

МОКРЫЙ ОДНОЗОННЫЙ ЭЛЕКТРОФИЛЬТР — ОЗОНАТОР

WET ELECTROSTATIC PRECIPITATOR — OZONIZER

Андреев Л.Н. — кандидат техн. наук, доцент кафедры «Энергообеспечение сельского хозяйства»

Юркин В.В. — старший преподаватель кафедры «Энергообеспечение сельского хозяйства»

ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

625003, Россия, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Республики, д. 7

E-mail: andreev@tmn-tlt.ru, wowanow@mail.ru

Статья посвящена изменению конструктивных параметров мокрого однозонного электрофильтра (МЭФ) для очистки и обеззараживания вытяжного рециркуляционного воздуха в животноводческих помещениях. Основой для модернизации был взят мокрый однозонный электрофильтр с эффективностью очистки от пылевых частиц размером 1 мкм и до 97%, от микроорганизмов — не менее 77%, от аммиака — не менее 84%, от сероводорода — не менее 50%. Конструкция данного МЭФ аналогична конструкции озонатора. Из литературы известно, что периодическое озонирование воздуха в производственных помещениях позволяет снизить содержание вредных газов на 80–85% и микробной обсемененности на 80–90%. Исходя из вышесказанного, было предложено доработать МЭФ путем добавления воздушной заслонки для направления воздушного потока и применения коронирующих электродов разной формы (игольчатые и проволочные), оставив систему осадительных электродов неизменной. Таким образом, в данном МЭФ будет иметь место увеличение генерирования озона, что повлечет повышение эффективности очистки воздуха от микроорганизмов, грибов, бактерий, спор, вследствие чего повышается общая эффективность очистки вентиляционного воздуха. Это приведет к повышению продуктивности животноводства, улучшению условий содержания животных, повышению качества условий труда обслуживающего персонала.

Ключевые слова: мокрый электрофильтр, коронирующие электроды, осадительные электроды, озонатор, животноводство.

Введение

Одним из наиболее перспективных способов решения проблемы очистки и обеззараживания вытяжного воздуха животноводческих помещений является применение схемы частичной рециркуляции вентиляционного воздуха, в которую устанавливается рециркуляционный фильтр [1, 2]. Наиболее полно зоотехническим требованиям к установкам очистки и обеззараживания рециркуляционного воздуха на животноводческих комплексах отвечают электрофильтры [4].

Методика

Для высокоэффективной очистки рециркуляционного воздуха в животноводческих помещениях [5] разработан специальный мокрый однозонный электрофильтр [6], конструкция которого представлена на рисунке 1.

Мокрый однозонный электрофильтр (МЭФ) состоит из двух основных частей: верхней части с коронирующими электродами и системой высоковольтных изоляторов; нижней части с емкостью для жидкости и системой удаления шлама через сливной клапан.

В качестве коронирующих электродов использовали игольчатые электроды. Осадительные электроды были выполнены в виде параллельных плоских дисков, вращающихся на валу электрофильтра. Осадительные электроды, вращаясь с определенной скоростью на валу электрофильтра, постоянно смачиваются жидкостью в нижней части электрофильтра. Осаждение частиц аэрозоля из воздушного потока происходит в верхней части электрофильтра на покрытую тонким слоем жидкости поверхность осадительных электродов. В основу действия электрофильтра положен коронный разряд, в поле которого происходит зарядка взвешенных в очищаемом воз-

Andreev L.N. — Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor in the Department of Energy Supply of Agriculture

Yurkin V.V. — Senior Lecturer in the Department of Energy Supply of Agriculture

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "State Agrarian University of Northern Zauralye"

7, ul. Respubliki, Tyumen, Tyumen oblast, 625003 Russia

E-mail: andreev@tmn-tlt.ru, wowanow@mail.ru

The article focuses on the modification of design parameters of the wet electrostatic precipitator (WESP) intended for purification and disinfection of the exhaust recirculated air in livestock facilities. A wet single-zone electrostatic precipitator with 97% efficiency of removing 1 μm dust particles, 77% efficiency of removing microorganisms, 84% efficiency of removing ammonia, 50% efficiency of removing hydrogen sulfide was taken as a platform for modernization. The construction of this WESP is similar to the construction of the ozonizer. It is known from the literature that periodic ozonization of the air in industrial premises reduces the content of harmful gases by 80–85% and microbial content — by 80–90%. So, it was suggested to refine WESP by using air damper to control air flow, and leaving the system of collecting electrode unchanged. Thus, this WESP will increase ozone generation, which will increase efficiency of removing microorganisms, fungi, bacteria, spores from the air. It will increase livestock productivity, improve housing conditions and quality of working conditions for employees.

