

УДК 614.843.8

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДИАМЕТРА ПУЗЫРЬКОВ,
ОБРАЗУЮЩИХСЯ НА СЕТКЕ
ПЕНОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ**

А. Ф. Титовец, курсант ФТБ, УГЗ МЧС Беларуси

Научный руководитель – А. Н. Камлюк, канд. физ.-мат. наук, доцент

Резюме – теоретически исследован процесс образования пузырьков воздушно-механической пены на ячеистой сетке пеногенерирующих устройств. Проанализировано влияние размеров ячейки сетки, скорости пенообразующей смеси, а также физических свойств данной смеси на диаметр пузырьков воздушно-механической пены. В процессе исследований применялись теоретические методы анализа, а также аналитический метод Феррари и формула Кардано для решения алгебраического уравнения четвертой и третьей степени соответственно.

Resume – theoretically investigate the process of formation of air-mechanical foam bubbles on cellular screen of foaming devices. Analyze the impact of mesh cell size the speed of foaming mixture, as well as the physical properties of this mixture on the diameter of air-mechanical foam bubbles. In the process of the research, theoretical methods of analysis were used, as well as the analytical Ferrari method and Cardano's formula for solving the algebraic equation of the fourth and third degree, respectively.

Введение. Согласно работе [1] для получения пузырьков пены необходимо перед ячейками сетки создать давление, превышающее капиллярное давление в пузырьке. При равенстве данных давлений справедливо соотношение:

$$v_{\min} = \sqrt{\frac{8\sigma}{\rho a}}, \quad (1)$$

где ρ – плотность воздуха, кг/м³; a – диаметр ячейки сетки, м; σ – поверхностное натяжение, Н/м; v_{\min} – минимальная скорость для выдувания пузырьков.

Основная часть. Для определения диаметра пузырька во время отрыва воспользуемся условием равновесия сил. На незатопленном отверстии за движущую силу $F_{\text{дв незатопл}}$ принимается сила удара воздуха о пенную пленку. При росте пузырька сила прилипания $F_{\text{пр}}$ совместно с силой сопротивления F_c компенсирует силу удара воздуха $F_{\text{дв}}$.

С учетом этого выражение для нахождения диаметра пузырька принимает вид:

$$d_n^3 - \frac{8a\sigma}{\rho v^2} d_n - \frac{6\mu a^2}{v} = 0, \quad (2)$$

где d_n – диаметр пузырька, м; v – скорость выдувания пузырька.

Воспользуемся формулой Кардано для решения уравнения третьей степени.

Сейчас рассмотрим случай, когда генерирование пены на сетке происходит в жидкой среде. На затопленном отверстии за движущую силу $F_{\text{дв затопл}}$, которая обусловлена разностью плотностей жидкости и газа. При росте пузырька сила прилипания $F_{\text{пр}}$ совместно с силой сопротивления F_c компенсирует подъемную силу $F_{\text{дв затопл}}$.

Путем преобразований перейдем к уравнению:

$$d_n^4 - \frac{6a\sigma}{g(\rho_1 - \rho)} d_n - \frac{9\mu v a^2}{2g(\rho_1 - \rho)} = 0, \quad (3)$$

где μ – динамическая вязкость, ρ_1 – плотность пенообразователя, кг/м^3 – ускорение свободного падения, м/с^2 .

Применим метод Феррари [2] для решения уравнения четвертой степени (3).

Результаты решений уравнений (2) и (3) для сеток с размером ячеек от $0,5 \times 0,5$ до $5,0 \times 5,0$ мм и минимальных скоростей для выдувания пузырьков, рассчитанных по формуле (1), приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчета диаметра пузырька для сеток с различным размером ячеек

Размеры ячейки сетки, мм	0,5x0,5	0,7x0,7	1,0x1,0	2,0x2,0	3,2x3,2	4,0x4,0	5,0x5,0
Минимальная скорость $v_{\text{мин}}$, м/с	17,5	14,8	12,4	8,7	6,9	6,2	5,5
Диаметр пузырька d_n , мм:							
– на незатопленном отверстии	0,6	0,9	1,2	2,3	3,6	4,5	5,6
– на затопленном отверстии	2,0	2,2	2,5	3,2	3,8	4,1	4,4

Источник: собственная разработка.

Заключение. Показано, что на диаметр пузырьков воздушно-механической пены влияют размеры ячейки сетки пеногенерирующего устройства, физические свойства пенообразователя, а также скорость пенообразующей смеси.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оценка диаметра пузырьков и скорости потока пенообразующей смеси для их образования на сетке пеногенерирующих устройств / Д. Х. Чан [и др.] // Вестн. ун-та граждан. защиты МЧС Беларуси. – 2022. – Т. 6, № 1. – С. 84–94.
2. Еремин, М. А. Уравнения высших степеней / М. А. Еремин. – М.: Арзамас, 2003. – 304 с.

УДК 621.791.754

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЛОИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
В СОСТАВЕ ЗАЩИТНОЙ ГАЗОВОЙ АТМОСФЕРЫ
ПРИ ДУГОВОЙ СВАРКЕ**

Е. А. Фетисова, аспирант, Белорусско-Российский университет
Научный руководитель – А. О. Коротеев, канд. техн. наук, доцент

Резюме – исследованы особенности процесса дуговой механизированной сварки с введением газообразного галоидного соединения (гексафторида серы) в состав защитной газовой атмосферы на основе Ar + CO₂ при различной концентрации и параметрах режима.

Resume – the features of the process of arc mechanized welding with the introduction of a gaseous halide compound (sulfur hexafluoride) into the protective gas atmosphere based on Ar + CO₂ at different concentrations and parameters of the welding mode were investigated.

Введение. Дуговая сварка в защитных газовых смесях на сегодняшний день является основным способом получения неразъемных соединений в машиностроении, энергетике, нефтехимии. Важным вопросом выступает выбор состава защитной атмосферы, от которого зависит эффективность протекания физико-металлургических процессов плавления присадочной проволоки, переноса электродного металла и формирование комплекса эксплуатационных характеристик посредством создания требуемой микроструктуры наплавленного металла.

Основная часть. Перспективным направлением совершенствования технологии становится модификация защитной газовой атмосферы. Применение различного рода модификаторов в виде газообразных добавок позволяет существенно изменить характер протекания сварочных процессов и повысить их эффективность в случае сварки сталей со сложными системами легирования и упрочнения.

Нами проведен ряд исследований по модификации защитной атмосферы при сварке и наплавке газообразными галоидными соединениями (SF₆). Введение таких компонентов в защитную атмосферу не только оказывает влияние на характер переноса электродного металла, но и позволяет существенно снизить количество диффузионного водорода в наплавленном