

Authors:**L. A. Saplin**^{1✉}, Doctor of Technical Sciences, Professor;**V. A. Butorin**², Doctor of Technical Sciences, Professor;**M. V. Andreeva**³, Leading Design Engineer of the Automated Control System Department^{1,2}South Ural State Agrarian University, 75 Lenina St., Chelyabinsk, Russia, 457103³Chelyabinsk Plant of Mobile Power Equipment and Structures, 5 Khlebozavodskaya St., Chelyabinsk, Russia, 454038¹lsaplin49@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 16.01.2026; одобрена после рецензирования 25.03.2026;

принята к публикации 05.06.2026.

The article was submitted 16.01.2026; approved after reviewing 25.03.2026; accepted for publication 05.06.2026.

Научная статья

УДК 631.25:697.947

DOI 10.48012/1817-5457_2026_2_186-192

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И НАСЫЩЕНИЕ МОЛЕКУЛ ОЗОНА И ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ИОНОВ В РЕМОНТНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МАСТЕРСКИХ

Сторчевой Владимир Федорович^{1✉}, **Сторчевой Александр Владимирович**²,
Тимашева Дильбар Даяновна³, **Королев Даниил Иванович**⁴,
Хайретдинова Карина Тагировна⁵^{1,3,4,5}Московский авиационный институт, Москва, Россия²Российский биотехнологический университет, Москва, Россия¹V_Storchevoy@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты исследования систем озонирования, распределения и насыщения молекул озона и отрицательных ионов в ремонтно-диагностических мастерских. Система очистки воздуха, совмещенная с озонаторами (коронного и барьерного разряда) и датчиками (концентрации вредных веществ, озона, отрицательных ионов, температуры), позволяет снижать вредное содержание пыли, газов и микроорганизмов в ремонтно-диагностических мастерских до предельно допустимых концентраций. Получены зависимости изменения концентраций ионов и озона в ремонтно-диагностическом помещении и длительность сохранности этих концентраций после отключения систем озонирования и ионизации. Определены концентрации молекул озона: на выходе озонатора – 21 мг/м³ (38 %), на расстоянии 2 м от сопла озонатора – 1 мг/м³ (2 %), отрицательных ионов: на выходе озонатора – 2500 пКл/м³ (33 %), в воздушной струе на расстоянии 2 м от сопла озонатора – 580 пКл/м³ (3 %). Концентрация насыщения молекул озона и отрицательных ионов в струе воздушной массы в зависимости от времени работы озонатора (30 мин.) составляет 52 %: по молекулам озона – 15 мг/м³, отрицательным ионам – 2800 пКл/м³. Распределение молекул озона и отрицательных ионов в струе воздушной массы при отключении озонатора: разложение молекул озона и отрицательных ионов еще длится с теми же концентрациями 15 мин., что составляет 46 %, через 30 мин. после отключения концентрации снижаются к нулю. Получены уравнения изменения концентраций молекул озона и отрицательных ионов в профилях движения воздушной массы струи озонатора.

Ключевые слова: система озонирования воздуха, микроклимат, концентрации вредных веществ и микроорганизмов в воздухе, концентрации ионов и озона.

Для цитирования: Распределение и насыщение молекул озона и отрицательных ионов в ремонтно-диагностических мастерских / В. Ф. Сторчевой, А. В. Сторчевой, Д. Д. Тимашева [и др.] // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. № 2(86). С. 186-192. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2026_2_186-192.

Актуальность исследований. В ремонтно-диагностических помещениях во время рабочего процесса сотрудники находятся в закрытом пространстве, где качество воздуха ухудшается из-за увеличения содержания пыли, вредных газов и микроорганизмов и т. д. Применение систем озонирования позволяет очистить воздух и снизить газовую и микробную загрязненность до предельно допустимой для помещений данного типа. В ремонтно-диагностических мастерских неудовлетворительный микроклимат наблюдается в зоне пайки, электросварки, выхлопных отработанных газов, нахождения масел, топлива, кислотных испарений в аккумуляторном отделении [2, 9, 11].

