

03; 12

© 1991

## ЭФФЕКТ КАВИТАЦИОННОГО ДРОБЛЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ПНЕВМАТИЧЕСКОМ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ РАСПЫЛИТЕЛЕ

А.М. Б о л о г а

В последнее время неуклонно возрастают масштабы получения и использования заряженных аэрозолей. Определяющей тенденцией данного развития является создание электростатических распылителей, обеспечивающих эффективное диспергирование и зарядку жидкости при минимальных энергозатратах.

Анализ принципов получения заряженных аэрозолей [1-3] показывает, что наиболее эффективным является пневматический способ диспергирования жидкости во внешнем электрическом поле. Однако в пневматических электростатических распылителях (ЭСР) при больших расходах жидкости для получения мелкодисперсного аэрозоля необходим повышенный расход воздуха, что требует дополнительных энергозатрат.

Перспективным направлением снижения энергозатрат является совместное использование нескольких способов диспергирования жидкости. В этом аспекте целесообразно применять пневматическое распыливание и кавитационное дробление жидкости. В соответствии с этим предложением были разработаны электростатические распылители с пневмо-кавитационным дроблением и индукционной зарядкой жидкости. Пневматическое дробление жидкости, подаваемой в виде пленки на поверхность заземленного электрода, осуществляется в щелевом распылительном сопле. Условия возникновения кавитации [4] создаются благодаря чередованию зон повышенного и пониженного давлений в области формирования водяной пленки. В зоне кавитационного дробления пленки наблюдается интенсивное "кипение" жидкости с образованием парогазовых пузырей, что хорошо видно в стробоскопическом освещении рабочей зоны распылительного сопла.

Кавитация характеризуется коэффициентом кавитации, величина которого варьируется в ограниченном диапазоне значений, определяемом конкретными условиями протекания исследуемых процессов. Существенное влияние на интенсивность кавитации оказывает изменение абсолютного давления и скорости истечения жидкости. Учитывая, что в электростатическом распылителе кавитация наблюдается в области взаимодействия газового потока с пленкой жидкости, изменение абсолютного давления составляет  $\Delta P = P_B - P_{ж}$ , а коэффициент кавитации имеет вид:

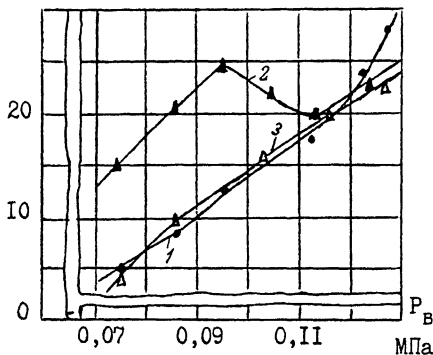


Рис. 1. Зависимость тока выноса ЭСР от избыточного давления воздуха внутри электростатического распылителя с плоским щелевым соплом: 1 -  $R_{ж} = 5$  г/с, 2 -  $R_{ж} = 15$  г/с, 3 -  $R_{ж} = 25$  г/с.

$$k_k = \frac{P_B - P_{ж}}{\rho_{ж} V_{ж}^2 / 2},$$

где  $P_B$  - давление воздуха внутри распылителя,  $P_{ж}$ ,  $\rho_{ж}$ ,  $V_{ж}$  - давление, плотность, скорость жидкости в зоне ее выхода на поверхность заземленного электрода.

На рис. 1 представлены зависимости тока выноса ЭСР  $I$ , создаваемого потоком заряженных частиц аэрозоля от избыточного давления воздуха внутри электростатического распылителя  $P_B$  при различных расходах жидкости  $R_{ж}$ . Визуально „кипение“ жидкости наблюдается при  $R_{ж} = 5-15$  г/с. С увеличением  $P_B$  при  $R_{ж} = const$  и  $R_{ж} = 15$  г/с сначала наблюдается интенсификация процесса кавитации, а затем ее подавление, что обуславливает спад тока выноса. С увеличением  $\Delta P$  при  $R_{ж} = 5$  г/с при значениях  $P_B$ , соответствующих условиям подавления кавитации для  $R_{ж} = 15$  г/с, заметно усиление процесса „кипения“ жидкости и увеличение тока выноса. Это объясняется тем, что при расходах жидкости 5 г/с и 15 г/с значения  $k_k$ , отвечающие условиям максимальной интенсивности кавитационных явлений, достигаются при различных  $P_B$  - для  $R_{ж} = 5$  г/с больших, для  $R_{ж} = 15$  г/с - меньших. При расходах жидкости 25 г/с и более кавитации не наблюдается, и зависимость  $I = f(P_B)$  является линейной, что соответствует пневматическому диспергированию жидкости.

