

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ ДОУВЛАЖНЕНИЯ ВОЗДУХА В ЦЕХАХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А.Е. СОЛОДИХИН

(Ивановская государственная текстильная академия)

Ряд технологических операций в процессах текстильного производства и необходимость улучшения санитарно-гигиенических условий труда работающих требуют применения устройств для диспергирования воды. Обычно это диктуется соображениями оптимизации влажностно-температурных параметров воздуха. Одновременно с изменением указанных величин происходят изменения его электрических параметров: униполярных объемных плотностей пространственных зарядов  $\rho^+$  и  $\rho^-$ , как правило, измеряемых в  $\text{e}/\text{см}^3$  ( $\text{e}$  – заряд электрона), характеризующих количественную сторону, и соотношений между ними, оцениваемых величинами коэффициентов униполярности  $q = \rho^+ / \rho^-$  или полярности  $\Pi = (\rho^+ - \rho^-) / (\rho^+ + \rho^-)$ , позволяющих судить о качественном влиянии пространственного заряда.

Изменения указанных величин могут отрицательно или положительно отражаться на протекании технологических процессов и состоянии здоровья работающих [1, 2]. Следовательно, во избежание негативных явлений необходимо отслеживать изменения в электрическом состоянии среды рабочих помещений, где применяются водораспыливающие установки, и уметь управлять процессом электризации частиц водовоздушной смеси.

В результате проведенных исследований процесса пневмораспыливания воды установлено, что на формирование пространственного заряда как в количественном, так и в качественном отношении можно влиять, изменяя вид воды (дистиллированная, умягченная, водопроводная), ее температуру, материал сопла, скорость струи (давление сжатого воздуха), величину

расхода. Объединив все вышеперечисленные приемы регулирования процесса электризации гидроаэрозоля термином «параметрические методы», отметим, что пределы, а следовательно, и возможности их не всегда могут обеспечить достаточный диапазон изменений величин объемных плотностей зарядов, позволяющих активно воздействовать на технологические и биологические процессы.

Другим существенным недостатком параметрического регулирования следует считать определенные сложности, а в некоторых случаях и невозможность автоматизации процесса совершенствования электрического состояния воздушной среды.

Создание промышленных установок для доувлажнения воздуха, одновременно обеспечивающих регулирование и поддержание в заданных пределах метеорологических и электрических параметров среды, потребовало знаний целого ряда закономерностей, дающих возможность получать нужный эффект наиболее рационально, экономично и безопасно.

В связи с этим в лабораторных условиях проведен ряд экспериментов по оценке влияния магнитного поля на процесс электризации гидроаэрозоля при пневмораспыливании воды, основной задачей которых являлось определение математического или графического описания процессов формирования пространственных униполярных зарядов обоих знаков в зависимости от величины индукции, качественных показателей воды и рабочих параметров пневмораспыливающего устройства, а именно: материала сопла, давления сжатого воздуха и расхода жидкости.

Исследования по оценке влияния внешнего магнитного поля на процесс электризации гидроаэрозоля при пневмораспыливании воды осуществляли исходя из предпосылки, что движущиеся заряженные микрочастицы можно рассматривать как явление протекания электрического тока, следствием чего будет возникновение магнитных полей, направленно перемещающихся в пространстве. При наложении на струю внешнего магнитного поля – поля будут взаимодействовать, что, в свою очередь, каким-то образом отразится на формировании униполярных пространственных зарядов.

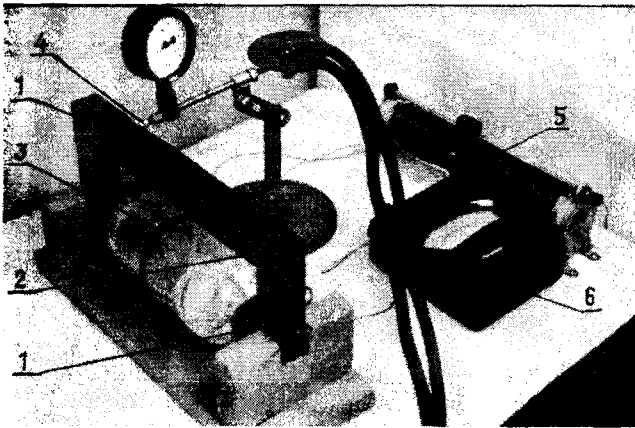


Рис. 1

Опытная установка (рис. 1) включала электромагнит 1, состоящий из стального сердечника 2 сечением  $47 \times 47 \text{ мм}^2$ ; катушку возбуждения 3 из медного провода диаметром 1,35 мм с числом витков 3060. В воздушный зазор сердечника шириной 16 мм помещена цилиндрическая форсунка 4. Углубление сопла в воздушный зазор электромагнита не превышало 1...2 мм. При таком расположении сопла по всей длине воздушного зазора скорость потока водовоздушной смеси была постоянной, так как этот путь не превышал длины потенциального ядра потока струи [3], определяемого по формуле

$$x_H = \frac{(1 + \psi_0)R_0}{(1 + 0,5\psi_0)(0,416 + 0,305\psi_0)}, \quad (1)$$

где  $x_H$  – длина начального участка турбулентной осесимметричной затопленной струи (потенциальное ядро струи), обладающего постоянством осевой скорости;  $G_c$  – секундный расход воды;  $G_B$  – секундный расход воздуха;  $\psi_0 = G_c/G_B$ .