Применение вентиляции, совмещенной с озонаторами (коронного и барьерного разряда), позволяет снизить содержание вредных газов до требуемых по предельно допустимым концентрациям (ПДК) значений для закрытых помещений. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 Санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны и СП 60.13330.2020 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, ПДК угарного газа (CO) составляет 20 мг/м^3 , диоксида азота (NO_2) – 2 мг/м^3 , углекислого газа (CO_2) – 9000 мг/м^3 и т. д. Поддержание требуемых значений вредных для человека газов в системе очистки воздуха в рабочей зоне осуществляется за счет датчиков концентрации вредных веществ и температуры. Предельно допустимой концентрацией озона при эксплуатации системы озонирования в ремонтно-диагностических помещениях считают $0,1 \text{ мг/м}^3$ [3, 12, 16].

Озонаторы монтируются в выходном сопле вентиляции, разрядные системы которых позволяют генерировать в межэлектродном пространстве излучение отрицательных ионов и образование молекул озона [7, 14, 18]. Вентилятор, продувая разрядные электродные системы озонатора на выходе сопла, образует турбулентный режим потока воздушной массы, насыщенной молекулами озона и отрицательными ионами, которая равномерно распределяется по помещению. При проектировании систем озонирования для ремонтно-диагностических помещений необходимо учитывать распределение усредненных концентраций молекул озона и отрицательных ионов в струе воздушной массы в профилях движения воздушной массы струи от выпускного сопла озонатора [5, 10].

Цель исследования – определить эффективные режимы работы систем озонирования и ионизации воздуха в ремонтно-диагностическом помещении.

Материал и методы исследования. Распространение молекул озона и отрицательных ионов в ремонтно-диагностическом помещении происходит через систему вентиляции, в сопла которой вмонтированы озонаторы (коронного и барьерного разряда), представленной на рисунке 1.

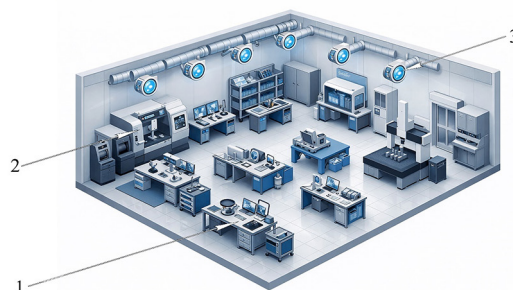


Рисунок 1 – Система озонирования в ремонтно-диагностическом помещении: 1 – рабочее место сотрудника; 2 – оборудование для ремонта и диагностики; 3 – система проточного озонатора (коронного и барьерного разряда), совмещенная с вентиляцией

Воздушная масса струи из вентиляции с увеличением скорости движения перемешивается с воздухом помещения и превращается в вихревое движение. Струи потока воздуха приобретают колебательное движение, образуя турбулентное движение [1, 15, 17].

Схема распределения воздушной массы струи из круглого сопла озонатора в ремонтно-диагностическом помещении представлена на рисунке 2.

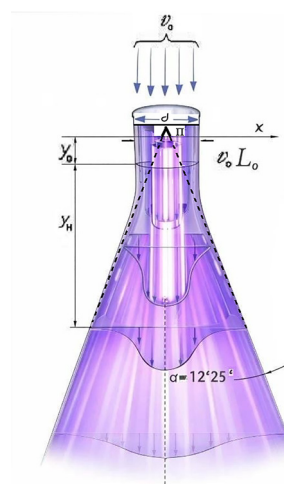


Рисунок 2 – Схема распределения воздушной массы струи из круглого сопла озонатора

Струя воздушной массы, насыщенной молекулами озона и отрицательными ионами, состоит из начального и основного участков. На начальном участке наблюдается постоянное

значение начальной скорости излучения отрицательных ионов и образование молекул озона. Скорость движения отрицательных ионов и заряженных молекул воздуха можно определить [4, 8, 13]:

$$V = \frac{dy}{d\tau} = V_0 + \frac{E_y q_{y0}}{k}, \quad (1)$$

где V_0 – скорость потока воздуха, м/с;

E_y – энергия молекулы иона, эВ;

$q_{уд}$ – заряд иона, Кл;

k – коэффициент пропорциональности:

$$k = 9\mu/(2r^2\rho_1),$$

где μ – динамическая вязкость воздуха, Па/с;

r – радиус заряженной частицы, м;

ρ_1 – плотность заряженной молекулы воздуха, кг/м³.

