

затора удерживается вся сумма вознаграждений, выплаченная с начала года, а ответственные специалисты лишаются премии.

Конкретные размеры вознаграждений и штрафные санкции по результатам техосмотров тракторов, автомобилей и сельхозмашин должны быть обсуждены на собрании механизаторов и утверждены администрацией сельскохозяйственной организации.

После внедрения рекомендаций обязательно должен быть налажен учет заработной платы на ТО и ремонтах, а также стоимость расходимых запасных частей, горюче-смазочных и др. материалов каждым трактористом с учетом закрепленной за ним техники. За экономию запчастей и ГСМ, сверх установленных норм, механизаторам могут производиться соответствующие доплаты или выплачиваться премии.

Выводы

1. Большие резервы экономии нефтепродуктов в АПК имеются в повышении уровня технической эксплуатации МТП, поддержании техники в исправном состоянии. Использование технически неисправных машин приводит к перерасходу топлива в 1,5-2 раза, снижению качества механизированных работ.

2. Внедрение рекомендаций по совершенствованию организации технического обслуживания тракторов и сложных сельхозмашин позволит экономить 10-15% топлива и затрат на запчасти. Предусматривается материальная заинтересованность механизато-

ров и ИТР в поддержании техники в исправном состоянии, упрощение планирования и контроля проведения ТО, замена моторных масел по потребности, обязательное диагностирование техники.

3. Основными путями снижения расхода топлива при проведении механизированных работ являются правильные регулировки топливной аппаратуры и поддержание машинно-тракторных агрегатов в технически исправном состоянии, рациональное комплектование агрегатов и работа на оптимальных скоростных и загрузочных режимах их работы, сокращение холостых переездов агрегатов, выбор рациональных способов движения и видов поворотов, уменьшение простоев с работающим двигателем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будзько Ю.В., Добыш Г.Ф. Эксплуатация машинно-тракторного парка. - Мн.: Ураджай, 1998.
2. Добыш Г.Ф., Мучинский А.В., Костиков А.И. и др. Рекомендации по сокращению затрат энергоресурсов в агропромышленном комплексе. - Мн.: РУП «Минсктиппроект», 2003.
3. ГОСТ 2079386. Тракторы и машины. Техническое обслуживание.
4. Хитрюк В.А., Логвинова Е.Н. Экономное использование нефтепродуктов: аналитический обзор. - Мн.: Белорусский научный институт внедрения новых форм хозяйствования в АПК, 2005.

УДК 635.21.077:621.365

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 28.05.2007

АНАЛИЗ СПОСОБОВ И МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА, СОДЕРЖАЩЕГО ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

К.Э. Гаркуша, канд.техн. наук, доцент, И.А. Бовкунович, аспирант (УО БГАТУ)

Аннотация

Рассмотрены существующие способы очистки воздуха от органических соединений, произведена оценка их технической эффективности.

Авторы статьи предлагают для полного обезвреживания загрязнений комбинированный метод, основанный на использовании электронно-ионных и фотокаталитических технологий.

Введение

Методы, применяемые для очистки воздуха от загрязнений, несмотря на многообразие обезвреживаемых и перерабатываемых химических продуктов, ограничены. В зависимости от вида соединения они могут быть разделены на две основные группы. В первую группу входят методы, предназначенные для неорганических соединений, во вторую - органических. К органическим веществам, содержащимся в воздухе, относятся кислоты, галогены и галогенопроизводные, газообразные оксиды, альдегиды, кетоны, спирты, амины и многие другие компоненты газообразных отходов, а также различного рода бактерии, вирусы, грибки и тому подобные молекулярные за-

грязнители. Число технологических решений процесса обезвреживания очень велико. Для того чтобы выбрать метод и технологию необходимо:

- 1) дать оценку их эффективности с учетом опасности выбрасываемых химических соединений;
- 2) определить области рационального применения каждого метода или группы методов.

Основная часть

Основные способы обезвреживания и переработки воздуха, содержащего органические соединения, представлены на рис. 1 [1].

