
УДК 504.3.054

Загрязнение атмосферного воздуха от процесса хромирования гальванического цеха ОАО «Муромский радиозавод»

Карамышева Д.В.

В статье рассматривается проблема загрязнения атмосферного воздуха от процесса хромирования гальванического цеха ОАО «Муромский радиозавод». Источниками выделений загрязняющих веществ в атмосферу являются гальванические ванны, с поверхности которых испаряется электролит. Основными выделяющимися загрязняющими веществами при хромировании являются едкая щелочь, серная кислота, водород хлористый, оксид хрома (VI), азотная кислота. В статье представлен расчёт количества газообразных загрязняющих веществ, выделяющихся в воздушный бассейн при электрохимической обработке металлов с зеркала раствора ванны. Произведён расчёт максимального значения приземной концентрации. Рассчитано расстояние от источника выбросов, на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения. Произведено сравнение максимального значения концентрации вредного вещества с максимально-разовой предельно допустимой концентрацией.

Ключевые слова: атмосфера, загрязнение, ОАО «Муромский радиозавод», загрязняющее вещество, приземная концентрация, максимально-разовая предельно допустимая концентрация.

Air pollution as a result of chromium plating in the galvanizing shop of JSC «Murom Radio Manufacturer»

Karamisheva D.V.

The paper deals with the problem of air pollution resulting from chromium plating process in the galvanizing shop of JSC "Murom Radio Manufacturer". The pollution source of is galvanic baths, which evaporate electrolyte from their surfaces. The major pollutants in chromium plating process are caustic alkali, sulfuric acid, hydrogen chloride, chromium oxide (VI) and nitric acid. The paper provides a pre-estimated amount of gaseous pollutants emitted into the atmosphere in electrochemical metal processing from the bath solution level. The maximum ground concentration is presented. The distance from the emission source, where the surface pollution concentration reaches its maximum level under the adverse weather conditions, is considered. The contrast between the maximum concentration of hazardous substances and one-time bare maximum concentration is given.

Keywords: atmosphere, pollution, JSC "Murom Radio Manufacturer", pollutants, surface concentration, one-time bare maximum concentration.

Введение

Технологический процесс хромирования заключается в следующем: стальные конструкции, подвергаемые хромированию, и хромовые пластины погружаются в ванну с электролитом. В качестве электролита используется раствор солей наносимого металла. Пластины и конструкции подключаются к источнику постоянного тока. Само изделие является катодом, анод - металлическая пластина. При прохождении тока через электролит соли

металла распадаются на ионы. Положительно заряженные ионы металла направляются к катоду, в результате чего происходит электроосаждение металла.

Процесс хромирования связан с протеканием электрохимических реакций, которые сопровождаются выделением в воздух помещения и атмосферу различных загрязняющих веществ.

Целью работы является изучение деятельности участка хромирования гальванического

цеха ОАО «Муромский радиозавод» как потенциального источника загрязнения атмосферы.

Расчёт количества загрязняющих веществ, выделяющихся с зеркала ванны

Для расчёта количества загрязняющих веществ (ЗВ), выделяющихся при гальванической обработке, принят удельный показатель УЗВ, отнесенный к площади поверхности гальванической ванны. $У^{ЗВ}$ – величина удельного выделения ЗВ (удельный показатель), измеряемый в мг/(с·м²) [1].

Расчет количества газообразных загрязняющих веществ, выделяющихся в воздушный бассейн при электрохимической обработке металлов с зеркала раствора ванны, (г/с) осуществляется по формуле

$$G^{ЗВ} = 10^{-3} \cdot У^{ЗВ} \cdot F_B \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (1)$$

где $У^{ЗВ}$ - величина удельного выброса загрязняющего вещества, выделяющегося с единицы поверхности гальванической ванны, мг/(с·м²).

$$\begin{aligned} У^{ЗВ} (\text{едкая щелочь}) &= 999,6 \text{ мг/(с·м}^2\text{)}; \\ У^{ЗВ} (\text{серная кислота}) &= 868,3 \text{ мг/(с·м}^2\text{)}; \\ У^{ЗВ} (\text{водород хлористый}) &= 936 \text{ мг/(с·м}^2\text{)}; \\ У^{ЗВ} (\text{оксид хрома (VI)}) &= 855 \text{ мг/(с·м}^2\text{)}; \\ У^{ЗВ} (\text{азотная кислота}) &= 949 \text{ мг/(с·м}^2\text{)}; \\ F_B & - \text{площадь зеркала ванны, } F_B = 2,9 \text{ м}^2. \end{aligned}$$

