

3. Богачев В. В. Перспективы применения соляных прудов для получения тепловой и электрической энергии в ставропольском крае / В. В. Богачев, С. В. Буслов // Вестник Северо-кавказского федерального университета. – 2013. – № 3(36). – С. 93–96.

4. Солнечные пруды // Oz-Lib. – URL: https://oz-lib.com/838630/tehnika/solnechnye_prudy (дата обращения: 25.03.2025).

5. Journal of Energy Storage // Sciencedirect. – URL: www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352152X22017042#f0090 (дата обращения: 5.04.2025).

УДК 697.352.8

Современные методы очистки атмосферного воздуха

Золотарева И. М., Костенко Д. А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

В статье рассматривается вопрос об эффективности применения различных очистительных устройств для очистки воздуха. Подробное их описание позволит дать более объективную оценку с целью подбора более подходящих приборов для создания комфортных условий внутри конкретного помещения.

Цель статьи – рассказать о различных методах очистки воздуха, которые применяются на сегодняшний день. Выделить особенности, достоинства и недостатки устройств.

Чистый воздух сегодня – настоящая глобальная проблема. Постоянный рост числа промышленных предприятий, автомобилей на дорогах, свалок негативно сказывается не только на окружающей среде, но и на нашем здоровье. По диаграмме можно отследить увеличение выброса углерода после промышленной революции с развитием тяжелой промышленности, роста потребления нефтепродуктов, загрязнение природы, и в частности атмосферы стало глобальным (рис. 1).

Как мы знаем, источником всех выбросов вредных веществ по большей части являются заводы [1]. Больше всего загрязняют воздух предприятия в таких сферах, как металлургия (черная и цветная), горно-обогатительные комбинаты, нефтеперерабатывающая промышленность, химических производства, ТЭС и АЭС, фармацевтика, пищевое производство и многие другие.

Существует два типа технологий очистки воздуха: активные и пассивные [2].



Рис. 1. Динамика выброса углерода в атмосферу

Активные очистители воздуха выделяют в воздух отрицательно заряженные ионы, в результате чего загрязняющие вещества прилипают к поверхностям, тогда как *пассивные* очистители воздуха используют воздушные фильтры для удаления загрязняющих веществ. Пассивные очистители более эффективны, поскольку вся пыль и твердые частицы удаляются из воздуха и собираются в фильтрах.

Примерами *пассивных* очистителей являются фильтры НЕРА (система высокоэффективной фильтрации воздуха), угольные фильтры и большинство УФГИ (система ультрафиолетового бактерицидного облучения). *Пассивные* очистители делятся на 6 общих категорий:

Волокнистый фильтрующий материал. Самые известные волокнистые фильтры – это фильтры НЕРА (High Efficiency Particulate Air). Фильтры НЕРА обычно изготавливаются из стекловолоконных нитей размером 1/75 человеческого волоса (рис. 2).

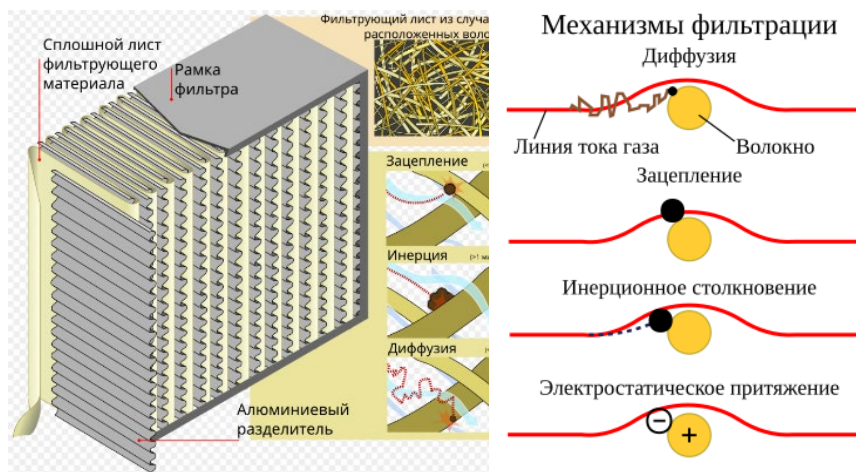


Рис. 2. Схема HEPA-фильтра с описанием механизма очистки

Различные исследования подтверждают преимущества портативных воздухоочистителей на основе HEPA для снижения концентрации аэрозолей из многих источников, включая снижение рисков передачи COVID-19, а также улучшают клинические проявления у пациентов с аллергическим ринитом за счет уменьшения количества твердых частиц и аллергена пылевых клещей [3].

