

Экспериментальные исследования дисперсного состава капельного уноса при нанесении гальванических покрытий

Е.С. Филь, В.И. Гаршин, С.Л. Пушенко, А.В. Бакланова

Одной из основных проблем, связанных с обеспечением защиты воздушной среды рабочей зоны при нанесении гальванических покрытий является капельный унос. Для моделирования процессов формирования капельного уноса при разрыве пузырьков газа на поверхности гальванического электролита удобно использовать барботажную модель, являющуюся в то же время моделью холодного кипения [1].

Ранее нами получены данные о дисперсном составе капельного уноса электролита в заводских условиях при нанесении хромовых покрытий гальваническим способом [2,3]. Имеются также данные о распределении капель по размерам в случае барботажа жидкостей газом из полидисперсного стеклянного пористого фильтра [4]. Особый интерес для исследования процессов капельного уноса представляет изучение элементарного акта разрыва пузырька с образованием кумулятивной струи с последующим ее дроблением на отдельные капли [5, 6, 7]. В частности, в работе [8] была произведена оценка неустойчивости барботажных струй и получены предварительные результаты максимальной высоты устойчивой струи.

Авторами были проведены экспериментальные исследования процессов образования капельного уноса. С этой целью производилась генерация отдельных пузырьков из одиночного стеклянного капилляра с периодичностью, исключающей коалесценцию отдельного пузырька с последующими, получаемыми в процессе эксперимента.

Эксперимент проводился с раствором стандартного хромового электролита по ГОСТ [9]. Формирование выпуклого мениска жидкости обеспечивалось применением несмачиваемого (например, фторопластового) верхнего края трубки – генератора пузырьков. Капли из струи отклонялись электриче-

ским полем на вертикальные пластины плоского воздушного конденсатора. Схема экспериментальной установки показана на рис. 1.

Т.к. размеры пластины конденсатора ограничены, то электрическое поле между ними не является однородным. В нашем эксперименте неоднородность поля составляла около 1%, что обусловлено краевым эффектом. Малейшее смещение вершины мениска от вертикальной оси (в нашем случае – около 0,5 мм) приводило к преимущественному отклонению капель к ближайшему электроду.

