

УДК 629.331;534.8

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО РАСПЫЛЕНИЯ МОЮЩЕГО СРЕДСТВА ПРИ МОЙКЕ АВТОМОБИЛЯ

Р. И. Нигметзянов, к. т. н., доц. / С. К. Сундуков, к. т. н., доц. / А. В. Сухов, магистрант /
Д. С. Фатюхин, д. т. н., доц., проф.

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)

ВВЕДЕНИЕ

При оказании услуг на станции технического обслуживания автомобиль должен быть очищен от загрязнений, которым он подвергается в процессе эксплуатации. На данный момент посты мойки, где проводится очистка автомобиля от загрязнений, имеют недостатки, связанные с экологическим аспектом. Главный недостаток — это большое содержание поверхностно-активных веществ (ПАВ), которые являются основополагающим компонентом моющего средства, в сточных водах.

Один из путей решения этой проблемы — разработка технологии мойки, обеспечивающей снижение расхода моющего средства. В настоящей работе рассматривается возможность применения ультразвуковых колебаний при распылении моющего раствора.

ТЕХНОЛОГИЯ МОЙКИ АВТОМОБИЛЯ

В настоящее время процесс мойки автомобиля включает в себя следующие этапы:

1. Заезд автомобиля на пост мойки.
2. Ополаскивание автомобиля водой для сбивания основной части загрязнений.
3. Нанесение моющего средства.
4. Взаимодействие моющего средства с загрязнениями.
5. Ополаскивание автомобиля водой для смыва остатков моющего средства и загрязнений.
6. Сушка автомобиля.
7. Выезд автомобиля с поста мойки.

Следует отметить, что моющему средству — так называемой активной пене — необходимо несколько минут для взаимодействия с загрязнениями.

Применение моющего средства в виде пены обуславливается необходимостью удержания моющего

раствора на сложноориентированных очищаемых поверхностях: вертикальных элементах кузова, нижних элементах шасси и прочих сложнопрофильных элементах [1]. В этом плане пена эффективнее, чем жидкие моющие растворы и различные эмульсии. Также применение пены выгоднее с экономической точки зрения, что объясняется тем фактом, что пена представляет собой дисперсную систему, где большую часть занимают газы, а не жидкости. Стоит отметить, что с этим аспектом связаны и недостатки. К примеру, верхние слои пены не вступают в реакцию с загрязнениями, что приводит к увеличению её расхода.

Нанесение пены на кузов автомобиля происходит путём распыления форсунками порталных и туннельных моек либо с помощью распыляющих пистолетов пеногенераторов. При этом в последнем случае возможна быстрая регулировка формы факела распыла моющего средства. Недостатком использования пеногенератора является необходимость его частой заправки моющим средством. У порталных моек такая проблема менее выражена ввиду применения ёмкости для моющего средства большего объёма. Оба способа получения пены относятся к дисперсионным, то есть основаны на использовании сжатого воздуха и высокого давления. При этом во втором способе процесс образования пены двухступенчатый: после подачи сжатого воздуха первичная пена подвергается дополнительному дроблению с помощью прессованной сетки с ячейками определённого размера.

В данной статье предлагается метод совершенствования процесса нанесения пены за счёт применения ультразвуковых технологий.

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ПЕНООБРАЗОВАНИЕ

Ультразвуковые технологии нашли широкое применение при обработке дисперсных систем различного типа [5, 9, 10]. В статье [1] представлены результаты исследований влияния режимов ультразвуковой обработки на процесс пенообразования. Показано, что в ходе ультразвуковой обработки образуется высокодисперсная пена, обладающая высокой устойчивостью. Это повышает эффективность взаимодействия с загрязнениями, так как благодаря меньшему размеру пузырьков такая пена эффективнее проникает вглубь загрязнений, расщепляя их изнутри. Такой способ приготовления отличается отсутствием необходимости подвода сжатого воздуха, процесс идёт посредством эффектов, вызываемых ультразвуковыми колебаниями: кавитации и акустических потоков.

Для создания полностью ультразвуковой технологии использования моющего средства предлагается наносить получаемую пену методом ультразвукового распыления.

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ РАСПЫЛЕНИЕ

Процесс ультразвукового распыления превосходит прочие процессы распыления за счёт таких преимуществ, как однородность факела распыла, высокая концентрация аэрозоля и отсутствие необходимости в высоком давлении [2, 3, 4]. Определены следующие виды ультразвукового распыления [2]:

1. Распыление жидкости в слое.
2. Распыление жидкости в фонтане.

В описываемом случае процесс распыления можно рассматривать как распыление жидкости в слое (рис. 1). Механизм распыления слоя жидкости описывается кавитационно-волновой теорией [6, 7]. Согласно этой теории, распыление осуществляется путём отрыва капелек жидкости с гребней стоячих волн, параметрически возбуждаемых на поверхности раздела сред «жидкость — воздух» вследствие возмущения поверхности жидкости при пульсации и захлопывании кавитационных пузырьков.

В настоящее время существуют специальные конструкции излучателей, предназначенные для распыления жидкостей [8]. Пример такого излучателя приведён на рис. 2.

Особенность этого излучателя — осевой канал для подачи жидкости. Рабочая поверхность, которой является торец излучателя, расположена под углом к центральной оси.