Keywords: A wet electrostatic precipitator, corona electrodes, collecting electrodes, animal husbandry

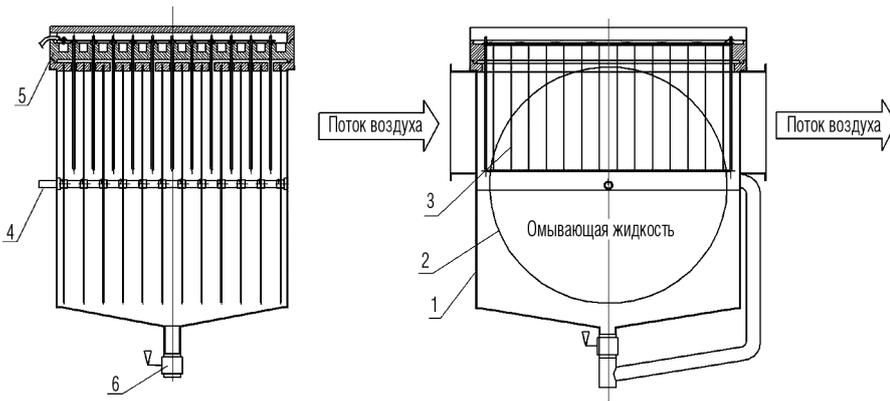
духе частиц и их осаждение на осадительных электродах под действием электрических сил. Коронный разряд представляет собой форму незавершенного электрического разряда, характерного для систем электродов с резко неоднородным полем. МЭФ прошел производственные испытания в свинокомплексах Челябинской и Тюменской областей, в частности на предприятиях ООО «Совхоз «Каштакский» (г. Челябинск) [6] и ООО «Согласие» (Тюменская область) [7].

Результаты испытаний показали высокую эффективность очистки вентиляционного воздуха: от пылевых частиц размером 1 мкм и более достигает 97%, от микроорганизмов — не менее 77%, от аммиака — не менее 84%, от сероводорода — не менее 50% [8, 9]. Из этого следует, что дальнейшее совершенствование разработанного электрофильтра идет по пути повышения его эффективности по очистке воздуха от микроорганизмов и вредных газов за счет окисления озона, который является продуктом специального устройства, называемого озонатором.

Известно, что электрофильтр и озонатор по своей конструкции аналогичны, таким образом, есть смысл объединения этих конструкций в одном устройстве.

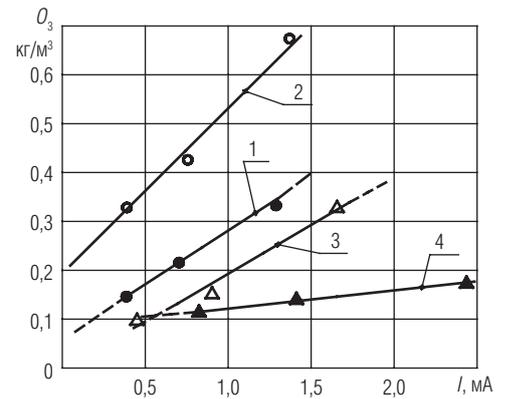
Озон обладает бактерицидными, вирулицидными, фунгицидными и спороцидными свойствами в зависимости от концентрации и экспозиции.

Доказано, что при озонировании свиноводческих помещений (концентрация озона 0,2 мг/м³, в течение 2 часов в сутки) наблюдается снижение общей бактериальной обсемененности на 50%; количество кишечной, паратифозной палочек — на 70–85% [10]. Таким образом, при увеличении озонирования в электрофильтре улучшается эффективность очистки от микроорганизмов, спор, грибов, бактерий и газов.



