

## ОЧИСТКА МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД: НОВЫЕ РЕШЕНИЯ

Зенько Е.С.

Научный руководитель канд. техн. наук Курилина Т.А.  
*Инженерно-строительный институт*

Омеднение покрытий применяется во многих отраслях промышленности ПРИ ЭТОМ образуются сточные воды, содержащие примеси относящиеся к группе высокотоксичных компонентов наиболее опасных для окружающей среды. Кроме того, проблема обработки медьсодержащих стоков стала актуальной в последнее время в связи с постоянным увеличением ставок платы за негативное воздействие на окружающую среду, в том числе за сброс в водные объекты загрязняющих веществ, поэтому решение вопросов водоочистки должно рассматриваться не только исходя из условий экономической целесообразности, но и учитывать современные экологические требования. Реагентные методы часто применяемые в технологии очистки сточных вод.

В настоящей работе приведены исследования по применению нового перспективного реагента AMERSEP MP7, производства Ashland Specialty Chemical Company Drew Industry (Netherlands), который позволяет осаждать катионы тяжелых металлов из сточных вод предприятий благодаря сильному комплексообразующему действию. Реагент AMERSEP MP7 представляет собой жидкость красно-оранжевого цвета, содержит 25-40% раствора полиацетилена натрия, плотность реагента 1050 кг/м<sup>3</sup>. Он легко растворяется в холодной воде, обладает слегка серным запахом, величина pH – 11,0, температура замерзания – 0<sup>0</sup>C, температура кипения – 100<sup>0</sup>C, относительная плотность (вода=1) – 1,05.

Задачей проводимых исследований являлось определение оптимальных доз современного реагента AMERSEP MP7, широко используемого на западе для обеспечения высокого эффекта очистки стоков, содержащих ионы меди, в экономически выгодных условиях. В результате обработки медьсодержащих стоков реагентом AMERSEP MP7 удалось значительно снизить содержание ионов меди в модельной жидкости.

Для обоснования основных технологических параметров процесса очистки медьсодержащих стоков реагентом AMERSEP MP7 было проведено рототабельное планирование эксперимента по методу Бокса-Хантера.

В качестве факторов, от которых зависит процесс очистки стоков от ионов меди Cu<sup>2+</sup>, были приняты следующие:

X<sub>1</sub> – исходная концентрация ионов Cu<sup>2+</sup> в стоках, мг/дм<sup>3</sup>;

X<sub>2</sub> – доза реагента AMERSEP MP7 мг/дм<sup>3</sup>;

X<sub>3</sub> – величина pH.

Оценочными критериями являлись:

Y<sub>1</sub> – остаточная концентрация ионов Cu<sup>2+</sup>, мг/дм<sup>3</sup>;

Y<sub>2</sub> – объем осадка, %.

Факторы и уровни их варьирования были выбраны на основе предварительных исследований и представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Факторы и уровни их варьирования

Фактор	интервал	+1,68	+1	0	-1	-1,68
X <sub>1</sub>	40	167,2	140	100	60	32,8
X <sub>2</sub>	0,05	0,214	0,18	0,13	0,08	0,046
X <sub>3</sub>	1,5	12,11	11,5	10	8,5	7,88

В результате обьсчета экспериментальных данных были получены уравнения регрессии, адекватность которых проверялась по критериям Фишера.

– остаточная концентрация ионов меди  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{мг/дм}^3$

$$\hat{Y}_1 = 0,185 + 0,194X_1 - 0,033X_2 + 0,0025X_3 + 0,026X_2X_3 + 0,179X_1^2 + 0,045X_2^2 + 0,041X_3^2$$

– объем образующегося осадка, %

$$\hat{Y}_2 = 1,5 + 1,039X_1 + 0,193X_2 - 0,034X_3 - 0,292X_1X_2 + 0,0775X_2X_3 - 0,197X_1X_3 + 0,389X_1^2 + 0,52X_2^2 + 0,283X_3^2$$

Задачей регрессионного анализа был подбор математических формул, наилучшим образом описывающих экспериментальные данные, а полученные уравнения регрессии позволили определить не только влияние отдельных факторов, но и установить степень их взаимодействия.

Как видно из уравнений, наибольшее влияние на процесс обезвреживания стоков оказывают исходная концентрация ионов меди в модельной жидкости и доза реагента AMERSEP MP7, и в меньшей степени – величины pH.

По уравнениям регрессии построены графические зависимости остаточной концентрации ионов меди и объема осадка от исследуемых параметров.

