществ поверхностных сточных вод промышленных предприятий на этапе проектирования очистных сооружений показала, что существующие методы дают заниженные показатели загрязнения:

- по взвешенным веществам до 15%;
- по нефтепродуктам до 10%.

## Раздел 2. Технология машиностроения и материалы.

---

Таким образом, обоснована целесообразность отдельных систем водоотведения и очистки производственных и поверхностных сточных вод промышленных предприятий. Разработана методика расчета по определению концентраций загрязняющих веществ в поверхностных сточных водах, что позволит более точно определить исходную концентрацию загрязняющих веществ и, соответственно, приведет к совершенствованию проектирования технологической схемы очистки поверхностных сточных вод.

### **Литература**

1. Постановление Правительства Москвы от 17.04.2001 № 355 «О Генеральной схеме отвода и очистки поверхностного стока с территории г. Москвы на период до 2010 г.».
2. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с жилых территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты, ВНИИ «ВОДГЕО», 2006 г.