Полюс (П) воздушной струи, образующийся при пересечении границы основного участка, зависит от степени турбулентности.

При этом скорость движения воздушной массы от оси струи и круглого сопла озонатора снижается и характеризуется одними и теми же величинами при угле бокового расширения 12° 25'.

При круглом выпускном сопле озонатора относительная осевая скорость воздушной массы определяется:

$$\overline{v_{oc}} = \frac{v_{oc}}{v_0^*} = \frac{12,4\sqrt{\beta_0}}{Y' - Y_0'}, \quad (2)$$

где V_{oc} – осевая скорость в рассматриваемом профиле (точке), м/с;

V_0 – начальная скорость на выходе сопла озонатора, м/с;

β_0 – поправочный коэффициент, зависящий от конструктивной особенности насадки выпускного сопла;

Y_0' – длина накладки выпускного сопла озонатора, м;

Y' – расстояние от выпускного сопла озонатора до рассматриваемого профиля воздушной массы струи, м.

Для круглого воздуховода объемный расход воздуха определяется:

$$\overline{L_0} = \frac{L_y}{L_0} = 0,155\sqrt{\beta_0}(Y' - Y_0'), \quad (3)$$

где L_0 – расход воздуха на выходе сопла озонатора, м³/с;

L_y – расход воздуха от выпускного сопла озонатора до рассматриваемого профиля воздушной массы струи, м³/с.

Средняя относительная скорость по расходу воздушной массы рассчитывается:

$$\overline{v_M} = \frac{v_M}{v_0^*} = \frac{6,45\sqrt{\beta_0}}{Y' - Y_0}. \quad (4)$$

Результаты исследования и обсуждение.

Приведенные выше формулы (2–4) позволяют рассчитывать относительный объем воздуха и относительную скорость движения воздушной массы, не учитывая изменения средней концентрации молекул озона и отрицательных ионов. В таблице 1 представлены экспериментальные и усредненные расчетные данные изменения концентраций молекул озона и отрицательных ионов в профилях движения воздушной массы струи озонатора.

Таблица 1 – Концентрации молекул озона и отрицательных ионов в профилях движения воздушной массы струи озонатора

Длина профиля движения воздушной струи от сопла озонатора L , м	0	0,5	1,0	1,5	2,0
Концентрация молекул озона O_3 , мг/м ³	21	3,57	3,47	1,73	1,0
Концентрация отрицательных ионов n , пКл/м ³	2500	1450	1190	930	580
Расчетные данные усредненной концентрации молекул озона O_3 , мг/м ³ (уравнение 5)	22,3	5,1	2,47	1,53	1,25
Расчетные данные усредненной концентрации отрицательных ионов n , пКл/м ³ (уравнение 6)	7369	1820	1000	800	520

Усредненные расчетные данные изменения концентраций молекул озона и отрицательных ионов в профилях движения воздушной массы струи озонатора определяли из уравнений, полученных в результате аппроксимации графических зависимостей, методом наименьших квадратов через величину R^2 :

– по озону ($R^2 = 0,9854$):

$$O_3 = 50,28 - 47,83L + 20,284L^2 - 4,4278L^3 + 0,5122L^4 - 0,0298L^5 + 0,0007L^6; \quad (5)$$

– по отрицательным ионам ($R^2 = 0,9691$):

$$n = 6600,4 \cdot L^{-1,0092}. \quad (6)$$

На рисунках 3 и 4 представлены экспериментальные данные по распределению концентраций молекул озона и отрицательных ионов воздушной струи озонатора (температура, влажность и скорость движения воздушной массы оставались неизменными). При этом в профилях движения воздушной массы струи от выпускного сопла озонатора (рис. 2) концентрация озона (рис. 3) составляла 38 % на выходе озонатора, на расстоянии: 0,5 м – 7 %, 1,0 м – 5 %, 1,5 м – 3 %, 2,0 м – 2 %; концентрация по отрицательным ионам составляла 33 % на выходе озонатора на расстоянии: 0,5 м – 7 %, 1,0 м – 6 %, 1,5 м – 5 %, 2,0 м – 3 %.