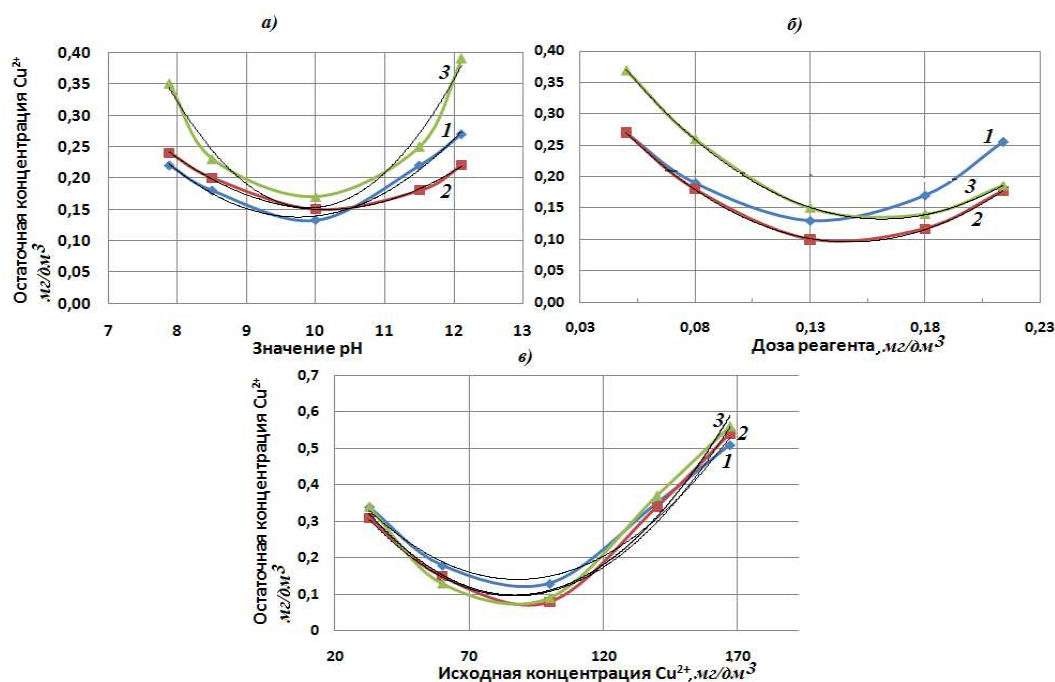


Рис. 1. Зависимость остаточной концентрации меди от: а) исходного значения pH; б) дозы реагента AMERSEP MP7  $\text{мг/дм}^3$ ; в) исходной концентрации меди

а)  $C_{\text{исх.}}^{\text{Cu}^{2+}} = 100 \text{ мг/дм}^3$ ; 1. – pH=8,5; 2 – pH=10,0; 3 – pH=11,5.

$$1 - y_1 = 0,0244x_3^2 - 0,4752x_3 + 2,4528$$

$$2 - y_1 = 0,0179x_3^2 - 0,363x_3 + 1,9913$$

$$3 - y_1 = 0,0466x_3^2 - 0,9239x_3 + 4,728$$

$x_3$  – величина pH;  $y_1$  – остаточная концентрация меди,  $\text{мг/дм}^3$

б)  $C_{\text{исх.}}^{\text{Cu}^{2+}} = 100 \text{ мг/дм}^3$ ; 1.– доза реагента=0,08  $\text{мг/дм}^3$ ; 2 – доза реагента=0,13  $\text{мг/дм}^3$ ; 3 – доза реагента=0,18  $\text{мг/дм}^3$

$$1 - y_1 = 19,716x_2^2 - 5,3045x_2 + 0,4868$$

$$2 - y_1 = 18,396x_2^2 - 5,4207x_2 + 0,4952$$

$$3 - y_1 = 19,276x_2^2 - 6,2113x_2 + 0,6327$$

$x_2$  – доза реагента AMERSEP MP7 мг/дм<sup>3</sup>;  $y_1$  – остаточная концентрация меди, мг/дм<sup>3</sup>

в) Доза реагента AMERSEP MP7 мг/дм<sup>3</sup>=0,13 мг/дм<sup>3</sup>; 1–pH=8,5; 2 – pH=10,0; 3 – pH=11,5

$$1 - y_1 = 0,00006x_1^2 - 0,0109x_1 + 0,6221$$

$$2 - y_1 = 0,00007x_1^2 - 0,0125x_1 + 0,6384$$

$$3 - y_1 = 0,00008x_1^2 - 0,0133x_1 + 0,6749$$

$x_1$  – исходная концентрация ионов меди  $C_{исх.}^{Cu^{2+}}$ ;  $y_1$  – остаточная концентрация меди, мг/дм<sup>3</sup>

