

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и инженерной экологии

(наименование института полностью)

Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»

(наименование кафедры)

18.04.01 Химическая технология

(код и наименование направления подготовки)

Экобиотехнология

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему Разработка фитобиотехнологии обеззараживания и очистки воздуха
рабочей зоны в гальваническом цехе

Студент

Д.В. Корнева

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный руководитель

Р.С. Галиев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель программы

к.п.н., доцент, М.В. Кравцова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« ____ » _____ 2019г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

к.п.н., доцент, М.В. Кравцова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« ____ » _____ 2019г.

Тольятти 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Литературный обзор.....	7
1.1 Технология гальванического производства.....	7
1.1.1 Представление сектора и технологии гальваники.....	8
1.2 Характеристика гальванического производства.....	9
1.2.1 Сравнение воздействия на окружающую среду обычного никелевого гальванического покрытия и нового никелевого гальванического покрытия...14	
1.3 Современные методы очистки воздуха на гальваническом производстве.....	15
1.4 Профессиональные заболевания, получаемые в цехах гальванического производства.....	17
1.5 Фитотехнологии в улучшении качества воздуха.....	18
1.6 Препаративная тонкослойная хроматография.....	34
1.7 Непрерывный адсорбционный отбор проб при промышленном мониторинге содержания пыли и газа в воздухе рабочей зоны и выбросы технологического газа.....	35
1.8 Газохроматографическое определение алкилфенолов в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны.....	36
1.9 Фотометрия.....	40
1.10 Определение элементного состава клеток цианобактерий и клеточных фракций методом атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии.....	40
2 Материалы и методы и исследования.....	45
2.1 Метод отбора проб воздуха.....	45
2.2 Микробиологический анализ воздуха.....	46
3 Результаты и их обсуждения.....	50

3.1 Характеристики гальванического производства ЗАО «РЕАГАЛ».	
Экономический расчет и обоснование	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	63
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	64

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы обусловлена следующим: XXI век - это век технологий, открытий, модернизаций, но за ними всегда следуют последствия. В России более 400 предприятий гальванического производства. Гальваника, как и любое химическое производство выделяет вредные вещества в атмосферный воздух. Одно из лидирующих мест по производственной вредности занимает производство гальваники. Источниками выделения вредных веществ являются технологические оборудования: установки, реактора, гальванические ванны, погрузочные машины и т.д. А также, источниками являются технологические процессы - это дробление сыпучих материалов (SrSO_4), переливы летучих веществ (NH_3 , NaOH) от которых в ходе производственного цикла выбрасываются в атмосферный воздух загрязняющие вещества.

Минимальное количество средств расходуется на очистку от выбросов с гальванических производств. Но, для того чтобы минимизировать затраты на вытяжные шкафы, бортовые отсосы, было принято решение помимо вытяжных систем, расположить некоторые виды растений в гальваническом цехе рабочей зоны. Предполагается, что предложенный метод очистки воздуха будет более эффективным и дешевым по сравнению с существующими методами.

Таким образом, можно сформировать **проблему исследования**: необходимость принятия оперативных решений для снижения концентрации загрязняющих веществ на производстве гальваники ЗАО «Реагал» г. Тольятти за счет размещения определенных растений в рабочей зоне.

Цель исследования: снижение концентраций загрязняющих веществ и микроорганизмов в воздухе рабочей зоны гальванического цеха фитобиотехнологическим методом очистки воздуха.

Объект исследования: рабочая зона цеха гальванического производства ЗАО «Реагал» до и после применения фитобиотехнологического метода очистки воздуха.

Предмет исследования: процесс фитобиотехнологического восстановления воздуха, загрязненных химическими соединениями.

В соответствии с намеченной целью были поставлены следующие **задачи:**

1. Провести анализ существующих перспективных методов очистки воздуха на предприятии.

2. Оценить экологическое состояние воздуха рабочей зоны цеха предприятия ЗАО «Реагал» методами химического и микробиологического анализа.

3. Разработать фитобиотехнологический комплекс по очистке воздуха в рабочей зоне цеха и оценить его эффективность.

Теоретической и методологической основой исследования являются научные труды отечественных ученых в области фитотехнологических методов очистки воздуха в помещении, таких как Айзенман Б.Е., Крылова О.К., Степень Р.А., Рабинович А.М., Хранилов, Ю. П., Быков В.А., Жученко А.А., Зайко Л.Н.

Научная новизна:

Впервые проведено исследование по очистке воздуха рабочей зоны гальванического предприятия ООО «Реагал» с помощью растений, вследствие чего снизилась концентрация загрязняющих веществ.