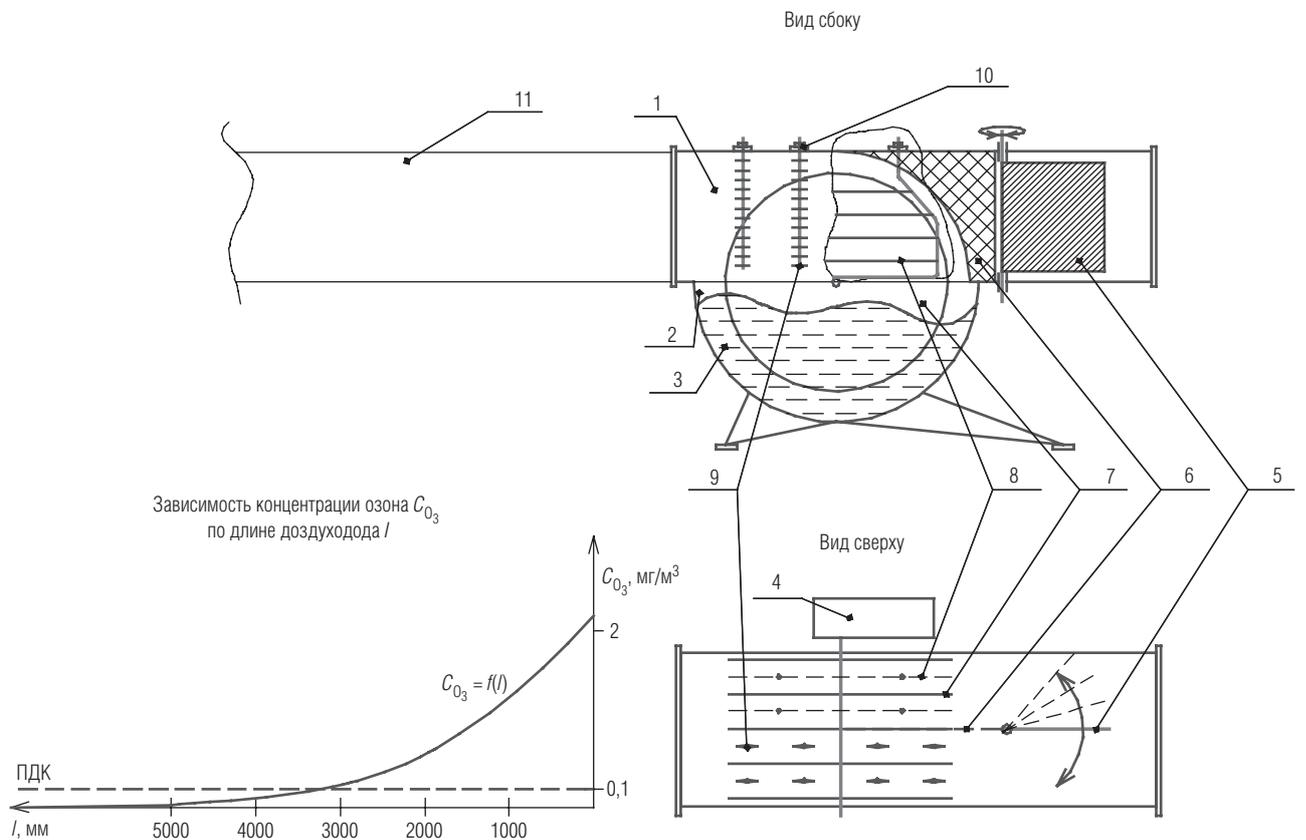
1 — корпус; 2 — осадительные электроды; 3 — коронирующие электроды; 4 — вал электрофильтра; 5 — изоляционная плита; 6 — сливной клапан

Рис. 1. Конструкция мокрого одноозонного электрофильтра



1 — проволочный электрод $\varnothing 0,3 \times 10^{-3}$ м; 2 — проволочный электрод $\varnothing 0,3 \times 10^{-3}$ м; 3 — игольчатый электрод; 4 — игольчатый электрод. 1 и 3 — положительная «корона»; 2 и 4 — отрицательная «корона»

Рис. 2. Концентрация озона на выходе электрофильтра [8]



1 — МЭФО верхняя часть; 2 — МЭФО 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 проволочные; 9 — электроды коронирующие игольчатые; 10 — изолятор; 11 — воздуховод

Рис. 3. Устройство МЭФ с функцией озонатора (МЭФО)

Поэтому встал вопрос о разработке мероприятий по повышению озонирования МЭФ.