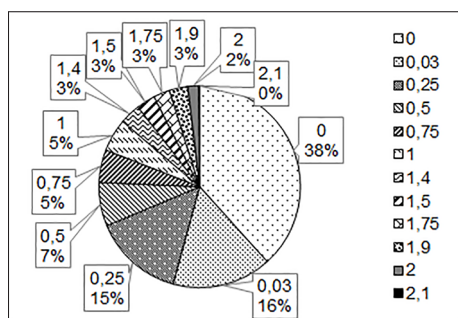


Рисунок 3 – Распределение концентраций молекул озона воздушной струи озонатора

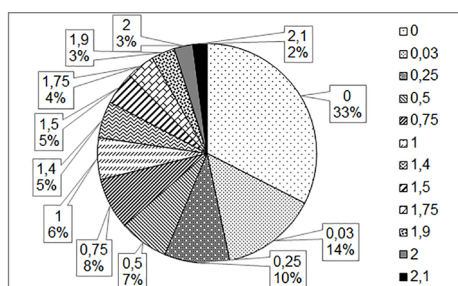


Рисунок 4 – Распределение концентраций отрицательных ионов воздушной струи озонатора

Озонирование ремонтно-диагностического помещения проводили по заданной программе, которая автоматически осуществляла коммутацию озонатора с помощью датчиков озона и отрицательных ионов, которые контролируют требуемые значения концентрации молекул озона и отрицательных ионов в помещении [1, 6, 15, 17].

В таблице 2 представлены экспериментальные данные насыщения и разложения молекул озона и отрицательных ионов воздушной массы от времени работы озонатора в ремонтно-диагностическом помещении.

Расчетные данные насыщения и разложения молекул озона и ионов в струе воздушной массы озонатора определяли из уравнений, получен-

ных в результате аппроксимации графических зависимостей, методом наименьших квадратов через величину R^2 :

– по молекулам озона ($R^2 = 0,82$):

$$O_3 = -7,22 + 7,86t - 0,75t^2, \quad (7)$$

– по отрицательным ионам ($R^2 = 0,98$):

$$n = -68,5 + 112,25t - 56,061t^2 + 14,17t^3 - 1,84t^4 + 0,12t^5 - 0,003t^6. \quad (8)$$

Таблица 2 – Насыщение и разложение молекул озона и ионов в струе воздушной массы озонатора

Время работы озонатора t , мин.	0	5	10	30
Концентрация молекул озона O_3 , мг/м ³	0	6	7	15
Концентрация отрицательных ионов n , пКл/м ³ ×100	0	20	21	28
Отключение озонатора t , мин.	15	30	40	60
Концентрация молекул озона O_3 , мг/м ³	15	14	3	0
Концентрация отрицательных ионов n , пКл/м ³ ×100	27	25	12	3

На рисунке 5 представлена диаграмма распределения концентраций молекул озона и отрицательных ионов в струе воздушной массы в зависимости от времени работы озонатора.

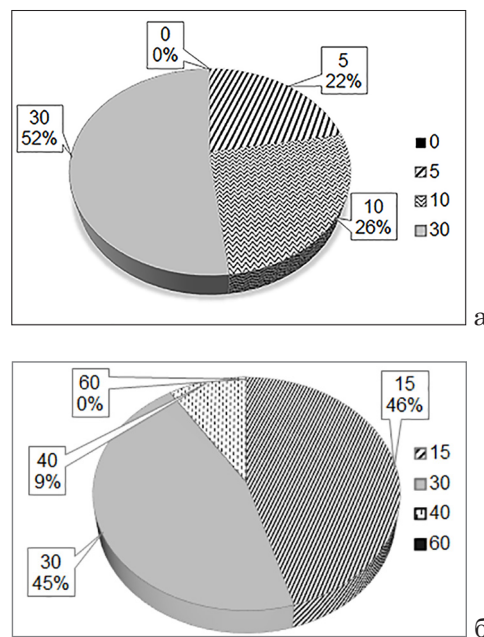


Рисунок 5 – Распределение молекул озона и отрицательных ионов в струе воздушной массы от времени работы озонатора (процесс насыщения и разложения): а – после включения озонатора; б – после выключения озонатора

Установлено, что после включения озонатора (рис. 5 а) через 30 мин. его работы концентрация насыщения составляет 52 %: по молекулам озона – 15 мг/м³, отрицательным ионам – 2800 пКл/м³.