Отстаивание - метод основан на разделении системы В - Go_i (воздух - органическое соединение в виде паров и аэрозолей) под действием сил тяжести и приме-

няется, в основном, для отделения взвешенных грубо или мелкодисперсных примесей. Степень улавливания зависит от гранулометрического состава улавливаемых частиц, их концентрации, свойств среды и устанавливается чаще всего опытным путем. Процесс проводят в отстойных газоходах и пылесодержательных камерах. Отстаивание действительно лишь для крупных частиц диаметром более 50-100 мкм, причем степень очистки составляет не выше 40-50%. Метод пригоден лишь для предварительной, грубой очистки воздуха.

номерно распределенные между тонкими волокнами, работают с высокой эффективностью: степень очистки $\eta = 99,5-99,9\%$ при скорости фильтруемого воздуха 0,15-1,0 м/с.

Для тонкой очистки воздуха при повышенных температурах применяют фильтры из керамики, тонковолокнистой ваты из нержавеющей стали, обладающие высокой прочностью и устойчивостью к нагрузкам [2].

Недостатки фильтрования - высокое гидравлическое сопротивление и быстрое забивание фильтрующего материала пылью.

Абсорбция - применяется для извлечения из воздуха диоксида серы, сероводорода и других сернистых соединений, оксидов азота, паров кислот (HCl, HF, H₂SO₄), диоксида и оксида углерода, разнообразных органических соединений (фенол, формальдегид, летучие растворители и др.).

Абсорбционные методы служат для технологической и санитарной очистки воздуха. Они основаны на избирательной растворимости газо- и парообразных примесей в жидкости (физическая абсорбция) или на избирательном извлечении примесей химическими реакциями с активным компонентом поглотителя (хемосорбция). В качестве абсорбентов применяют воду, растворы аммиака, едких и карбонатных щелочей, солей марганца, этаноламины, масла, суспензии гидроксида кальция, оксидов марганца и магния, сульфат магния и др. [1].

Недостаток этого метода заключается в том, что высокая степень извлечения вредных примесей и полная регенерация поглотителей обеспечивается только при большом числе ступеней очистки.

Адсорбция - применяется для различных технологических целей - разделение парогазовых смесей на компоненты с выделением фракций, осушка газов и для санитарной очистки газовых выхлопов. В последнее время адсорбционные методы выходят на первый план, как надежное средство защиты атмосферы от токсичных газообразных веществ, обеспечивающее возможность концентрирования и утилизации этих веществ.

Адсорбционные методы основаны на избирательном извлечении из парогазовой смеси определенных компонентов при помощи адсорбентов - твердых высокопористых материалов, обладающих развитой удельной поверхностью. Промышленные адсорбенты, чаще всего применяемые в газоочистке, - это активированный уголь, силикагель, алюмогель, природные и синтетические цеолиты (молекулярные сита).

Адсорбцию газовых примесей обычно ведут в полочных реакторах периодического действия без теплообменных устройств, где адсорбент расположен на полках [3].

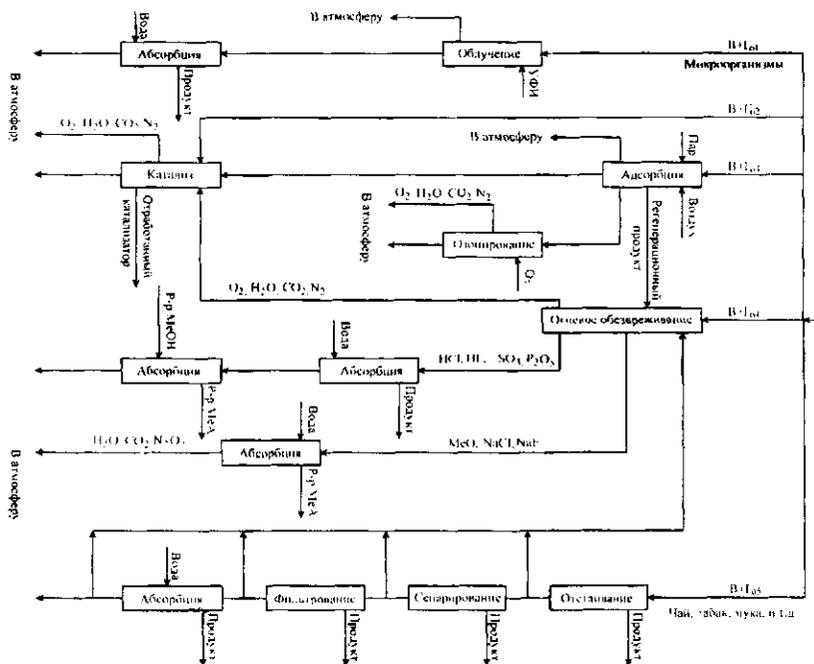


Рисунок 1. Схема переработки и обезвреживания воздуха, содержащего органические соединения:
 В - воздух; G_{or} - органические соединения в виде паров и аэрозолей;
 Me - ионы щелочных металлов; А - анионы.