На рис. 3 показан принцип работы электростатического фильтра.

Основным недостатком таких фильтров является их частая замена вследствие их быстрого загрязнения и механических повреждений.

Адсорбирующие среды. Наиболее распространенной формой адсорбирующего материала является активированный уголь (рис. 4). Это пористый материал, который может адсорбировать летучие органические соединения (ЛОС), но не удаляет более крупные частицы. Процесс адсорбции при использовании активированного угля должен достичь равновесия, поэтому полное удаление загрязнений может оказаться затруднительным.

Активированный уголь – это всего лишь процесс перевода загрязняющих веществ из газообразной фазы в твердую фазу, когда отягченные или нарушенные загрязнения могут быть регенерированы в источниках воздуха в помещении [2]. Обычно он используется в сочетании с другими технологиями фильтрации, особенно с HEPA. Другие материалы также могут поглощать химические вещества, но стоят дороже.

Преимущества: адсорбирующие среды хорошо очищают воздух от газа и запахов, хотя их эффективность зависит от типа и концентрации газа. Ак-

тивированный уголь могут применять совместно с устройствами, предназначенными для устранения загрязнения сигаретным дымом и дымом лесных пожаров.

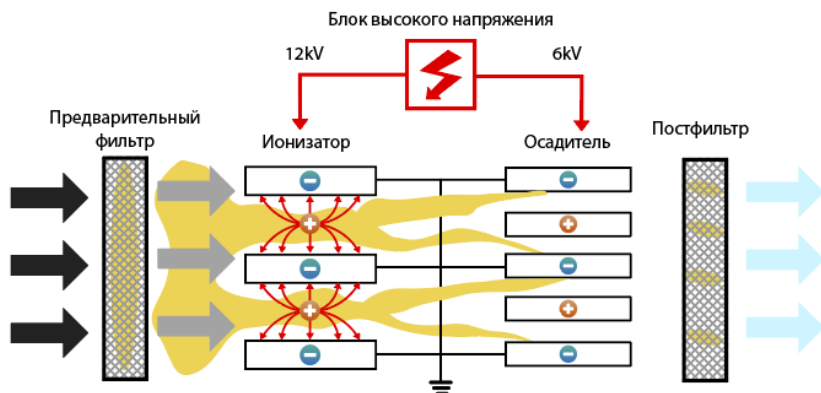


Рис. 3. Принцип работы электростатического фильтра



Рис. 4. Адсорбционные фильтры с активированным углем

Недостатки: адсорбционные фильтры необходимо регулярно менять. Кроме того, очистители с небольшим количеством углерода могут оказаться недостаточными для очистки больших помещений.

Ультрафиолетовое бактерицидное облучение (УФГИ). Ультрафиолетовое бактерицидное облучение – можно использовать для стерилизации воздуха (рис. 5). Эти системы представляют собой устройства с экранированными УФ-лампами, в которых используется вентилятор, пропускающий воздух мимо УФ-излучения [3]. Они как правило устанавливаются в системах вентиляции для удаления микроорганизмов. Ультрафиолетовый свет (он же ультрафиолетовое излучение, он же УФ) можно использовать для пассивной и активной очистки.