Теоретическая и практическая значимость выполнения проекта:

Исследования в перспективе могут быть использованы в разработке эффективных фитобиотехнологий по очистке загрязненного воздуха территорий химических предприятий.

Апробация работы.

Основные положения диссертационной работы были представлены:

1) на научно-практической конференции «Студенческие дни науки ТГУ» в 2018 году.

2) доклад в рамках II Всероссийской научно-исследовательской конференции Инновации и «зеленые» технологии (диплом III степени 2019 год).

3) Участник областного конкурса «Молодой ученый» 2019.

Структура диссертации: Диссертация состоит из введения, трех разделов, заключения, списка используемых источников, включающего 80 наименований. Объем работы составляет 71 страница машинописного текста, содержит 14 рисунка, 14 таблиц.

1 Литературный обзор

1.1 Технология гальванического производства

Гальваническое производство-уникальное место нанесения покрытий с помощью электролита и с пропусканием через него электрического тока. Что касается оборудования - обычно используют емкости размером 1 м^3 , стоящие друг за другом, создавая собой так называемую гальваническую линию, в ваннах все изделия проходят поэтапную обработку. Для начала все детали должны быть предварительно подготовлены, пройти механическую очистку, полировку, если это требуется, а также обезжиривание. На предприятии «Реагал» используется обезжириватель ДХТИ-НТ, который предназначен для очистки поверхности черных и цветных металлов от различных видов загрязнений (смазки, масло, смазочно-охлаждающие жидкости) в водных и водно-щелочных растворах перед нанесением гальванических и других защитных покрытий. Рекомендуемый состав раствора химического обезжиривания: Натрия гидроокись 30-50 г/л, тринатрийфосфат 10-20 г/л, обезжириватель ДХТИ-НТ 10-15 г/л. Затем, изделия промывают водой, и в зависимости от нанесения требуемого покрытия выбирают соответствующую ванну. Для нанесения полублестящих и блестящих цинковых покрытий используют блескообразователь Дипо-цинк, что позволяет получать блестящие цинковые покрытия толщиной 25 мкм. Рекомендуемый состав электролита: цинк хлористый 60-120 г/л, аммоний хлористый 160-220 г/л, Дипо-цинк 40-60 мл/л, блескообразователь ЛВ-4584 предназначен для нанесения полублестящих цинковых покрытий из щелочных электролитов и представляет собой 20%-ный водный раствор полисульфона. Следует применять его в следующих пропорциях: цинка окись 8-12 г/л, натрия гидроокись 90-120 г/л, ЛВ4584-4-6 мл/л. Гальваническое производство позволяет также получить радужное

хроматирование, для этого используется добавка 2А-Т (водный раствор). Для приготовления ванны пассивации следует разбавить водный раствор соли в десятикратном объеме воды [25-34].

Также, существует универсальная добавка ДХТИ-хром 12(НТ), предназначенная для нанесения защитно-декоративных, твердых и износостойких хромовых покрытий. При помощи этой добавки получают хромовые покрытия толщиной 0,1-1000 мкм. Рекомендуемый состав: хромовый ангидрид 290-350 г/л, ДХТИ-хром-12(НТ) 10-15 г/л. Пройдя все стадии деталь промывается и сушится горячим сжатым воздухом. Таким образом после нанесения гальванических покрытий, детали приобретают красивый внешний вид и поверхность, не требующих дальнейшей обработки.

1.1.1 Представление сектора и технологии гальваники

Гальваническая промышленность включает два типа производства: интегрированное производство, где гальваника является частью производства конечного продукта, и субподрядные цеха, выполняющие специализированную работу для различных клиентов. Последние, представляют собой в основном небольшие фирмы, основанные квалифицированными рабочими и укомплектованные неквалифицированными работниками, в то время как интегрированные фирмы зачастую являются более крупными и имеют более широкий доступ к знаниям и экономическим ресурсам.

Конкуренция на рынке субподряда основывается как на быстрых поставках, так и на качестве, и цене. Тенденция заключается в усилении внимания к более высокому качеству (по-прежнему с низкими ценами) и структурном развитии в сторону более крупных производственных предприятий, обеспечивающих экономию масштаба. Транспортные расходы и необходимость быстрой доставки благоприятствуют местному производству.

Международная конкуренция ограничена особыми сегментами рынка, такими как: производства высокого объема и качества, где вхождение фирм из Восточной Европы увеличило конкуренцию.

Положение в производственной цепочке субподрядных гальванических компаний делает их зависимыми от своих клиентов. Большинство из них имеют смешанное производство, чтобы снизить их гибкость и удовлетворить потребности своих клиентов. Что касается инноваций, то большинство субподрядчиков являются поставщиками. Небольшие гальванические компании очень зависят от своих поставщиков химических веществ, поскольку они являются основным источником информации о новых процессах и развитии производства.