В работе профессора А. Г. Возмилова [8] изучено озонирование электрофильтром в зависимости от типа коронирующего электрода, полярности и величины тока коронирующего разряда (рис. 2). Из рисунка 2 видно, что на положительном коронирующем разряде озонирование на разных типах коронирующих электродов отличается незначительно (зависимости 1, 3, рис. 2), а на отрицательном коронирующем разряде это различие существенно (зависимости 2, 4, рис. 2), что

позволяет управлять процессами озонирования, используя разные типы коронирующих электродов [11, 12].

Результаты

Исходя из вышесказанного, для высокоэффективной очистки и обеззараживания воздушной среды предлагается использовать мокрый одноозонный электрофильтр-озонатор (МЭФО) (рис. 3).

Известно, что озон в больших концентрациях (более 0,1 мг/м³) является опасным веществом согласно «Классификации вредных веществ по характеру и степени воздействия

на организм». В свою очередь в коронно-разрядной системе МЭФО генерация озона достигает 2 мг/м^3 . Из работ [10] известно, что озон является химически неустойчивым соединением, и распадается в воздуховоде вентиляционной системы на расстоянии не более 5–6 м от выхода из источника озонотенерирования (озонатора). Учитывая протяженность воздухопроводов вентиляционной системы животноводческих помещений, концентрация озона на выходе из вентиляционной решетки не будет превышать предельно допустимой концентрации.

МЭФО предусматривает работу в трех режимах: режим «электрофильтр», режим «озонатор», режим «электрофильтр-озонатор».

• ЛИТЕРАТУРА

1. Самарин Г.Н., Дворецкая И.А. Ферма будущего — это рациональное использование энергии и экологичность. Птица и птицепродукты. 2011. — № 5. — С. 66–68.
2. Андреев Л.Н. Повышение экологичности промышленного животноводства. Вестник КрасГАУ, 2015. — № 11. — С. 77–84.
3. Возмилов А. Г. Результаты исследований мокрого однозонного электрофильтра [Текст] / А. Г. Возмилов, В. Н. Мишагин, Л. Н. Андреев / Техника в сельском хозяйстве. — 2009. — № 3. — С. 20–22.
4. Андреев Л.Н., Жеребцов Б.В., Юркин В.В., Волков В.В. Повышение продуктивности и энергоэффективности животноводческих предприятий за счет использования систем рециркуляции вентиляционного воздуха с его очисткой и обеззараживанием. Логос. № 1. — 2012.
5. Смолин Н.И., Андреев Л.Н., Юркин В.В. Результаты экспериментальных исследований двухступенчатого мокрого электрофильтра // Вестник КрасГАУ. — № 8.
6. Возмилов А.Г. Результаты производственных испытаний мокрого электрофильтра [Текст] / А. Г. Возмилов, Л.Н. Андреев, Д.В. Астафьев, Б.В. Жеребцов, А. А. Дмитриев // Вестник КрасГау. — 2013. — № 8. — С. 185–192.
7. Возмилов А.Г., Андреев Л.Н. Энергоэффективные технологии микроклимата в животноводстве // Ветеринария. — 2016. — № 1. — С. 12–17.
8. Возмилов А.Г., Андреев Л.Н., Астафьев Д.В. Жеребцов Б.В. Результаты производственных испытаний мокрого электрофильтра // Вестник КрасГау. — 2013. — № 5.
9. Райзвих В.Г. Разработка и обоснование основных положений по проектированию аппаратов ЭИТ сельскохозяйственного назначения с учетом образования озона: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.02 / В.Г. Райзвих. — ЧГАУ. — Челябинск, 2002. — 117 с.
10. Возмилов А.Г., Мишагин В.Н., Андреев Л.Н. Расчет основных параметров осадительных электродов мокрого электрофильтра. ТвСХ. — 2010. — №2.
11. Возмилов А.Г., Смолин Н.И., Андреев Л.Н., Жеребцов Б.В. К определению активной длины осадительного электрода мокрого электрофильтра // Достижения науки и техники АПК. — 2012. — № 12.