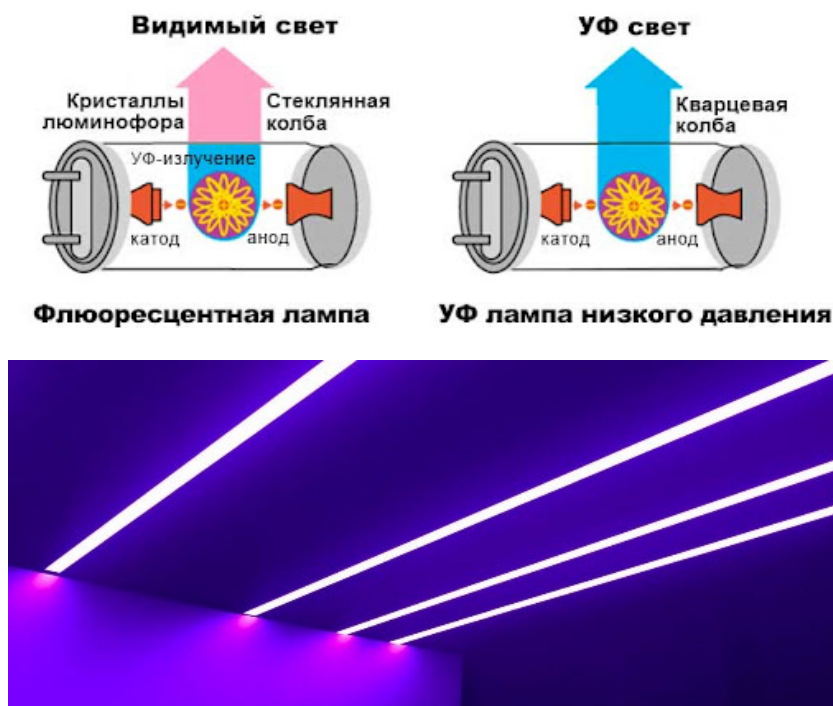


Рис. 5. Ультрафиолетовые бактерицидные лампы

Преимущества: УФ-очистка воздуха использовалась в течение столетия для снижения распространения туберкулеза в переполненных учреждениях, таких как больницы и убежища. Правильно откалиброванный УФГИ достаточно эффективен для дезинфекции любых непористых и незагрязненных

поверхностей в профессиональных условиях. УФГИ-очистка также полезна для предотвращения размножения микробов на охлаждающих змеевиках и воздушных фильтрах.

Недостатки: если УФ-лампа не покрыта нужным катализатором, она может производить озон. Озон прекрасен в верхних слоях атмосферы, но не полезен вблизи земли, где люди могут им дышать. При повреждении защитного экрана УФ-очистителя возможна травма глаз или повреждение кожи находящихся в помещении людей. Такие лампы не действуют на пыль, твердые частицы и вредные газы.

Термодинамическая стерилизация (ТСС). Термодинамическая стерилизация является недавно запатентованным методом очистки и мало изученным (рис. 6).



Рис. 6. Очиститель воздуха Airfree E60 с технологией ТСС

По известным данным, ТСС нагревает воздух в камере до 200 °С, чтобы буквально стерилизовать его [4]. Применяемая технология, основанная на естественных процессах окисления (сгорания) органических соединений, является наиболее экологичной из всех, не использует химические соединения, катализаторы, источники электромагнитного излучения, не «выжигает» кислород.

Подача воздуха в прибор осуществляется без участия электродвигателя, путем создания конвекционных потоков, что многократно повышает надежность приборов, делает их экономичными, абсолютно бесшумными.

При постоянной работе в помещении, даже при отсутствии вентилятора, за несколько суток достигают и поддерживают такую же степень очистки воздуха, что и приборы с мощными и шумными вентиляторами, использующие НЕРА-технологию.

Преимущества: ТСС не использует вентиляторы, а пропускает воздух через себя посредством конвекции; это делает его тихим и сохраняет низкое потребление энергии. Предполагается, что это замедляет скорость, с которой воздух проходит через него, позволяя бактериям, вирусам и плесени дольше подвергаться воздействию.