Регулирование и измерение силы тока в цепи катушки возбуждения выполняли ползунковым реостатом 5 и амперметром 6. Используя кривую намагничивания для литой стали  $B=f(H)$  и соотношения

$$IW = \sum NI, \quad (2)$$

$$\Phi = BS, \quad (3)$$

$$B = \mu H = \mu_0 \mu_r H, \quad (4)$$

где  $B$  – магнитная индукция, Вб/м<sup>2</sup>;  $I$  – сила тока, А;  $W$  – число витков;  $H$  – напряженность магнитного поля, А/м;  $l$  – средняя длина силовой магнитной линии, м;  $\Phi$  – магнитный поток, Вб;  $S$  – сечение магнитопровода, м<sup>2</sup>;  $\mu_0$  – магнитная проницаемость в вакууме, Гн/м;  $\mu_r$  – относительная магнитная проницаемость, рассчитали зависимость  $B=f(H)$  в воздушном зазоре (рис. 2).

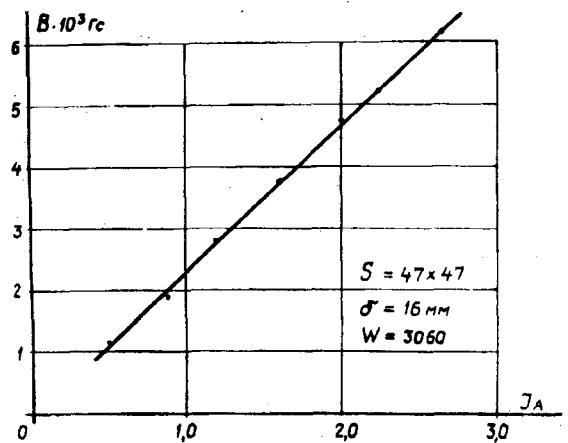


Рис. 2

Величины униполярных плотностей пространственных зарядов (положительной и отрицательной) измеряли счетчиком легких ионов системы П. Тверского, работающим по аспирационному принципу.

Исследовав влияние скорости струи на процесс формирования пространственного

электрического заряда при давлениях сжатого воздуха в системе от  $1,5 \text{ кгс/см}^2$  и выше, пришли к заключению, что оно практически не дает прироста кинетической энергии, так как скорость струи на выходе из сопла очень близка к критической и, следовательно, незначительно влияет на процесс диспергирования. Поэтому рабочее давление воздуха в опытах принимали с некоторым запасом:  $2,0 \text{ кгс/см}^2$ . Для распыливания использовали дистиллированную воду, как обеспечивающую наибольшие плотности зарядов при пневмораспыливания по сравнению с умягченной и водопроводной водой, и обладающую постоянными значениями величин удельной электропроводности и числа рН.

Программой испытаний предусматривалось определение влияния материалов сопел на процесс электризации при помещении их в магнитное поле. С этой целью были изготовлены сопла из материалов с различными свойствами: красная медь (Cu) – диамагнетик; алюминий (Al) – парамагнетик; сталь - 3 (Ст.3) – ферромагнетик; фторопласт - 3 (Фт. 3) – поляризованная молекула; фторопласт - 4 (Фт. 4) – неполяризованная молекула.

Исследование влияния расхода воды на характер процесса электризации при наложении на струю водовоздушной смеси магнитного поля показало, что сам характер роста униполярных зарядов с увеличением расхода не меняется и в обоих случаях подчиняется экспоненциальному закону в диапазоне  $0,3 \dots 5,5 \text{ кг/ч}$ , как это имеет место при обычных режимах распыливания.

Создаваемый суммарный заряд в количественном отношении практически не меняется, но качественный состав электроаэрозольного облака при наложении магнитного поля претерпевает значительные изменения. С ростом величины магнитной индукции происходит перераспределение плотностей пространственных зарядов: плотность отрицательных зарядов возрастает при одновременном соизмеримом