Выводы

Применение МЭФО с двумя типами коронирующих электродов (проволочными и игольчатыми) и заслонки, распределяющей воздушные потоки, позволит повысить эффективность очистки и обеззараживания воздуха животноводческого помещения от микроорганизмов и вредных газов, что приведет к повышению продуктивности животноводства, улучшению условий содержания животных, повышению качества условий труда обслуживающего персонала. В дальнейшем планируется разработка опытного образца и испытание данной конструкции в лабораторных и производственных условиях.

• REFERENCES

1. Samarina G.N., Dvoreckaya I.A. Ferma budushchego — ehtratsional'noe ispol'zovanie ehnergii i ehkologichnost'. Ptica i pticeprodukty. 2011. — № 5. — S. 66–68.
2. Andreev L.N. Povyshenie ehkologichnosti promyshlennogo zhivotnovodstva. Vestnik KrasGAU, 2015. — № 11. — S. 77–84.
3. Vozmilov, A. G. Rezul'taty issledovaniy mokrogo odnozonnogo ehlektrofil'tra [Tekst] / A. G. Vozmilov, V. N. Mishagin, L. N. Andreev / Tekhnika v sel'skom hozyajstve. — 2009. — № 3. — S. 20–22.
4. Andreev L.N., ZHerebcov B.V., YUrkin V.V., Volkov V.V. Povyshenie produktivnosti i ehnergoehffektivnosti zhivotnovodcheskih predpriyatij za schyot ispol'zovaniya sistem recirkulyacii ventilyacionnogo vozduha s ego ochistkoj i obezzarazhivaniem. Logos, № 1. — 2012.
5. Smolin N.I., Andreev L.N., YUrkin V.V. Rezul'taty ehksperimental'nyh issledovaniy dvuhstupenchatogo mokrogo ehlektrofil'tra. Vestnik KrasGAU. — № 8.
6. Vozmilov, A.G. Rezul'taty proizvodstvennyh ispytaniy mokrogo ehlektrofil'tra [Tekst] / A. G. Vozmilov, L.N. Andreev, D.V. Astaf'ev, B.V. ZHerebcov, A. A. Dmitriev / Vestnik KrasGau. — 2013. — № 8 — S. 185–192.
7. Vozmilov A.G., Andreev L.N. «EHnergoehffektivnye tekhnologii mikroklimate v zhivotnovodstve» / Veterinariya. — 2016. — № 1. — S. 12–17.
8. Vozmilov A.G., Andreev L.N., Astaf'ev D.V. ZHerebcov B.V. Rezul'tatu proizvodstvennyh ispytaniy mokrogo ehlektrofil'tra // Vestnik KrasGau. — 2013. — № 5.
9. Rajzvih V.G. Razrabotka i obosnovanie osnovnyh polozhenij po proektirovaniyu apparatov EHIT sel'skohozyajstvennogo naznachenij s uchedom obrazovaniya ozona: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.20.02 / V.G. Rajzvih. — CHGAU. — CHelyabinsk, 2002. — 117 s.
10. Vozmilov A.G., Mishagin V.N., Andreev L.N. Raschyot osnovnyh parametrov osaditel'nyh ehlektrodov mokrogo ehlektrofil'tra. TvSKH. — № 2. — 2010.
11. Vozmilov A.G., Smolin N.I., Andreev L.N., ZHerebcov B.V. «K opredeleniyu aktivnoj dliny osaditel'nogo ehlektroda mokrogo ehlektrofil'tra» //Dostizheniya naiki i tekhniki APK. — 2012. — № 12.