Сепарирование - основано на стремлении взвешенных частиц сохранять первоначальное направление движения при изменении направления газового потока. Среди инерционных аппаратов наиболее часто применяют жалюзийные пылеуловители с большим числом щелей (жалюзи). Воздух обеспыливается, выходя через щели и меняя при этом направление движения, скорость воздуха на входе в аппарат составляет 10-15 м/с. Степень очистки, в зависимости от дисперсности частиц, составляет 20-70%. Сепарирование можно применять лишь для грубой очистки воздуха. Помимо малой эффективности, недостаток этого метода - быстрое истирание или забивание щелей.

Фильтрование - основано на прохождении очищаемого воздуха через различные фильтрующие ткани (хлопок, шерсть, стекловолокно и др.) или через другие фильтрующие материалы (керамика, металлокерамика и др.). Тканевые фильтры - применяются при температуре очищаемого воздуха не выше 60-65°C. В зависимости от гранулометрического состава пыли и начальной запыленности, степень очистки составляет 85-99%. Волокнистые фильтры, имеющие поры, рав-

Общие достоинства адсорбционных методов очистки газов заключаются в глубокой очистке газов от токсичных примесей и сравнительной легкости регенерации этих примесей с дальнейшим превращением их в товарный продукт или возвратом в производство.

Недостатки большинства адсорбционных установок — периодичность процесса и связанная с этим малая интенсивность реакторов, высокая стоимость периодической регенерации адсорбентов.

Катализ - основан на реакциях в присутствии твердых катализаторов, в результате чего примеси, находящиеся в воздухе, превращаются в другие соединения. В отличие от рассмотренных методов, примеси не извлекаются из воздуха, а трансформируются в безвредные соединения, легко удаляемые из воздушного потока. Трудно провести границу между адсорбционными и каталитическими методами газоочистки, так как такие традиционные адсорбенты, как активированный уголь, цеолиты, служат активными катализаторами для многих химических реакций [1].

Каталитические методы получают все большее распространение, благодаря глубокой очистке воздуха от токсичных примесей (до 99,9%) при сравнительно невысоких температурах и обычном давлении, а также при весьма малых начальных концентрациях примесей. Установки очистки просты в эксплуатации и малогабаритны.

Недостаток многих процессов каталитической очистки - образование новых веществ, которые подлежат удалению из газа другими методами (абсорбция, адсорбция), что усложняет установку и снижает общий экономический эффект.

Облучение - эффективность бактерицидного действия УФИ зависит от длины волны, интенсивности облучения, времени воздействия, видовой принадлежности обрабатываемых микроорганизмов, расстояния от источника, а также от параметров воздушной среды помещения.

УФИ максимально эффективно, если угол падения лучей на поверхность с микроорганизмами составляет 90 градусов, а микроорганизмы и частицы пыли расположены в один слой. При несоблюдении этого условия гибель популяции облучаемых микроорганизмов может снизиться на 50% и более.

Вероятностный характер стерилизации УФИ изучен хорошо, и существуют различные уравнения, характеризующие процесс отмирания бактерий. Известны также данные о проявлении механизмов защиты микробной клетки от летального действия УФИ, получивших название фотореактивации [4].

Озонирование - доказана очень высокая эффективность применения озона для обеззараживания воды, но до сих пор не создано таких же безопасных и эффективных приборов для обеззараживания воздуха.