уменьшении плотности положительных. Таким образом, имеет место

$$\rho^{\pm} = |\rho^+| + |\rho^-| \cong \text{пост.} \quad (5)$$

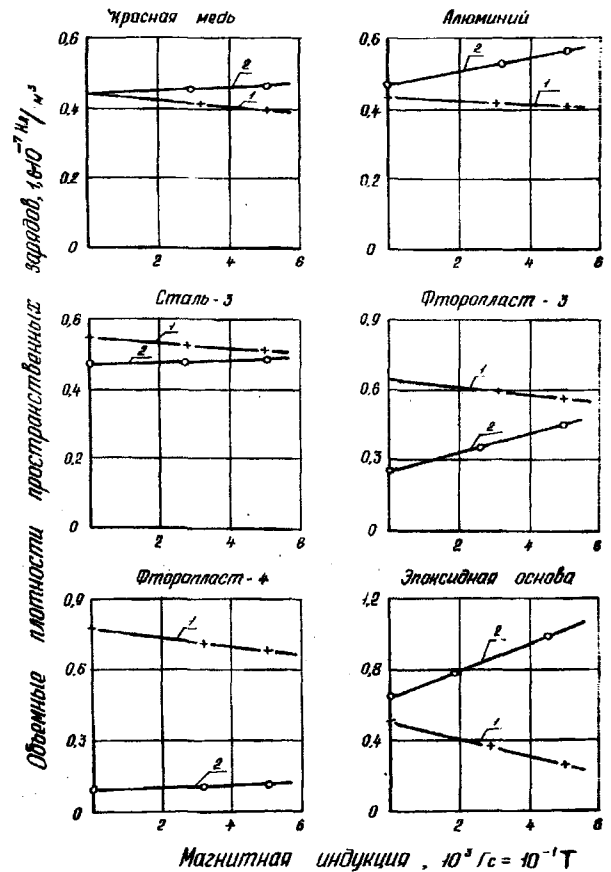


Рис. 3

Характер изменения плотностей униполярных зарядов для фиксированных режимов пневмораспыливания (температуры воды, ее расхода, давления сжатого воздуха, положения в пространстве точки измерения плотностей) иллюстрируется графиками, представленными на рис. 3, где показана функциональная зависимость  $\rho = f(B)$  при применении сопел форсунок из различных материалов (режим:  $P=2,0 \text{ кгс/см}^2$ ;  $G=1,0 \text{ кг/ч}$ ;  $l = 1,5 \text{ м}$ ;  $+\text{---}\rho^+$ ;  $-0\text{---}\rho^-$ ). На графиках отчетливо выражена пропорциональность воздействия магнитного поля на электрознаковый состав электроаэрозольного облака.

Материал сопл	G, кг/ч	B=0			B=4650 Гс		
		ρ <sup>+</sup>	ρ <sup>-</sup>	q	ρ <sup>+</sup>	ρ <sup>-</sup>	q
		10 <sup>5</sup> е/см <sup>3</sup>		-	10 <sup>5</sup> е/см <sup>3</sup>		-
Cu	0,45	2,87	2,42	1,18	2,56	3,00	0,85
	0,90	4,42	4,42	1,00	4,10	4,56	0,90
Al	0,45	2,45	2,52	0,97	2,22	3,00	0,74
	0,90	3,75	3,75	1,00	3,35	3,95	0,85
Ст. 3	0,45	3,80	3,62	1,05	3,20	4,00	0,80
	0,90	5,36	4,32	1,24	5,10	4,95	1,03
Фт. 3	0,45	2,26	1,24	1,82	2,05	1,65	1,24
	0,90	4,25	1,98	2,15	3,85	2,66	1,44
Фт. 4	0,45	3,71	0,08	46,37	3,10	0,22	14,01
	0,90	5,05	0,76	6,64	4,45	0,98	4,54

Во всех случаях рост пространственного заряда отрицательной полярности свидетельствует о качественном улучшении воздушной среды с санитарно-гигиенической точки зрения: преобладание отрицательно заряженных ионов и гидроаэрозоля способствует снижению пылевой и бактериальной загрязненности воздуха, улучшению состояния здоровья работающих, снижению утомляемости и т.п. Поскольку все натуральные, искусственные и подавляющее большинство синтетических волокон электризуются положительно, рост пространственного заряда будет способствовать уменьшению негативного влияния электростатических зарядов на протекание технологического процесса.

Как указывалось выше, показателем качества пространственного электрического заряда служит коэффициент униполярности, величина которого согласно санитарно-гигиеническим нормам допустимых уровней ионизации воздуха производственных и общественных помещений Минздрава СССР № 2152 – 80 лежит в интервале 0,6 ...0,9. О значительном влиянии магнитного поля на величину этого показателя говорят данные табл. 1, составленной по результатам двух опытов при расходе воды 0,45 и 0,90 кг/ч, давлении сжатого воздуха 2,0 кгс/см<sup>2</sup> и измерении

плотностей зарядов на расстоянии 1,5 м от среза соплового отверстия по оси потока.

## ВЫВОДЫ

Доказано, что, воздействуя на струю водовоздушной смеси в процессе пневмораспыливания наложением на нее постоянного магнитного поля, можно значительно увеличить количество отрицательно заряженных частиц при одновременном уменьшении числа положительных в формируемом пространственном электрическом заряде, что обеспечивает улучшение санитарно-гигиенических условий труда и способствует уменьшению электростатических зарядов на вырабатываемом продукте.

Полярность полюсов по отношению к струе влияния на процесс перераспределения зарядов не оказывает.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Солодихин А.Е. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1997, № 1. С. 110...113.
2. Минх А.А. Ионизация воздуха и ее гигиеническое значение. – М.: Медгиз, 1963.
3. Абрамович А.Г. Теория турбулентных струй. – М.: Физматгиз, 1960.

Рекомендована кафедрой электротехники. Поступила 30.03.01.