После отключения озонатора (рис. 5 б) разложение молекул озона и отрицательных ионов еще длится с теми же концентрациями 15 мин., что составляет 46 %, через 30 мин. после отключения концентрации снижаются к нулю.

Выводы. В результате проведенных исследований определены:

– значения распределения концентраций молекул озона: 21 мг/м³ – на выходе озонатора (38 %), на расстоянии 2 м от сопла озонатора – 1 мг/м³ (2 %), отрицательных ионов: 2500 пКл/м³ – на выходе озонатора (33 %), на расстоянии 2 м от сопла озонатора – 580 пКл/м³ (3 %) в воздушной струе озонатора;

– значения распределения концентраций молекул озона и отрицательных ионов в струе воздушной массы в зависимости от времени работы озонатора (30 мин.), концентрация насыщения составляет 52 %: по молекулам озона – 15 мг/м³, отрицательным ионам – 2800 пКл/м³;

– значения распределения концентраций молекул озона и отрицательных ионов в струе воздушной массы при отключении озонатора: разложение молекул озона и отрицательных ионов еще длится с теми же концентрациями 15 мин., что составляет 46 %, через 30 мин. после отключения концентрации снижаются к нулю;

– усредненные расчетные данные изменения концентраций молекул озона и отрицательных ионов в профилях движения воздушной массы струи озонатора определяли из уравнений (5-6), расчетные средние данные насыщения и разложения концентраций молекул озона и отрицательных ионов (уравнения 6-7) – в момент коммутации озонатора.

Список источников

1. Автономный модуль электроозонатора. Патент на изобретение RU 2848077 C1, 16.10.2025. Заявка № 2025103155 от 12.02.2025 / Мануйленко А. Н., Сторчевой В. Ф., Ульяновцев Ю. Н., Лавринова Е. В. ID: 83128489, EDN TPKGWH.

2. Алексеев В. А., Колосов С. П. Применение озонаторов в различных отраслях народного хозяйства с целью улучшения экологии и состояния здоровья людей // Агробизнес: экономика – оборудование – технологии. 2019. № 12. С. 74-63. URL: <https://clck.su/qHYOs> (дата обращения 12.01.2026).

3. Влияние параметров озонирования на грибковые заболевания пчелиных семей / С. В. Оськин

[и др.] // Сельский механизатор. 2025. № 1. С. 26-28. DOI: 10.47336/0131-7393-2025-1-26-27-28.

4. Ежова Л. Ю., Леденева Г. А., Щербаков С. Ю. Вентиляция производственных помещений, особенности применения: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. (17 апр. 2025 г.). Петрозаводск: МЦНП «НОВАЯ НАУКА», 2025, Т. 8. № 1. С. 11-18, ID: 89277299, EDN: ROVBBS.

5. Ксенз Н. В., Сидорцов И. Г. Распространение озона в воздушной среде замкнутого помещения // Актуальные аспекты развития логистических коммуникаций. Российско-армянский логистический форум: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Ростов-на-Дону, 2023. С. 133-138. ID: 50375125 EDN: AJREPX.

6. Мануйленко А. Н., Вендин С. В. Автономный модуль электрического озонатора воздуха // Агротехника и энергообеспечение. 2022. № 4(37). С. 79-87. ID: 50310133, EDN: MAOVGG.

7. Мануйленко А. Н., Вендин С. В. Конструкция электрического озонатора для обеззараживания воздушных масс в животноводческом помещении // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 3 (35). С. 64-71. EDN: APOYPI.

8. Маркарянц Л. М., Безик В. А., Никитин А. М. Совершенствование вентиляционных установок в ремонтных мастерских // Вестник Брянской ГСХА. № 5. 2015. С. 57-61. ID: 34114390. EDN: LMPWHR.

