

Обоснование конструктивных параметров электрофильтра-озонатора

Л. Н. Андреев, к.т.н., Е. А. Басуматорова, аспирантка, ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

Очистка и обеззараживание воздушной среды производственных помещений от аэрозольных (пылевых) частиц и микроорганизмов является обязательным условием нормального функционирования агропромышленного комплекса. Показатель заболеваемости, определённый микробиологическим загрязнением воздушной среды производственных помещений, в настоящее время остаётся на высоком проблемном уровне. Большое количество патогенных микроорганизмов передается воздушным и воздушно-капельным путём. Особенно критически эта проблема стоит в местах большого скопления людей и в крытых, мало вентилируемых помещениях, а также в помещениях с рециркуляцией воздуха. Основная задача процесса обеззараживания воздуха — предотвращение распространения заболеваний.

Наиболее опасным воздействием современного сельскохозяйственного производства на окружающую среду считается выброс загрязняющих веществ в атмосферу. При этом для получения качественной продукции предприятий АПК по переработке и хранению мяса, молока, яиц и т.д., а также для нормального функционирования лабораторий проверки качества продукции, ветеринарных лабораторий, аптек, лечебниц предъявляются повышенные требования к чистоте воздуха указанных помещений [1 – 3].

Принцип работы многих электрофильтров основан на использовании коронного разряда, одним из побочных продуктов которого является озон. Известно, что наличие озона в воздухе поме-

щения сверх предельно допустимой концентрации (ПДК) приводит к коррозии оборудования и отрицательному воздействию на людей и животных.

Сравнение технических характеристик фильтров, показало, что наиболее полно требованиям к установкам очистки и обеззараживания воздуха на предприятиях сельскохозяйственной продукции отвечает электрофильтр-озонатор.

Для высокоэффективной очистки и обеззараживания воздуха производственных помещений на предприятиях АПК разработан специальный мокрый однозонный электрофильтр. Разработана методика расчёта основных конструктивных параметров мокрого электрофильтра, в частности, формула перехода от длины осадительного электрода к радиусу осадительного электрода, а также обоснована скорость вращения осадительных электродов.

Цель исследования — повышение эффективности и снижение энергозатрат технологических процессов АПК за счёт высокоэффективной очистки рециркуляционного воздуха и одновременного насыщения его озоном.

Для достижения эффективной очистки воздуха и насыщения его озоном в электрофильтре-озонаторе, состоящем из корпуса с вентилятором, установленным в торцевой части корпуса, продувающим воздух через систему проволочных коронирующих электродов, получающих отрицательный потенциал от источника высокого напряжения, расположенных между заземлёнными осадительными электродами и представляющими собой металлические прямоугольные пластины, межэлектродное расстояние составляет 26 – 28 мм, расстояние между коронирующими электродами

составляет 43–45 мм. Такие параметры непосредственно оказывают большое влияние на результативность и эффективность электрофильтра-озонатора и его габаритные размеры [4].

Материалы, методы и результаты исследования.

При постоянном объёме растёт начальное напряжение коронного разряда за счёт взаимного экранирования, а при расстоянии между коронирующими электродами – меньше 43 мм. Из-за результата воздействия этого фактора ток короны, а в соответствии с этим и эффективность электрофильтра-озонатора снижаются.

При расстоянии между коронирующими электродами более 45 мм уменьшается удельный объёмный ток, что приводит к необоснованному увеличению габаритных размеров электрофильтра-озонатора [5].

При повышении количества электродов и, следовательно, при уменьшении расстояния между коронирующими электродами, динамика увеличения тока и мощности со временем замедляется и при расстоянии между коронирующими электродами около 43–45 мм значения тока и мощности достигают своих наивысших значений. Последующее уменьшение расстояния между коронирующими электродами ведёт к снижению этих показателей, что объясняется взаимным экранированием между коронирующими электродами.

Величина межэлектродного расстояния оказывает воздействие на надёжность работы и эффективность электрофильтра-озонатора. При межэлектродном расстоянии меньше чем 26 мм уменьшается надёжность работы электрофильтра-озонатора, увеличивается риск пробоя. Эффективность работы электрофильтра-озонатора при межэлектродном расстоянии больше 28 мм уменьшается. Диапазон 26–28 мм является рациональным с точки зрения соответствия надёжности и эффективности работы электрофильтра-озонатора [6, 7].