Недостатки: так как этот метод очистки новый и им пользуются единичные компании, данные о методе ограничены. Поэтому как именно будут удаляться частицы (такие как аллергены и табачный дым) неизвестно. По полученной информации можно предположить, что сжигание частиц может создавать более мелкие частицы, которые еще более опасны, чем крупные.

Примером *проактивной* очистки является **ионизация**. В ионизаторах используются заряженные электрические поверхности или иглы для генерации электрически заряженных ионов воздуха (рис. 7). Эти ионы соединяются с частицами в воздухе, которые затем электростатически притягиваются к заряженной коллекторной пластине. Этот механизм производит следовые количества озона и других окислителей в качестве побочных продуктов. Большинство ионизаторов производят озон в соотношении 1:20000000, что соответствует стандарту промышленной безопасности [3].

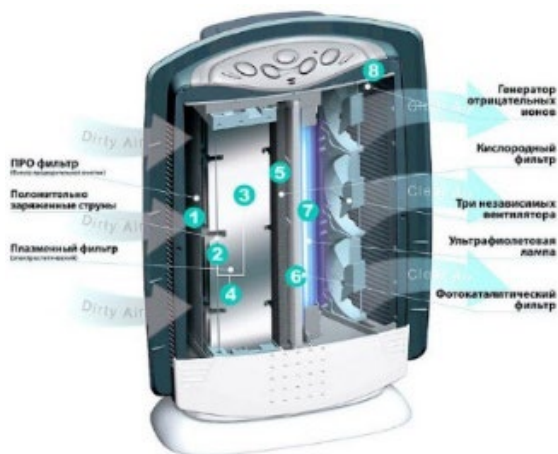


Рис. 7. Устройство ионизатора воздуха

Преимущества: ионизация воздействует на аллергены и частицы и даже имеет некоторую способность реагировать на патогены. Безвентиляторные ионизаторы также имеют преимущество в том, что они бесшумны.

Недостатки: главный недостаток ионизации в том, что она ухудшает состояние поверхностей, поскольку они становятся резервуаром, на который

ионизаторы осаждают загрязняющие вещества. Эти загрязняющие вещества можно легко поднять обратно в воздух.

Очистители воздуха прошли долгий процесс исследований и разработок на протяжении десятилетий от масок до современных автономных систем очистки, используемых сегодня. Современные технологии в сфере очистки атмосферного воздуха, как мы сегодня убедились, позволяют улавливать до 99 % вредных веществ. Несмотря на это, не стоит забывать о необходимости постоянного мониторинга вредных выбросов в атмосферу и совершенствования технологий для обеспечения экологической безопасности в мире.

Литература

1. Методы очистки воздуха на промышленных предприятиях // ПЗГО. – URL: <https://gas-cleaning.ru/article/metody-ochistki-vozduha-na-promyshlennyh-predpriyatiyah/> (дата обращения: 04.04.2025).

2. Passive vs Proactive Purification : a Guide to 11 Air Filtration Technologies // ActivePure – URL: <https://activepure.com/blog/11-air-filtration-technologies/> (дата обращения: 04.04.2025).

3. История очистителей воздуха // Habr. – URL: <https://habr.com/ru/companies/mvideo/articles/770578/> (дата обращения: 04.04.2025).

4. Воздухоочистители // Аллергодом. – URL: <https://www.allergodom.ru/catalog/vozduho-ochistiteli/e60/> (дата обращения: 04.04.2025).

УДК 692.23

Особенности температурного режима техподполий и подвалов существующих зданий

Крутилин А. Б., Костенко Д. А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Предложена формула для определения температуры воздуха в подвалах и техподпольях эксплуатируемых зданий. Приведены рекомендации по улучшению их температурного режима.

Наружные ограждающие конструкции зданий проектируются с уровнем теплозащиты, главным показателем которого является приведенное сопротивление теплопередаче, нормируемое в СН 2.04.02-2020 [1]. Уровень теплозащиты перекрытий над техническими подпольями и подвалами (далее – подвалами) рассчитывается на основе решения уравнения теплового баланса, которое имеет «типовой вид» и приведено в приложении К СП 2.04.01-2020 [2].