

Уточнение методики определения заряда капельного уноса в рабочую зону при барботаже электролитов

В.И. Гаршин
Донской государственный технический университет
г. Ростов–на–Дону
С.Л. Пушенко, Е.С. Филь
Ростовский государственный строительный университет
г. Ростов–на–Дону

Процессы химической и электрохимической обработки материалов широко распространены в промышленности. Одной из актуальных с точки зрения обеспечения безопасности труда проблем является борьба с уносом капель вредного электролита в рабочую зону, возникающим в процессе нанесения гальванических покрытий.

Для решения этой проблемы в течение длительного времени на кафедре ПБ ИЭиМ ДГТУ разрабатываются устройства для электроулавливания аэрозолей гальванического электролита, проводятся исследования теоретических основ электроулавливания и работы указанных устройств.

В настоящее время разработан целый ряд конструкций многофункциональных надповерхностных электроуловителей (МНЭУ) гальванических аэрозолей. Большинство из этих конструкций защищено патентами РФ, например [1, 2, 3].

Особенности конструкции и принцип действия МНЭУ, основанный на улавливании капель аэрозоля в неоднородном электрическом поле, описаны в работе [4].

К основным преимуществам указанных устройств относятся:

- высокая эффективность улавливания капельного уноса электролита в рабочую зону;
- высокая безопасность в эксплуатации, т.к. в устройствах применяются источники низкого напряжения;
- обеспечение практически полного возврата уноса электролита в гальваническую ванну;
- небольшая металло– и материалоемкость конструкции электроуловителей;
- малое энергопотребление.

Особенности процессов движения капель жидкостных аэрозолей во внешнем электрическом поле описаны в работе [5].

Теоретические основы электроулавливания в первом приближении, описаны в [6]. В данной работе заряд отдельной капли аэрозоля, летящей вертикально вверх в поле плоского воздушного конденсатора определялся из выражения:

$$q = \frac{m \cdot b \cdot g}{2 \cdot E \cdot (\sqrt{h_{MAX}} \pm \sqrt{\Delta h})^2} \quad (1)$$

где: m – масса капли, кг; b – зазор между пластинами уловителя, м; g – ускорение свободного падения, м/с²; E – напряженность поля между пластинами уловителя, В/м; h_{MAX} – максимальная ордината капель, м;

$\Delta h = h_{MAX} - h$, где h – ордината падения рассматриваемой уловленной на электроде капли, м.

Для определения размеров и массы капель вредных электролитов, выбрасываемых в воздушную среду рабочей зоны в исследуемых технологических процессах, применялся метод зондирования капель на стеклянную подложку с последующим сканированием отпечатков капель и цифровой обработкой полученных растровых изображений, описанный в работе [7].

Проведенные ранее теоретические и практические исследования не до конца учитывают некоторые особенности процесса улавливания капельного уноса барботажных электролитов. В соответствии с этим возникает целый ряд задач.

В формуле (1) не учитывается влияние радиуса капли на величину заряда. На основании проведенных измерений можно предположить, что это влияние описывается степенной зависимостью вида

$$q = a \cdot r^b \quad (2)$$

где r – радиус капли, м; a и b – коэффициенты.

Для предварительного расчета основных параметров работы электроуловителей можно воспользоваться выражением (2), не вникая в природу образования заряда. Это же выражение пригодно при численном моделировании устройств и процессов электроулавливания. Однако, по мере усложнения конструкций и увеличения их разнообразия возникает необходимость в уточнении этой зависимости.

Путем анализа процесса формирования капли при барботаже сделан вывод о том, что вклад специфической адсорбции в образование заряда капли незначителен, и его влиянием можно пренебречь. Преобладающим фактором в формировании капли следует считать индукционный заряд.

Кроме того, в формулу (1) необходимо ввести зависимость максимальной высоты взлета от радиуса капли во всем диапазоне размеров $h_{\text{MAX}} = f(r)$. Такой учет был выполнен в работе [8] при выводе формулы для эффективности комбинированного надповерхностного электроуловителя.

В настоящее время усовершенствована методика измерения параметров заряда и траектории движения капель в поле электроуловителя. Для обработки результатов измерений разрабатывается программное обеспечение, учитывающее названную зависимость высоты взлета от размера капли и другие особенности процесса. При разработке программного обеспечения могут быть использованы аналоги методик обработки данных, описанные в [9]. Кроме того, закладывается возможность выполнения компьютерного моделирования процесса с автоматическим или пользовательским подбором параметров/

Следует учесть также еще одну особенность процесса. При контакте капли с поверхностью электрода может произойти дробление ее на несколько капель меньшего размера, «разбрызгивание» с образованием серии капель, различных по размеру и массе. Это явление может вносить определенный и, возможно, значительный вклад в общую картину процесса электроулавливания.