В основу действия данного электрофильтра-озонатора положен коронный разряд. Очищаемый воздух, проходя между коронирующими и осадительными электродами, попадает в поле коронного разряда, во внешней области которого присутствуют отрицательные ионы, которые создают в межэлектродном пространстве униполярный объёмный заряд. Если в наружной области коронного разряда, занимающей преобладающую часть межэлектродного пространства, находятся твердые или жидкие частицы, то ионы из объёмного заряда, осаждаясь на поверхности этих частиц, сообщают им избыточный электрический заряд, т. е. происходит зарядка частиц. Затем под действием сил электрического поля заряженные частицы движутся в направлении, перпендикулярном потоку, и осаждаются на осадительных электродах, вследствие чего из очищаемого воздуха удаляются

частицы пыли и микроорганизмы. В свою очередь озон, образующийся при коронном разряде, окисляет вредно действующие газовые компоненты и различные микроорганизмы, затем очищенный от пыли, микроорганизмов и вредных компонентов воздух подаётся в помещение [8].

Для очистки воздуха в помещениях АПК с повышенными требованиями к чистоте воздушной среды необходимо иметь электрофильтры с высокой степенью очистки от пыли и находящихся на пылевых частицах микроорганизмов, при этом генерирование озона в процессе работы фильтра должно быть оптимизировано.

Электрофильтр-озонатор содержит в себе две основные части. Верхняя часть состоит из коронирующих электродов и системы высоковольтных изоляторов. Нижняя часть состоит из ёмкости для жидкости и системы удаления шлама через сливной клапан. В качестве коронирующих электродов используются игольчатые электроды. Осадительные электроды выполнены в виде параллельных плоских дисков, вращающихся на валу электрофильтра с определённой скоростью, постоянно смачиваясь жидкостью в нижней части электрофильтра. Осаждение частиц аэрозоля из воздушного потока происходит в верхней части электрофильтра на покрытую тонким слоем жидкости поверхность осадительных электродов [2].

Корпус электрофильтра состоит из верхней и нижней частей (рис. 1). В верхней части электрофильтра находятся электроды коронирующие проволочные и электроды коронирующие игольчатые, разделённые между собой перегородкой. Осадительные электроды выполнены в виде параллельных плоских дисков, вращающихся на валу электрофильтра с определённой скоростью. В нижнюю часть электрофильтра помещена жидкость, омывающая осадительные электроды от осевшего аэрозоля. Заслонка, управляющая воздушным потоком, регулирует режимы работы мокрого озонного электрофильтра [3, 9]

Отличительной особенностью является смена режимов работы с помощью заслонки 5 (рис. 2).

В результате добавления воздушной заслонки, распределяющей воздушные потоки, применения проволочных и игольчатых коронирующих электродов, оставляя систему осадительных электродов неизменной, происходит увеличение озоногенерирования. Это обеспечивает повышение эффективности очистки и обеззараживания воздуха при сохранении остальных характеристик электрофильтра.

Следовательно, можно сделать вывод, что у электрофильтров-озонаторов есть потенциал к повышению эффективности по обеззараживанию воздуха и очистке от вредных газов, эффективности очистки газов от микроорганизмов.

Применение данной конструкции с коронирующими электродами проволочными и игольча-

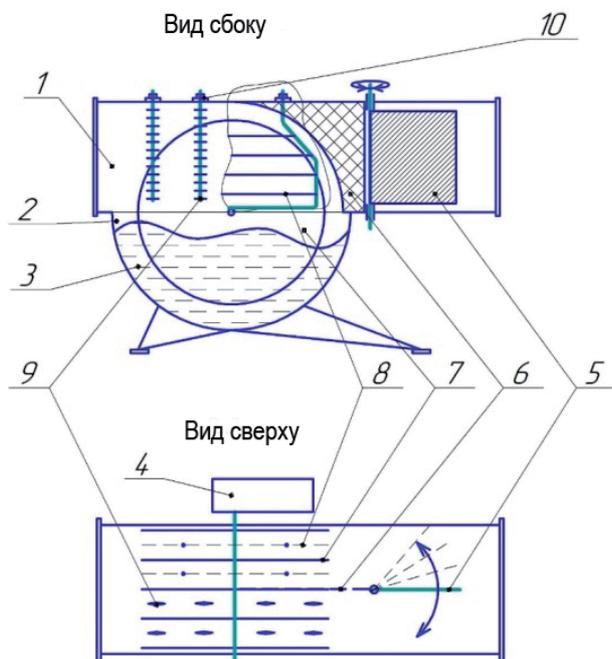


Рис. 1 – Корпус электрофилтра:
 1 – МЭФ верхняя часть; 2 – МЭФ нижняя часть;
 3 – жидкость, омывающая осадительные электроды;
 4 – мотор-редуктор вращения осадительных электродов;
 5 – заслонка, управляющая воздушным потоком;
 6 – перегородка; 7 – электроды осадительные; 8 – электроды коронирующие проволоочные; 9 – электроды коронирующие игольчатые; 10 – изолятор