9. Романов П. Н., Осокин В. Л. Обоснование необходимости использования аэроионизаторов и озонаторов в сельскохозяйственном производстве // Агротехника и энергообеспечение. 2017. № 1(14) Т. 1. С. 26-42 ID: 29128043. EDN: WBRJKC

10. Самарин Г. Н., Соловьев М. С., Степанов П. В. Энергосберегающая рециркуляционная система микроклимата животноводческих ферм с обеззараживателем воздуха // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: тр. Междунар. науч.-техн. конф. 2012. Т. 3. С. 256-261. EDN: PEYEBV.

11. Санитарная обработка: баланс безопасности и эффективности. Обеззараживание воздуха в производственных помещениях / Б. В. Маневич [и др.] // Молочная промышленность. 2019. № 6. С. 52-55. EDN: ZKEUYX

12. Санитарная обработка технологического оборудования и производственных помещений на предприятиях молочной промышленности методом озонирования / Т. П. Троцкая [и др.] // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 21-22 окт. 2009 г. Минск: РУП «НПЦ Нац. акад. наук Беларуси по механизации с.-х.», 2009. Т. 2. С. 14-20. EDN: XPXYXR.

13. Сторчевой В. Ф. Ионизация и озонирование воздушной среды: моногр. Москва, 2003. 175 с. ID: 19504976. EDN: QKVNDV, DOI: <https://doi.org/10.24160/0013-5380-2020-4-25-34>.

14. Сторчевой В. Ф., Кабдин Н. Е., Компаниец А. Е. Исследование параметров и режимов работы озонатора-ионизатора для молочных ферм // Агроинженерия. 2020. № 3 (97). С. 50-54. DOI: 10.26897/2687-1149-2020-3-50-54. EDN: JKQSOC.

15. Сторчевой В. Ф., Компаниец А. Е. Применение озонатора-ионизатора на молочных фермах // Доклады ТСХА. 2019. С. 294-296. ID: 37419288 EDN: ZFBZVB.

16. Технологии очистки озоном / М. А. Афанасьев [и др.] // Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве: 80-я науч.-практ. конф., Ставрополь, 9 марта - 29 мая 2015 г. Ставрополь: АГРУС, 2015. Т. 1. С. 32-37. EDN: UWKRUZ.

17. Vendin S, Manuylenko A, Strakhov V. Results of research on development of electric air ozonizer for livestock rooms. E3S Web of Conferences. 2023:411-418. DOI:10.1051/e3sconf/202341102018.

18. Oskin S, Tsokur D, Voloshin S. Modeling the process of water bubbling with ozone to obtain the disinfectant solutions in beekeeping. Engineering for rural development. Jelgava, 22;24.05.2019:1210-1214. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N412 EDN: SGIBOJ.

References

1. Avtonomnyj modul' e'lektroozonatora. Patent na izobretenie RU 2848077 C1, 16.10.2025. Zayavka № 2025103155 ot 12.02.2025 / Manujlenko A. N., Storchevoj V. F., Ul'yancev Yu. N., Lavrinova E. V. ID: 83128489, EDN TPKGWH.

2. Alekseev V. A., Kolosov S. P. Primenenie ozonatorov v razlichnyx otraslyax narodnogo xozyajstva s cel'yu uluchsheniya e'kologii i sostoyaniya zdorov'ya lyudej // Agrobiznes: e'konomika – oborudovanie – tehnologii. 2019. № 12. S. 74–63. URL: <https://clck.ru/qHYOs> (data obrashheniya 12.01.2026).

3. Vliyanie parametrov ozonirovaniya na gribovy'e zabolevaniya pchelinyx semej / S. V. Os'kin [i dr.] // Sel'skij mexanizator. 2025. № 1. S. 26-28. DOI: 10.47336/0131-7393-2025-1-26-27-28.

4. Ezhova L. Yu., Ledeneva G. A., Shherbakov S. Yu. Ventilyaciya proizvodstvennyx pomeshhenij, osobennosti primeneniya: sb. st. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (17 apr. 2025 g.). Petrozavodsk: MCzNP «NOVAYa NAUKA», 2025, T. 8. № 1. S. 11-18, ID: 89277299, EDN: ROVBBS.

5. Ksenz N. V., Sidorcov I. G. Rasprostranenie ozona v vozduшной среде замкнутого помещенія // Aktual'nye aspekty razvitiya logisticheskix kommunikacij. Rossijsko-armjanskij logisticheskij forum: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Rostov-na-Donu, 2023. S. 133-138. ID: 50375125 EDN: AJREPX.