Любая система улавливания капель состоит, как правило, из нескольких ступеней. В нашем случае первой ступенью является МНЭУ, в качестве второй ступени могут применяться аппараты с любым другим принципом действия, например, фильтры из нетканых материалов.

Представляет интерес определить балансовые показатели такой системы, в частности, балансы по диаметрам улавливаемых капель, по общей и фракционной эффективности ступеней и пр. Кроме того, следует определить степень взаимного влияния ступеней системы друг на друга. Результаты исследований могут быть использованы для подбора параметров каждой из ступеней с целью получения наиболее выгодных характеристик системы улавливания в целом.

Разрабатываемый метод может быть использован не только в области гальванического производства в машиностроении, но и для описания процессов движения жидких аэрозолей в других отраслях промышленности, например, в пищевой и медицинской промышленности, при производстве строительных конструкций, декоративных элементов отделки зданий и помещений и т.д.

В процессе проведения исследований могут быть разработаны и исследованы и другие задачи.

Выводы.

Исходя из вышесказанного, можно определить основные задачи дальнейших исследований.

1. Дальнейшая проработка теоретических основ электроулавливания с учетом указанных выше параметров.
2. Уточнение и совершенствование методики измерения заряда капель в поле электроуловителя.
3. Учет эффекта «разбрызгивания» капель при контакте с поверхностью электрода
4. Оценка общего баланса капельного уноса в многоступенчатой системе улавливания.
5. Разработка нового и усовершенствование существующего программного обеспечения.
6. Расширение области применения метода.

Литература

1. Гаршин В.И., Медиокритский Е.Л., Вишневецкая А.Н., Жадан А.И., Фомин И.М., Гапонов В.Л. Устройство для улавливания жидких аэрозолей. Патент RU №2050979 МКИ 6В3С3/16. Заявл.7.09.92. Оpubл.27.12.93-Б.И.-1995.—№36. —37 с.
2. Гаршин В.И., Гапонов В.Л., Вольф Е.А., Гераськова С.Е., Багринцева С.О., Харченко В.А. Устройство для улавливания гальванических и других жидких аэрозолей. Патент на полезную модель RU №91896 МПК В03С 3/16. Заявл.27.02.2009. Оpubл.10.03.2010-Б.И.-2010.—№7.
3. Гаршин В.И., Гапонов В.Л., Гераськова С.Е., Чередниченко О.П., Бакланова А.В. Электроуловитель гальванических аэрозолей. Патент на полезную модель RU №117832 МПК В03С 3/02. Заявл.22.12.2011. Оpubл.10.07.2012-Б.И.-2012.—№19.
4. Гаршин В.И. Надповерхностные уловители гальванических аэрозолей как эффективное средство защиты окружающей среды и энергоресурсосбережения // Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда и окружающей среды: Межвуз. сб. науч. тр. Вып.2 / РГАСХМ, Ростов н/Д., 1998.— С.97—99.
5. Гаршин В.И., Жадан А.И., Ватутин Н.В. Об электрофильтрации аэрозолей капельного выброса над гальваническими ваннами // Повышение эффективности и экологии систем отопления и вентиляции / РИСИ, Ростов н/Д, 1984. - С.75-79.
6. Гаршин В.И. Элементы теории надповерхностных электроуловителей жидких аэрозолей // Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда и окружающей среды: Межвуз. сб. науч. тр. Вып.2 / РГАСХМ, Ростов н/Д., 1998.—С.72—74.
7. Вольф Е.А., Гаршин В.И., Харченко В.А. Автоматизация обработки капельного уноса из гальванических ванн // Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда и окружающей среды: Межвуз. сб. науч. тр. Вып.4 / РГАСХМ, Ростов н/Д., 2000.— С.114—116.
8. Бойко Р.П., Гаршин В.И., Гераськова С.Е., Багринцева С.О., Харченко В.А. Моделирование комбинированных каплеулавливающих устройств в гальваническом производстве // Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда и окружающей среды: Межвуз. сб. науч. тр. Вып.13 / ГОУ РГАСХМ, Ростов н/Д., 2009.— С.43—45.
9. Филь Е.С., Богуславский Н.Е. Применение комплексного метода исследования дисперсного состава пылевого материала, к образцам пыли, полученной при распиловке природного известнякового камня. // Материалы МНПК "Строительство-2005". Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2005.