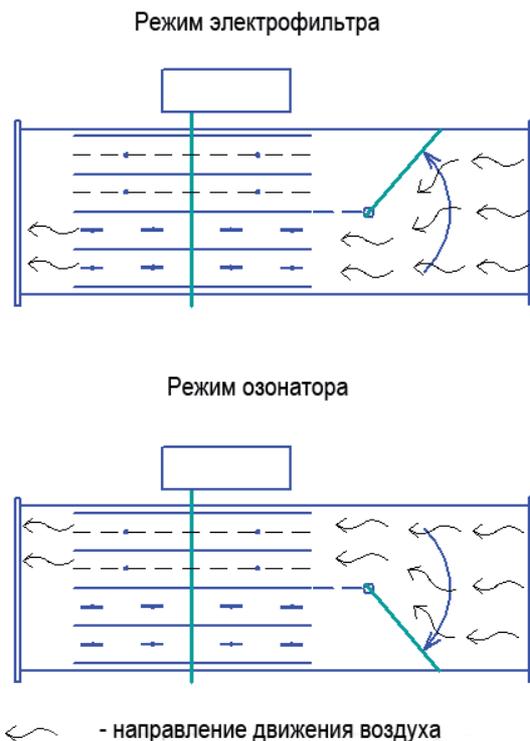


Рис. 2 – Режимы работы МЭФ с функцией озонатора

тыми и заслонками для распределения воздушных потоков в электрофилтре-озонаторе позволит повысить эффективность очистки и обеззараживания воздуха помещения АПК. Это приведёт к уменьшению отрицательного воздействия вредных и опасных производственных факторов, которые воздействуют на продукцию и на работника в процессе производства сельхозпродукции [3].

Немаловажным является и повышение энергоэффективности АПК, возникающее за счёт значительного снижения выбросов тепловой энергии с вытяжным воздухом в окружающую среду при использовании системы частичной рециркуляции воздуха с его одновременной высокоэффективной очисткой и обеззараживанием с помощью электрофилтра-озонатора.

Вывод. Наиболее эффективными и перспективными устройствами для высокоэффективной очистки и обеззараживания рециркуляционного воздуха являются электрофилтры. Однако, учитывая особенности режима рециркуляции, встаёт вопрос о разработке специального электрофилтра-озонатора, обладающего возможностью непрерывной регенерации осадительных электродов, а также высокой пылеемкостью и характеризующегося большой эффективностью по очистке воздушного потока от микроорганизмов и вредных газов.

Литература

1. Андреев Л.Н., Юркин В.В. Мокрый однозонный электрофилтр-озонатор // *Аграрная наука*. 2017. № 12. С. 30–32.
2. Кирпичников И.В. Разработка и исследование электростатического филтра для очистки воздуха от пыли в сельскохозяйственных малообъёмных помещениях: дис. ... канд. техн. наук. Челябинск: ЧГАУ, 2000. 137 с.
3. Мишагин В.Н. Методика определения эффективности систем очистки воздуха от микроорганизмов / В.Н. Мишагин, Л.Н. Андреев, И.Е. Сыромятов [и др.] // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 2008. № 5. С. 39–40.
4. Возмилов А.Г. Выделение озона двухзонным электрофилтром // *Некоторые вопросы механизации и электрификации сельскохозяйственного производства* // *Труды ЧИМЭСХ*. 1978. Вып. 134. С. 134–139.
5. Андреев Л. Н. Разработка и исследование мокрого однозонного электрофилтра для очистки рециркуляционного воздуха животноводческих помещений: дис... канд. техн. наук. Челябинск, 2010. 142 с.
6. Звездакова О.В. Совершенствование двухзонного электрофилтра для очистки воздуха от пыли в сельскохозяйственных помещениях с повышенными требованиями к чистоте воздушной среды: дис... канд. техн. наук. Челябинск, 2009. 164 с.
7. Возмилов А.Г., Астафьев Д.В., Матвеев С.Д. Результаты лабораторных исследований коронноразрядного озонатора-электрофилтра // *Проблемы инновационного и конкурентоспособного развития агроинженерной науки на современном этапе: сб. трудов междунар. науч.-практич. конф.* Алматы, 2008. Т. 2. С. 188–191.
8. Пат. № 2008117629/22 Электрофилтр-озонатор; РФ / Андреев Л.Н. и др. Заявл. 04.05.2008; опубл. 10.11.2008. Бюл. № 31.
9. Возмилов А.Г., Андреев Л.Н. Расчёт эффективности мокрого электрофилтра по очистке воздуха от вредных газов // *Проблемы инновационного и конкурентоспособного развития агроинженерной науки на современном этапе: сб. трудов междунар. науч.-практич. конф.* Алматы, 2008. С. 225–229.