Озон (O_3) ядовит и имеет очень низкую предельно допустимую концентрацию (ПДК) в воздухе ($0,1 \text{ мг/м}^3$), соизмеримую с ПДК боевых отравляющих веществ. В связи с этим, применение озонных технологий предполагает разработку и использование методов контроля концентрации озона в технологических про-

цессах. В то же время озон является весьма активным химическим веществом, эффективно взаимодействует со многими ядовитыми и неприятно пахнущими химическими соединениями, микробами, бактериями и т. п., а избыточное его количество, в результате реакций с молекулами окружающей среды, довольно быстро превращается в молекулярный кислород.

Наиболее эффективно происходит очистка от легко трансформирующихся веществ, относящихся к неопределенным соединениям (олефины и циклоолефины, диены). Озонирование подавляет также и неприятные запахи (сероводород, аммиак, меркаптаны, сульфаты, крезол, амины и др.).

Эффективность очистки от загрязняющих веществ и неприятных запахов достигает 90% [5]. Основной недостаток — нельзя использовать в присутствии людей, так как озон ядовит.

Огневое обеззараживание — применимо при высокой концентрации горючих органических загрязнителей или оксида углерода. Простейший метод - факельное сжигание - возможен, когда концентрация горючих загрязнителей близка к нижнему пределу воспламенения. В этом случае примеси служат топливом, температура процесса составляет $750-900^\circ\text{C}$, и теплоту горения примесей можно утилизировать. Когда концентрация горючих примесей меньше нижнего предела воспламенения, то необходимо подводить некоторое количество горючего газа извне [1].

Основной недостаток - такие энерготехнологические схемы применяют при достаточно высоком содержании горючих примесей, иначе возрастает расход добавляемого горючего газа.

Для полноценной очистки и обеззараживания воздуха в тех помещениях, где возможно присутствие людей и наличествуют вредности различного свойства, — взвешенные частицы, пыли, органические и неорганические примеси, грибки, патогенные микроорганизмы целесообразны комбинированные методы, в которых применяется оптимальное для каждого конкретного случая сочетание грубой, средней и тонкой очистки газов и паров. На первых стадиях, когда содержание токсичной примеси велико, более подходят адсорбционные методы, а для доочистки - адсорбционные или каталитические. К вышеозначенным помещениям можно отнести перерабатывающие предприятия, птицеводческие и животноводческие комплексы, овощехранилища.

В качестве примера комбинированного метода очистки воздуха от биологического загрязнения рассмотрим следующий. Воздух с примесями органических веществ пропускают через зону импульсного газового разряда. Длительность импульсов составляет $0,01 - 100 \text{ мкс}$, а частота следования $0,1-10 \text{ кГц}$. Разрушение молекул загрязнителей происходит за счёт воздействия на них озона, образующегося в зоне разряда, а также за счёт протекающих в этой зоне плазмохимических реакций. Степень очистки на этой стадии составляет 64-95% [6].

Дальнейшая очистка происходит в фотокаталитическом блоке, где под действием ультрафиолетового

света происходит окисление органического загрязнения на катализаторе. В реакции подобным катализатором служит диоксид титана. При освещении фотокатализатора ультрафиолетовой лампой сначала образуются активные радикалы, нейтрализующие все находящиеся поблизости вредные вещества, составляющие токсичные газы и неприятные запахи. В дальнейшем эти же радикалы образуют молекулы перекиси водорода, который известен своим антисептическим действием. Этим достигается молекулярный уровень защиты от потенциального возникновения плесени.

В присутствии света остаточный озон, попавший из зоны импульсного разряда, способствует очищению поверхности фотокатализатора, увеличивая время его работы до регенерации. При этом эффективность процесса доокисления органических примесей настолько высока, что практически весь остаточный озон расходуется в газовой смеси. Фактически фотокатализ даёт уникальную возможность глубоко окислять органические соединения, в частности, до углекислого газа и воды, в мягких условиях. Степень очистки на этой стадии составляет практически 100%.

Данная технология применена в устройстве, показанном на рисунке 2. При этом дополнительно используются фильтры грубой и тонкой очистки, чтобы избежать повреждений фотокаталитического блока.