K_1 - коэффициент укрытия ванны

($K_1 = 1$, т.к. отсутствуют ПАВ);

K_2 - коэффициент загрузки ванны,

$$K_2 = f_{\text{факт}} / F_{\text{факт}}, \quad (2)$$

где $f_{\text{факт}}$ - фактическая площадь поверхности деталей, обрабатываемых за один час, $f_{\text{факт}} = 3,3$ м²/час,

$F_{\text{факт}}$ - суммарная площадь поверхности обрабатываемых деталей за один час, $F_{\text{факт}} = 4,57$ м²/час.

Подставляя известные данные, получим $K_2 = 0,72$;

K_3 - коэффициент заполнения объема ванны, $K_3 = 1$;

K_4 - коэффициент, учитывающий тип ванны, $K_4 = 1,5$;

K_5 - коэффициент, учитывающий введение автоматической линии, $K_5 = 1$.

По формуле (1) определяем количество газообразных загрязняющих веществ, выделяющихся в воздушный бассейн при электрохимической обработке металлов с зеркала раствора ванны

$$\begin{aligned} G^{ЗВ} (\text{едкая щелочь}) &= 3,25 \text{ г/с}; \\ G^{ЗВ} (\text{серная кислота}) &= 2,7 \text{ г/с}; \\ G^{ЗВ} (\text{водород хлористый}) &= 2,93 \text{ г/с}; \\ G^{ЗВ} (\text{оксид хрома (VI)}) &= 2,6 \text{ г/с}; \\ G^{ЗВ} (\text{азотная кислота}) &= 2,97 \text{ г/с}. \end{aligned}$$

Расчёт максимального значения приземной концентрации

Максимальное значение приземной концентрации для холодного выброса от точечного источника (мг/м³) в соответствии с методикой [2] определяется по формуле

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot \eta \cdot K}{H^{7/3}}, \quad (3)$$

где A - коэффициент, зависящий от температурной стратификации. В данном случае $A = 140$;

M - масса вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу в единицу времени. По данным предприятия масса вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу в единицу времени составляет:

$$\begin{aligned} M (\text{едкая щелочь}) &= 3,25 \text{ г/с}; \\ M (\text{серная кислота}) &= 2,7 \text{ г/с}; \\ M (\text{водород хлористый}) &= 2,93 \text{ г/с}; \\ M (\text{оксид хрома (VI)}) &= 2,6 \text{ г/с}; \\ M (\text{азотная кислота}) &= 2,97 \text{ г/с}; \end{aligned}$$

F - коэффициент, учитывающий скорость оседания газов или иных вредных веществ (для аэрозолей при отсутствии очистки $F = 3$);

η - коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности. При перепаде высот менее 50 м $\eta = 1$;

$$K = \frac{D}{8V_1} = \frac{1}{7.1 \sqrt{W_0 V_r}}, \quad (4)$$

где W_0 – средняя скорость выхода газов из устья источника, м/с.

$$W_0 = \frac{4 \cdot V_r}{3,14 \cdot D^2}, \quad (5)$$

где V_r – расход газа, $V_r = 0,56$ м³/с;

D – диаметр устья источника выбросов, $D = 0,4$ м.

Подставляя значения в формулу (5) получим

$$W_0 = 4,46 \text{ м/с.}$$

$$v_m = 0,65 \cdot \sqrt{\frac{V_r \cdot \Delta T}{H}}, \quad (6)$$

где H – высота источника выброса над уровнем земли, $H = 10$ м;

ΔT – разность температур между температурой выброса газов и температурой окружающей среды, $\Delta T = 4,4^\circ\text{C}$.

Подставляя значения в формулу (6) получим $vm = 0,32$.

$$f = 1000 \cdot \frac{W_0 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}, \quad (7)$$

Подставляя значения в формулу (7) получим $f = 18,08$.

Коэффициент m определяется по соотношению

$$m = 0,9, \text{ при } f < 100, \text{ } vm < 0,5$$

По формуле (3) определяем максимальное значение приземной концентрации

$$C_m \text{ (едкая щелочь)} = 0,508 \text{ мг/м}^3;$$

$$C_m \text{ (серная кислота)} = 0,422 \text{ мг/м}^3;$$

$$C_m \text{ (водород хлористый)} = 0,458 \text{ мг/м}^3;$$

$$C_m \text{ (оксид хрома (VI))} = 0,406 \text{ мг/м}^3;$$

$$C_m \text{ (азотная кислота)} = 0,464 \text{ мг/м}^3.$$

Все полученные данные о выбросах загрязняющих веществ в атмосферу от линии покрытия хромом представлены в таблице 1.