Подтверждением кавитации является разрушение лака, которым покрывается заземленный электрод. Через некоторое время работы электростатического распылителя на поверхности заземленного электрода появляется ярко выраженная эрозия лакового покрытия в области „кипения“ жидкости.

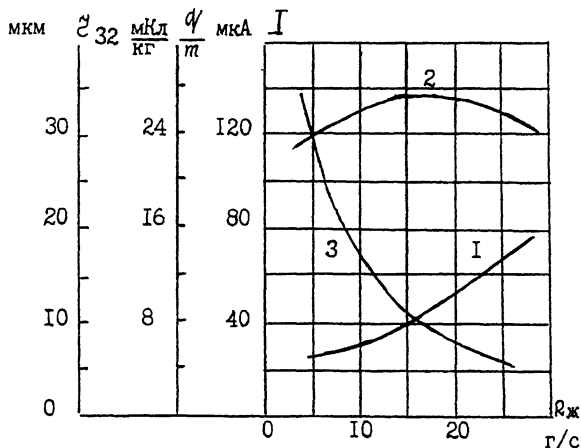


Рис. 2. Зависимости Заутеровского радиуса (1), тока выноса (2) и удельного заряда (3) от расхода жидкости для электростатического пневмо-кавитационного распылителя с осесимметричным соплом.

Кавитационное дробление жидкости [4] способствует получению мелкодисперсного аэрозоля (рис. 2). Для достижения подобного эффекта при пневматическом диспергировании жидкости при постоянном ее расходе понадобилась бы дополнительная подача распыливающего газа, т.е. потребовалось бы приложение дополнительных энергозатрат.

Пневмо-кавитационные электростатические распылители обеспечивают эффективную зарядку образующегося аэрозоля. В ЭСР с осесимметричным щелевым соплом достигаются токи выноса до 140 мкА и выносимые удельные заряды  $q/m$  до 24 мКл/кг (рис. 2). Это в 5–12 раз превосходит параметры соответствующих ЭСР пневматического типа.

На выходе пневмо-кавитационного электростатического распылителя с осесимметричным распылительным соплом наблюдаются разрядные явления, которые имеют место как с элементов конструкции распылителя, так и непосредственно в заряженной аэрозольной струе. Получение электрических разрядов из искусственно заряженных аэрозолей открывает новые возможности в изучении физики разрядных явлений, процессов атмосферного электричества. Для уменьшения степени ограничения токов выноса электрическими разрядами [5] на выходной части распылителя устанавливается электростатический экран.

Эффективность созданных пневмо-кавитационных электростатических распылителей подтверждается практическими результатами их использования. Применение разработанных ЭСР на промышленном предприятии по производству керамических изделий позволяло снизить запыленность воздуха в рабочих помещениях в 4–5 раз.

## С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Д у н с к и й В.Ф., Н и к и т и н Н.В., С о к о - л о в М.С. Монодисперсные аэрозоли. М., 1975. 191 с.
- [2] В е р е щ а г и н И.П., Л е в и т о в В.И., М и р з а - б е к я н Г.З., П а ш и н М.М. Основы электрогазодинамики дисперсных систем. М., 1974. 480 с.
- [3] П а ж и Д.Г., Г а л у с т о в В.С. Основы техники распыливания жидкостей. М., 1984. 256 с.
- [4] К н э п п Р., Д е й л и Дж., Х э м м и г Ф. Кавитация / Пер. с англ. под ред. В.И. Полежаева. М., 1974. 688 с.
- [5] В а r r e t o Е. // J. of Geoph. Research. 1969. V. 74. N 28. P. 6911-6925.

Поступило в Редакцию  
6 ноября 1991 г.