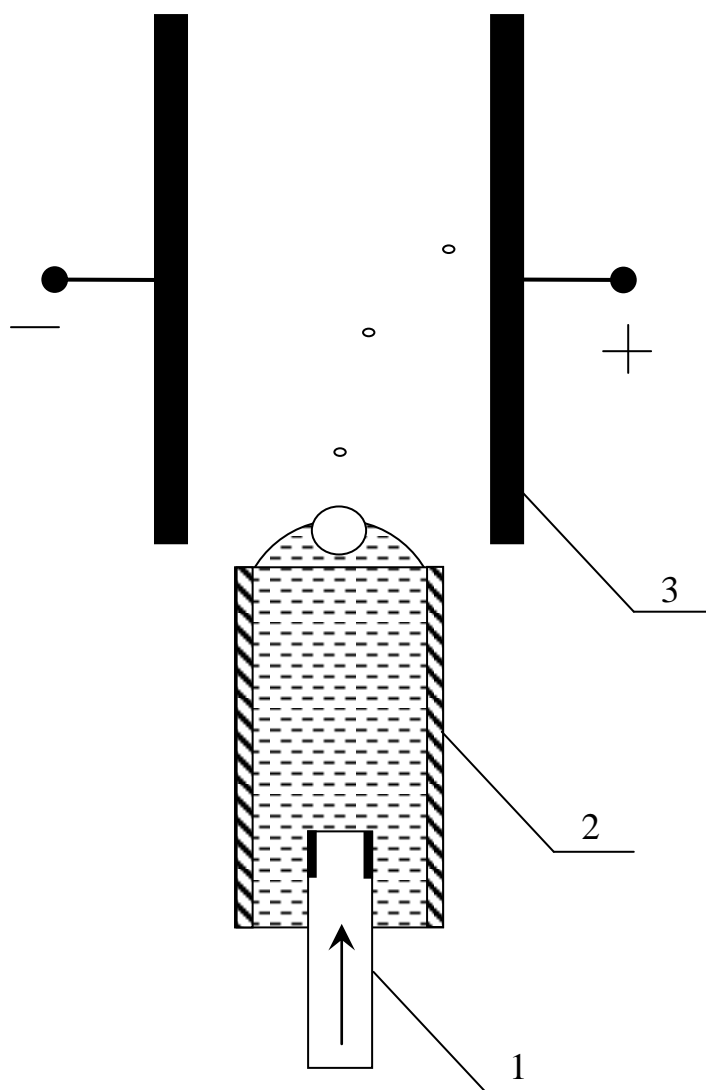


Рис 1. Схема экспериментальной установки.
1 – капилляр, 2 – трубка с электролитом,
3 – пластины воздушного конденсатора.

Этот факт обеспечивал возможность «развертки» струи из отдельных капель на улавливающем электроде и подтверждал действенность механизма поляризации нейтральных капель в неоднородном электрическом поле. Ранее подобная экспериментальная установка использовалась для измерения заряда капель траекторным методом [10].

Сила, действующая на каплю, может быть определена по формуле (1):

$$\vec{F} = \vec{p} \cdot \text{grad } E, \text{ Н} \quad (1)$$

где \vec{p} – дипольный момент капли, Кл*м,

$\text{grad } E$ – градиент напряженности электрического поля, В*м⁻²

Факт поляризации капель в неоднородном электрическом поле используется при создании новых конструкций многофункциональных надповерхностных электроуловителей (МНЭУ) [11].

В результате отдельного акта разрыва пузырька в опыте получали вертикальную последовательность капель, размеры и ординаты которых считывались с последующим преобразованием (получением эффективных разме-