Расчёт расстояния от источника выбросов

Расстояние от источника выбросов, на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения (м), определяется по формуле

$$X_m = \frac{5 - F}{4} \cdot d \cdot H, \quad (8)$$

где d – безразмерный коэффициент определяемый

$$d = 4,95 \cdot v_m \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}), \quad (9)$$

Подставляя значения в формулу (9) получим $d = 2,3$.

По формуле (8) определяем расстояние от источника выбросов, на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения

$$X_m = 11,5 \text{ м.}$$

Заключение

Из таблицы видно, что по таким веществам, как едкая щелочь, водород хлористый, оксид хрома (VI), азотная кислота, выделяющимся при проведении технологического процесса хромирования, значения максимальных приземных концентраций от источника выброса превышают нормативы качества атмосферного воздуха (ПДК_{м.р.}), что свидетельствует о невыполнении санитарных норм. Для обеспечения экологической безопасности на данном предприятии необходимо снизить концентрацию вещества с помощью устройства защиты

Таблица 1 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от линии покрытия хромом

Наименование вещества	Максимальное значение концентрации вредного вещества (C_m), мг/м ³	ПДК _{м.р.} , мг/м ³
Едкая щелочь	0,508	0,5
Серная кислота	0,422	1
Водород хлористый	0,458	0,2
Оксид хрома (VI)	0,406	0,0015
Азотная кислота	0,464	0,4

атмосферного воздуха (фильтры, скрубберы, циклоны, адсорберы и т.п.).

Тема загрязнения окружающего воздуха от гальванического производства на сегодняшний день актуальна и требует более подробного рассмотрения.

Литература

1. Методика расчета выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу при производстве металлопокрытий гальваническим способом (по величинам удельных показателей).
2. ОНД - 86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий».
3. Шарпова Е.В. Загрязнение атмосферы промышленностью г. Муром // *Машиностроение и безопасность жизнедеятельности*, № 4, 2014. – С.57-63.
4. Соловьев Л.П., Шарпов Р.В., Булкин В.В., Гусейнов Н.Г., Ермолаева В.А., Лазуткина Н.А., Лодыгина Н.Д., Первушин Р.В., Романченко С.В., Серeda С.Н., Шарпова Е.В., Калинин М.В. Мониторинг окружающей среды селитебных территорий малых промышленных городов // *Машиностроение и безопасность жизнедеятельности*, №4, 2014. – С. 34-40.

References

1. Metodika rascheta vydelenij (vybrosov) zagryznajushhih veshhestv v atmosferu pri proizvodstve metallopokrytij gal'vanicheskim sposobom (po velichinam udel'nyh pokazatelej) [Method of calculation secretions (emissions) of pollutants into the atmosphere during the production of electrodeposited metal coatings (in terms of specific indicators)].
2. ОНД - 86 «Metodika rascheta koncentracij v atmosfernom vozduhe vrednyh veshhestv, soderzhashhihsja v vybrosah predpriyatij» [The methodology for calculating the concentration in the air of harmful substances in industrial emissions].
3. Sharapova E.V. Zagryznenie atmosfery promyshlennost'ju g. Muromai [Polluting the air by industries in the town of Murom] // *Mashinostroenie i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti* [Engineering industry and life safety], №4, 2014. – P.57-63.
4. Solovjev L.P., Sharapov R.V., Bulkin V.V., Gusejnov N.G., Ermolaeva V.A., Lazutkina N.A., Lodygina N.D., Pervushin R.V., Romanchenko S.V., Sereda S.N., Sharapova E.V., Kalinichenko M.V. Monitoring okruzhajushhej sredy selitebnyh territorij malyh promyshlennyh gorodov [Environmental monitoring in residential areas of small industrial cities] // *Mashinostroenie i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti* [Engineering industry and life safety], №4, 2014. – P. 34-40.

Статья поступила в редакцию 4 марта 2015 г.

Карамышева Дарья Владимировна – студент кафедры «Техносферная безопасность» Муромского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром, Россия. E-mail: karamysheva1801@ya.ru

Karamisheva Daria Vladimirovna – Student, Murom Institute of Vladimir State University, Murom, Russia. E-mail: karamysheva1801@ya.ru