6. Manujlenko A. N., Vendin S. V. Avtonomnyj modul' e'lektricheskogo ozonatora vozduxa // Agrotexnika i e'nergoobespechenie. 2022. № 4(37). S. 79-87. ID: 50310133, EDN: MAOVGG.

7. Manujlenko A. N., Vendin S. V. Konstrukciya e'lektricheskogo ozonatora dlya obezzarazhivaniya vozduшной mass v zhivotnovodcheskom pomeshhenii // Innovacii v APK: problemy i perspektivy. 2022. № 3 (35). S. 64-71. EDN: APOYPI.

8. Markaryancz L. M., Bezik V. A., Nikitin A. M. Sovershenstvovaniya ventilyacionnyx ustanovok v remontnyx masterskix // Vestnik Bryanskij GSXA. № 5. 2015. S. 57-61. ID: 34114390. EDN: LMPWHR.

9. Romanov P. N., Osokin V. L. Obosnovanie neobxodimosti ispol'zovaniya aëroionizatorov i ozonatorov v sel'skoxozyajstvennom proizvodstve // Agrotexnika i e'nergoobespechenie. 2017. № 1(14) T. 1. S. 26-42 ID: 29128043. EDN: WBRJKC

10. Samarin G. N., Solov'ev M. S., Stepanov P. V. E'nergosberegayushhaya recirkulyacionnaya sistema mikroklimata zhivotnovodcheskix ferm s obezzarazhivatelym vozduxa // E'nergoobespechenie i e'nergo-sberezhenie v sel'skom xozyajstve: tr. Mezhdunar. nauch.-texn. konf. 2012. T. 3. S. 256-261. EDN: PEYEBV.

11. Sanitarnaya obrabotka: balans bezopasnosti i e'ffektivnosti. Obezzarazhivanie vozduxa v proizvodstvennyx pomeshheniyax / B. V. Manevich [i dr.] // Molochnaya promyshlennost'. 2019. № 6. S. 52-55. EDN: ZKEUYX

12. Sanitarnaya obrabotka texnologicheskogo oborudovaniya i proizvodstvennyx pomeshhenij na predpriyatiyax molochnoj promyshlennosti metodom ozonirovaniya / T. P. Troczkaya [i dr.] // Nauchno-texnicheskij progress v sel'skoxozyajstvennom proizvodstve: materialy Mezhdunar. nauch.o-prakt. konf., 21-22 okt. 2009 g. Minsk: RUP «NPCz Nacz. akad. nauk Belarusi po mexanizacii s.-x.», 2009. T. 2. S. 14-20. EDN: XPXYXR.

13. Storchevoj V. F. Ionizaciya i ozonirovanie vozduшной среды: monogr. Moskva, 2003. 175 s. ID: 19504976. EDN: QKVNDV, DOI: <https://doi.org/10.24160/0013-5380-2020-4-25-34>.

14. Storchevoj V. F., Kabdin N. E., Kompaniecz A. E. Issledovanie parametrov i rezhimov raboty ozonatoro-ionizatora dlya molochnyx ferm // Agrozhenneriya. 2020. № 3 (97). S. 50-54. DOI: 10.26897/2687-1149-2020-3-50-54. EDN: JKQSOC.

15. Storchevoj V. F., Kompaniecz A. E. Primenenie ozonatora-ionizatora na molochnyx fermax // Doklady TSXA. 2019. S. 294-296. ID: 37419288 EDN: ZFBZVB.

16. Texnologii ochistki ozonom / M. A. Afanas'ev [i dr.] // Metody i texnicheskie sredstva povysheniya e'ffektivnosti ispol'zovaniya e'lektrooborudovaniya v promyshlennosti i sel'skom xozyajstve: 80-ya nauch.-prakt. konf., Stavropol', 9 marta - 29 maya 2015 g. Stavropol': AGRUS, 2015. T. 1. S. 32-37. EDN: UWKRUZ.

17. Vendin S, Manuylenko A, Strakhov V. Results of research on development of electric air ozonizer for livestock rooms. E3S Web of Conferences. 2023:411-418. DOI:10.1051/e3sconf/202341102018.