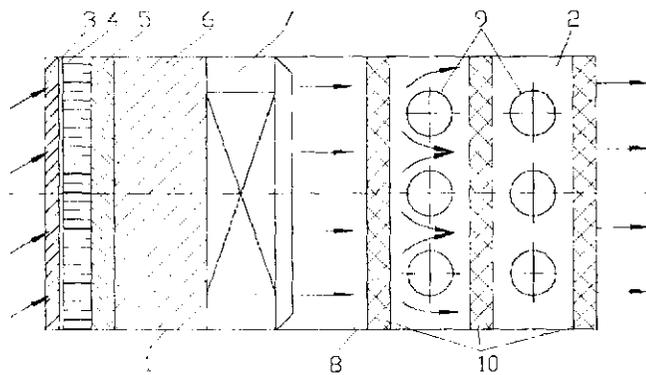


Рисунок 2. Схема воздухоочистительной установки. 1, 2 – первая и вторая камеры; 3 – приёмная решётка; 4, 5 – фильтры грубой и тонкой очистки; 6 – реактор низкотемпературной плазмы; 7 – вентилятор; 8 – воздуховод; 9 – ультрафиолетовая лампа; 10 – фотокаталитический фильтр.

Из рисунка 2 видно, что устройство очистки воздуха содержит две камеры 1 и 2, связанные между собой воздуховодом 8. Вентилятор 7 предназначен для забора и подачи очищаемого воздуха в очиститель. Пройдя приёмную решётку 3, воздух очищается от крупных частиц пыли и волокон в фильтре грубой очистки 4 и мелких частиц до 0,3 мкм в фильтре тонкой очистки, а затем поступает в реактор, в котором формируется низкотемпературная плазма в объемном барьерном разряде между двумя цилиндрическими электродами, разделёнными разрядным промежутком, равным 2 мм, и барьером – стеклянной трубкой, где и происходит первоначальное окисление органических загрязнителей озонем.

После выхода из реактора 6, газовая смесь прокачивается через вторую камеру, содержащую фотокаталитические фильтры 10 и ультрафиолетовые лампы 9. Использование этих фильтрующих блоков позволяет эффективно доокислить оставшиеся в воздухе после прохождения зоны газового разряда органические примеси. При этом, протекающие под действием света на поверхности фотокатализатора реакции окисления биологических загрязнителей озонем, оставшимся в газовой смеси после выхода из первой камеры, протекают с большей скоростью, чем на традиционных твердотельных катализаторах при любой температуре вентиляционного потока без затрат энергии на нагрев.

Заключение

Таким образом, для качественной очистки воздуха от органических загрязнителей целесообразно использовать комбинированные методы, так как по отдельности каждый способ даёт лишь частичный эффект. Одним из перспективных направлений является совместное применение электронно-ионных и фотокаталитических технологий, имеющих широкий спектр использования.

В сельском хозяйстве целесообразно использовать в цехах для временного хранения яиц, во фрукто- и овощехранилищах для очистки газовой среды от микробиологического загрязнения, на мясокомбинатах для нормализации параметров воздуха рабочей зоны, т.е. в тех местах, где качество воздуха оказывает влияние на сохранность продукции, на состояние персонала, на технологические процессы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беспмятников Г.П. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник / Беспмятников Г.П., Кротов Ю.А. – Ленинград: Химия, 1985. – 528 с.
2. Беличенко Ю.П. Рациональное использование и охрана природных ресурсов / Беличенко Ю.П., Швецов М.М. – Москва: Россельхозиздат, 1986. – 303 с.
3. Кузнецов В.В. Физическая и коллоидная химия: Учеб. пособие для вузов / Кузнецов В.В., Усть-Качкинцов В.Ф. – Москва: Высш. школа, 1976. – 277 с.
4. Всё о способах очистки воздуха. Раздел: Фотокатализ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://airlife-lipetsk.ru>. – Дата доступа 01.04.07.
5. С.Л. Шиманович. Экологически безопасные озонные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности / С.Л. Шиманович, О.В. Шиманович // Весті Акад. навук Беларусі. Сер. аграрных наук. №3, 2006. – С. 117-118.
6. Пат. 2071816 RU, МПК 6 В 01 D 53/72, 53/86. Способ очистки воздуха от органических примесей / Варгузин А.А. и Кузьмин Г.Н. и др. – № 92010987/26; заявл. / 04.12.92; опубли. «Официальный Бюллетень патентов на изобретения, полезные модели и промышленные знаки», №2, 20.01.1997.