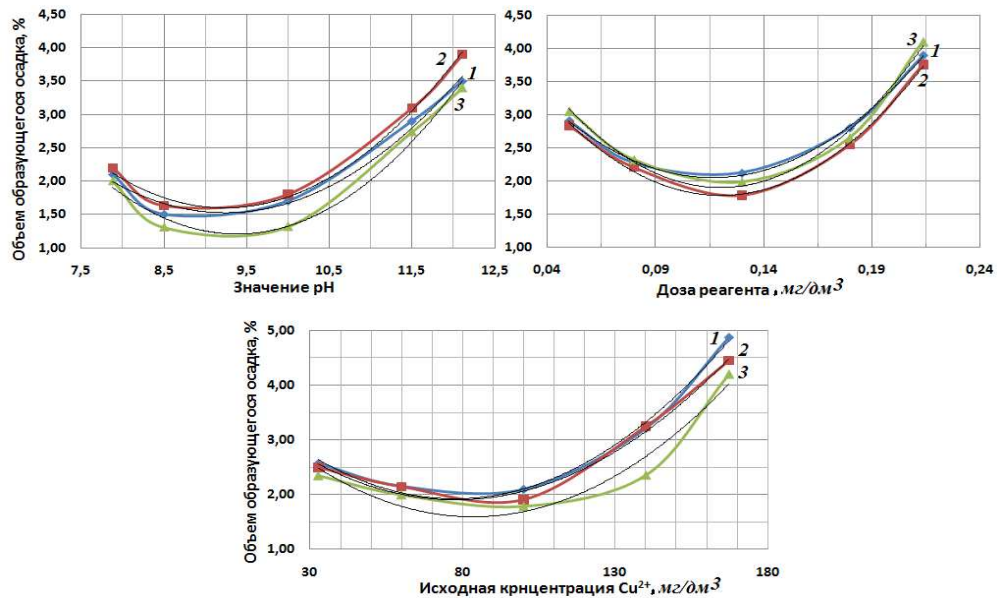


Рис. 2. Зависимость объема осадка от а) исходного значения pH; б) дозы реагента AMERSEP MP7 мг/дм<sup>3</sup>; в) исходной концентрации меди

а)  $C_{исх.}^{Cu^{2+}} = 100$  мг/дм<sup>3</sup>; 1. – pH=8,5; 2 – 10,0; 3 – 11,5.

$$1 - y_2 = 0,2500x_3^2 - 4,6224x_3 + 22,89$$

$$2 - y_2 = 0,2842x_3^2 - 5,2503x_3 + 25,848$$

$$3 - y_2 = 0,3092x_3^2 - 5,804x_3 + 28,439$$

$x_3$  – величина pH;  $y_1$  – остаточная концентрация меди, мг/дм<sup>3</sup>

б)  $C_{исх.}^{Cu^{2+}} = 100$  мг/дм<sup>3</sup>; 1. – доза реагента=0,08 мг/дм<sup>3</sup>; 2 – доза реагента=0,13 мг/дм<sup>3</sup>; 3 – доза реагента=0,18 мг/дм<sup>3</sup>

$$1 - y_2 = 192,87x_2^2 - 44,897x_2 + 4,6597$$

$$2 - y_2 = 222,22x_2^2 - 53,427x_2 + 4,9883$$

$$3 - y_2 = 242,74x_2^2 - 58,255x_2 + 5,3915$$

$x_2$  – доза реагента AMERSEP MP7 мг/дм<sup>3</sup>;  $y_1$  – остаточная концентрация меди, мг/дм<sup>3</sup>

в) Доза реагента AMERSEP MP7 мг/дм<sup>3</sup>=0,13 мг/дм<sup>3</sup>; 1–pH=8,5; 2 – pH=10,0; 3 – pH=11,5

$$1 - y_2 = 0,0004x_1^2 - 0,0555x_1 + 4,0729$$

$$2 - y_2 = 0,0003x_1^2 - 0,050x_1 + 3,8485$$

$$3 - y_2 = 0,0003x_1^2 - 0,0576x_1 + 4,0009$$

$x_1$  – исходная концентрация ионов меди  $C_{исх.}^{Cu^{2+}}$ ;  $y_1$  – остаточная концентрация меди, мг/дм<sup>3</sup>

Как видно из рис. 1 и 2 зависимости носят нелинейный характер и позволяют определить оптимальные значения режимов обработки стоков реагентом AMERSEP MP7.