18. Oskin S, Tsokur D, Voloshin S. Modeling the process of water bubbling with ozone to obtain the disinfectant solutions in beekeeping. Engineering for rural development. Jelgava, 22;24.05.2019:1210-1214. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N412 EDN: SGIBOJ.

Сведения об авторах:

В. Ф. Сторчевой^{1✉}, доктор технических наук, профессор, <https://orcid.org/0000-0002-6929-3919>;

А. В. Сторчевой², старший преподаватель, <https://orcid.org/0000-0003-3404-0361>;

Д. Д. Тимашева³ ассистент;

Д. И. Королев⁴, ассистент;

К. Т. Хайретдинова⁵, ассистент

^{1,3,4,5}Московский авиационный институт, 125993, Россия, Москва, Волоколамское ш., 4

²Российский биотехнологический университет, 125080, Россия, Москва, Волоколамское ш., 11

¹V_Storchevoy@mail.ru

Original article

DISTRIBUTION AND SATURATION OF OZONE AND NEGATIVE IONS MOLECULES IN REPAIR AND DIAGNOSTIC WORKSHOPS

Vladimir F. Storchevoy^{1✉}, Alexander V. Storchevoy², Dilbar D. Timasheva³, Daniil I. Korolev⁴, Karina T. Khayretdinova⁵

^{1,3,4,5}Moscow Aviation Institute, Moscow, Russia

²Russian Biotechnological University, Moscow, Russia

¹V_Storchevoy@mail.ru

Abstract. The article presents the results of a study of ozonation systems, the distribution and saturation of ozone and negative ion molecules in repair and diagnostic workshops. The air purification system, combined with ozonators (corona and barrier discharge) and sensors (concentration of harmful substances, ozone, negative ions, and temperature), allows for the reduction of harmful dust, gas, and microbial concentrations in repair and diagnostic workshops to the permissible limits. The dependencies of the changes in ion and ozone concentrations in the repair and diagnostic room are obtained, as well as the duration of persistence of these concentrations after switching off the ozonation and ionization systems. It is determined that ozone molecules concentrate at 21 mg/m³ at the ozonator's outlet (38 %) and diminish to 1 mg/m³ (2 %) at a 2-meter distance. Negative ions reach 2500 pCl/m³ at the outlet (33 %) and drop to 580 pCl/m³ (3 %) at the same distance. After 30 minutes of operation, the saturation levels are 52 %: 15 mg/m³ for ozone and 2800 pCl/m³ for negative ions. When the ozonator shuts off, ozone and negative ions persist at these concentrations for 15 minutes, then decline to zero within 30 minutes. Equations of change in concentrations of ozone and negative ions molecules in the profiles of movement of air mass of the ozonator jet are obtained.

Key words: air ozonation system, microclimate, concentrations of harmful substances and microorganisms in the air, concentrations of ions and ozone.

For citation: Storchevoy V. F., Storchevoy A. V., Timasheva D. D., Korolev D. I., Khayretdinova K. T. Distribution and saturation of ozone and negative ion molecules in repair and diagnostic workshops. The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy. 2026; 2 (86): 186-192. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2026_2_186-192.

Authors:

V. F. Storchevoy^{1✉}, Doctor of Technical Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0002-6929-3919>;

A. V. Storchevoy², Senior Lecturer, <https://orcid.org/0000-0003-3404-0361>;

D. D. Timasheva³, Assistant;

D. I. Korolev⁴, Assistant;

K. T. Khayretdinova⁵, Assistant

^{1,3,4,5}Moscow Aviation Institute, 4 Volokolamskoe Shosse St., Moscow, Russia, 125993

²Russian Biotechnological University, 11 Volokolamskoe Shosse St., Moscow, Russia, 125080

¹V_Storchevoy@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 16.01.2026; одобрена после рецензирования 08.05.2026;

принята к публикации 05.06.2026.

The article was submitted 16.01.2026; approved after reviewing 08.05.2026; accepted for publication 05.06.2026.

■ С Правилами представления и публикации авторских материалов мы можете ознакомиться на странице журнала по адресу: <https://clck.ru/NaXfl>

■ The Authors' instructions for articles submission and publication are available on the journal's page: <https://clck.ru/iMYiC>