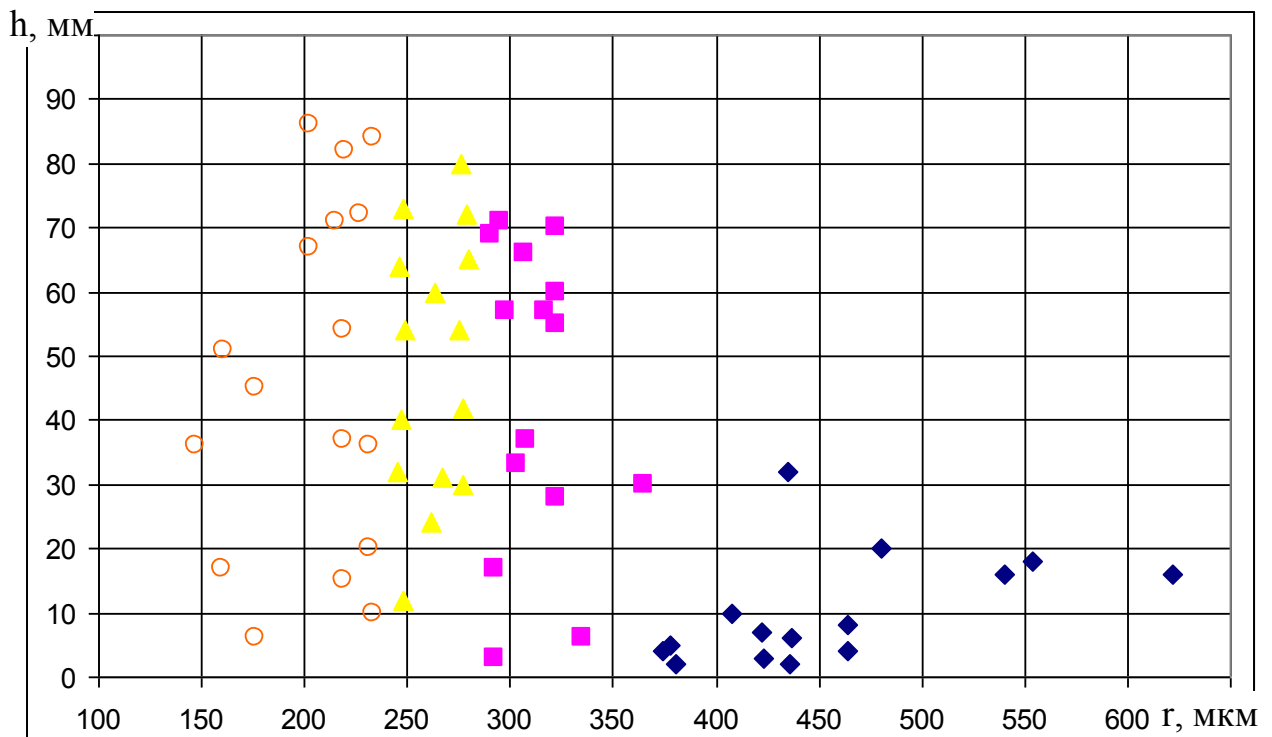


Рис 2. Зависимость высоты взлета капель h , мм, от их радиуса r , мкм

ров капель по диаметру их следов на стеклянном носителе), выполненным с помощью методики, описанной в [12].

Для исключения наложения отпечатков капель друг на друга с одновременным сохранением статистической достоверности в каждом эксперименте ограничивались генерацией 15-ти пузырьков. Это позволило уверенно выделить на диаграмме области капель «разного сорта», показанные на рис. 2. Видно четкое разделение высоты взлета капель в функции от их эффективного радиуса на четыре области, показанные на рис. 2 различными маркерами.

На основании анализа результатов эксперимента можно констатировать, что в формировании капель участвуют как волновой, так и дискретный механизмы. Волновой механизм объясняет образование периодических утолщений и сужений струи, что при большой скорости роста струи неизбежно порождает ее неустойчивость и разрыв. Дискретный механизм отвечает за формирование отдельных капель и пространственное распределение после отрыва их от формирующей струи.

Литература:

1. Хентов В.Я. Физико-химия капельного уноса / Ростов-на-Дону. Изд-во Рост. университета, 1979. — 128 с.
2. Гаршин В. И., Гераськова С. Е., Пилюгина И. Н., Филь Е. С. Перспективы повышения эффективности систем улавливания гальванических аэрозолей. «Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения»: Материалы 6-й международной научно-практической конференции 26 февраля — 1 марта 2013 г., г. Ростов-на-Дону. В рамках 16-й международной агропромышленной выставки «Интерагромаш–2013», Ростов-на-Дону, 2013. с. 408 – 410.
3. Филь Е. С., Гераськова С. Е. Исследование капельного уноса из гальванических ванн при нанесении хромовых покрытий. // «Инженерный вестник

Дона», 2013, №2. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1664> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

4. Гаршин В.И., Харченко В.А. Исследования капельного выброса в гальваническом производстве // Безопасность жизнедеятельности. М.: «Новые технологии», 2005. №2. С. 49–53.

5. Woodcock. A.H. Bursting bubbles and air pollution / A.H. Woodcock // Sawage and Industr. Wastes. – 1955.–V, 27.–№ 10. – P. 1189 – 1192.

6. Blanchard D. C. Electrified droplets from bursting an air-sea water interface // Nature. – 1955. – v. 175. – P 334–336.

7. Matthews J.B., Mason B.J. Electrification produced by the rupture of large water drops in an electric field. // Quart. J. Roy. Met. Soc. —1964. —Vol. 90, № 385. P. 275—286.

8. Гаршин В.И., Трепачев В.В., Таекян Т.А., Вишневецкая А.Н. Анализ механизма образования капель из барботажных струй // Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда и окружающей среды: Межвуз. сб. науч. тр. РГАСХМ, Ростов н/Д. 1997. – С. 61–63.

9. ГОСТ 9.305 – 84. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Операции технологических процессов получения покрытий.

10. Гаршин В.И., Пушенко С.Л., Филь Е.С.. Уточнение методики определения заряда капельного уноса в рабочую зону при барботаже электролитов. [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2012, №4, том 1. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4t1y2012/1072> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

11. 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.

12. Гапонов В.Л., Гаршин В.И., Филь Е.С., Пилюгина И.Г. Экспериментальные исследования дисперсного состава промышленных гальванических

аэрозолей // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения.
Научный журнал. №1 (апрель) 2013 г. С. 31 – 33.