Процесс распыления подобным инструментом выглядит следующим образом: моющее средство

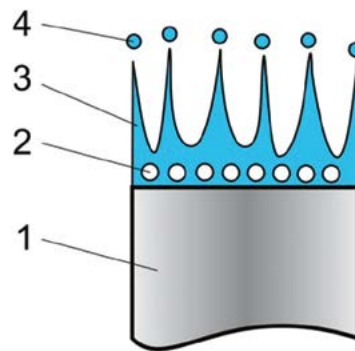


Рисунок 1. Механизм образования капель аэрозоля: 1 — излучатель; 2 — кавитационные пузырьки; 3 — капиллярные волны; 4 — капли аэрозоля

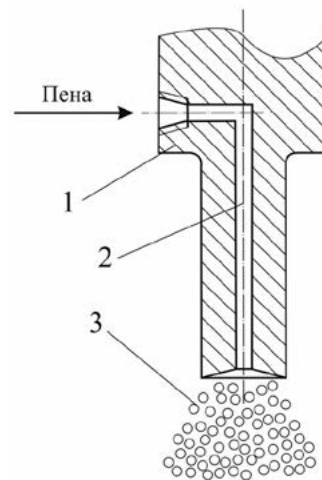


Рисунок 2. Схема излучателя для распыления жидкостей: 1 — корпус излучателя; 2 — канал для подачи жидкости; 3 — капли аэрозоля

в виде пены подаётся в осевой канал, проходя по которому подвергается воздействию низкоамплитудных колебаний его стенок, в результате чего пена частично гасится, а её текучесть увеличивается. Попадая на торец излучателя, сохранившиеся пенные пузырьки дробятся, а осевшая часть пены распыляется в соответствии с механизмом, описанным выше.

Основными параметрами, определяющими процесс распыления, в данном случае являются:

1. Амплитуда колебаний торца излучателя ξ_m , обуславливающая скорость пенообразования и интенсивность распыления.
2. Скорость подачи пены.

Амплитуда колебаний определяет скорость пенообразования и интенсивность распыления.

Также возможна подача моющего средства в виде жидкости, то есть без предварительной ультразвуковой обработки. Тогда процесс пенообразования будет происходить одновременно с распылением. Недостатком такого способа является низкая скорость пенообразования. Как показали предварительные эксперименты [1], при распылении на высокой амплитуде в пену превращается только 10–20 % распыляемого объёма. Следовательно, времени взаимодействия торца излучателя с озвучиваемым

слоем недостаточно для 100%-го пенообразования. В результате необходимо уменьшать объём подаваемой жидкости или увеличивать амплитуду колебаний (значительно выше 30–35 мкм), что технически нецелесообразно.

В любом случае, получаемая пена будет низкократной и с высокодисперсной структурой, что обеспечит эффективное взаимодействие с загрязнениями на кузове автомобиля.

При этом все процессы происходят под действием только ультразвуковых эффектов, что исключает необходимость применения сжатого воздуха и высокого давления.

ВЫВОДЫ

Применение ультразвуковых технологий может позволить модернизировать процесс уборочно-моющих работ благодаря возможности регулировать структуру пены вследствие частичной обработки самой пены, а также ультразвукового распыления. Возможная регулировка заключается в изменении размера газовых пузырьков, содержащихся в пене, путём изменения режима обработки, то есть изменения амплитуды колебаний рабочего инструмента — излучателя. Это позволит в зависимости от количества загрязнений регулировать высоту слоя пены, тем самым минимизируя количество пены, вступающей в реакцию с загрязнениями. Ультразвуковое распыление создаст мелкодисперсную пену за счёт частичной обработки пены, проходящей по каналу излучателя. Кроме того, возможно уменьшить давление, необходимое для нанесения пены, из-за отсутствия потребности оборудования в давлении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Применение ультразвука при получении пен, применяемых для мойки изделий машиностроения / В. В. Гриб, Н. В. Лёвушкина, Р. И. Нигметзянов и др. // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). — 2017. — № 1 (48). — С. 43–49.
2. Нигметзянов Р. И. Разработка технологических установок для ультразвуковой очистки изделий автотракторной техники / Р. И. Нигметзянов, В. М. Приходько, С. К. Сундуков // Научно-технические технологии в машиностроении. — 2015. — № 10. — С. 22–26.
3. Ультразвуковая обработка дисперсных систем / А. Н. Ливанский, Р. И. Нигметзянов, С. К. Сундуков, Д. С. Фатюхин // Вестник машиностроения. — 2017. — № 9. — С. 62–68.
4. Сундуков С. К. Технология окрашивания изделий с использованием ультразвука / С. К. Сундуков, Д. С. Фатюхин // Вестник машиностроения. — 2015. — № 3. — С. 38–43.
5. Розенберг А. Д. Физика и техника мощного ультразвука: в 3 т. — М.: Наука, 1970. — Т. 3. Физические основы ультразвуковой технологии. — 689 с.
6. Нигметзянов Р. И. Использование ультразвуковых технологий при получении лакокрасочных покрытий в машиностроении / Р. И. Нигметзянов, С. К. Сундуков, Д. Д. Панасенко // Научно-технические технологии в машиностроении. — 2013. — № 3. — С. 27–33.
7. Research on the influence of ultrasonic vibrations on paint coating properties / A. N. Livanskiy, V. M. Prikhodko, S. K. Sundukov, D. S. Fatyukhin // Transactions of FAMENA. — 2016. — Vol. 40, № 1. — P. 129–138.
8. Богуславский Ю. Я. О физическом механизме распыления жидкости акустическими колебаниями / Ю. Я. Богуславский, О. К. Экнадиосянс // Акустический журнал. — 1969. — Т. 15. — Вып. 1. — С. 17.
9. Сундуков С. К. Нанесение лакокрасочных покрытий методом пневмоультразвукового распыления / С. К. Сундуков, Д. С. Фатюхин // Научно-технические технологии в машиностроении. — 2014. — № 4. — С. 26–31.
10. Инструменты для ультразвуковой очистки: монография / В. Ф. Казанцев, Ю. Н. Калачёв, Р. И. Нигметзянов и др. — М.: Технополиграфцентр, 2017. — 181 с.