Основными этапами гальванического производства являются:

- 1) Предварительная обработка: обезжиривание, очистка;
- 2) Основной процесс: электролитическое осаждение металлического слоя;
- 3) Отделка (ополаскивание ванн).

Сплавы Хрома, никеля, цинка, меди, олова и благородные металлы самые используемые металлы.

Экологическая нагрузка от гальванической промышленности в основном исходит от этих тяжелых металлов, но также включает в себя сброс вспомогательных веществ. Кроме того, гальваническая промышленность традиционно имеет высокий расход воды. По этим причинам промышленность подвергается все большему регулированию своих выбросов [41-50].

1.2 Характеристика гальванического производства

Источниками выделения вредных веществ являются технологические оборудования: установки, реакторы, гальванические ванны, погрузочные машины и т.д. А также, источниками являются технологические процессы – это дробление сыпучих материалов, переливы летучих веществ: SrSO_4 , NH_3 , NaOH ,

CrO₃, ZnO, от которых в ходе производственного цикла выбрасываются в атмосферный воздух загрязняющие вещества. Основным оборудованием при нанесении покрытия являются автоматизированные гальванические линии, составленные из гальванических ванн (обезжиривание, травление, слабо - кислотное и щелочное цинкование, хромирование, хроматирование, и промывные ванны) в которых для транспортирования деталей работают автооператоры или ручные операторы, осуществляющие горизонтальные и вертикальные перемещения подвесок с деталями в соответствии с технологическим циклом [1-3]. Электропитание гальванических ванн осуществляется от выпрямителей переменного тока. Так же, на предприятиях гальванического производства существуют лаборатории, в которых осуществляется проверка ванн на избыток или недостаток щелочи или цинка титриметрическим методом. На производстве ЗАО «Реагал» помимо гальванопокрытий, осуществляется изготовление блескообразующих добавок и, прежде чем запустить добавку в производство производится следующая проверка с помощью ячейки Хулла. Ячейка Хулла - это так называемая гальваническая ванна объёмом 267 мл. Катод расположен к аноду под углом, приблизительно 51°С. При электроосаждении в ячейке при средней плотности 2 А/дм² (соответствует силе тока 1А) на катодной пластине реализуются плотности тока от 0,1 А/дм² на дальнем от анода участке до 8-9 А/дм² на ближнем к аноду участке. Площадь предприятия ЗАО «Реагал» составляет 100 м². В таблице 1 представлены загрязняющие вещества, выделяющиеся в гальваническом производстве.

Таблица 1- Загрязняющие вещества, выделяющиеся в процессах подготовки поверхности и нанесения гальванопокрытий

Назначение ванн		Температура С	Выделяющиеся загрязняющие вещества
Лужение:	кислотное	15 - 30	Кислота серная
Меднение цианистое		55 - 65	Водород цианистый

Продолжение таблицы 1

Нейтрализация		80 - 90	Щелочь
Никелирование химическое		90 - 95	Аэрозоль никелевого раствора
Обезжиривание:	анодное и катодное	50 - 60	Водород цианистый, щелочь
	и травление совместное	50 - 60	Кислота серная
	Электролитическое анодное и катодное	80 - 90	Щелочь
	Обработка в растворе хромпика	95 - 98	Хрома (VI) оксид
Снятие никелевого покрытия		18 - 25	Азота (IV) оксид
Травление:	алюминия, меди и их сплавов	18 - 60	Азота (IV) оксид, щелочь
	в концентрированной соляной кислоте	18 - 25	Водород хлористый
	и обезжиривание совместное	50 - 60	Кислота серная
	Катодное	50 - 70	Кислота серная
	меди, алюминия и их сплавов	18 - 60	Азота (IV) оксид, щелочь
	Химическое	18 - 25	Водород фтористый
	черных металлов	18 - 25	Кислота серная
	то же	60 - 70	Кислота серная
Фосфатирование		94 - 98	Водород фтористый
Хромирование		94 - 98	Водород фтористый
Цинкование:	малоцианистое	18 - 25	Водород цианистый
	цианистое	18 - 25	Водород цианистый
Электрополировка меди и ее сплавов		20 - 40	Хрома (VI) оксид

Из таблицы 1 видно, что основными загрязняющими веществами являются: кислота серная, водород фтористый, оксид хрома, оксид азота и щелочь.

Таблица 2- Величины удельных выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферу от основных видов технологических процессов на участках подготовки деталей перед нанесением металлопокрытий

Наименование технологической операции	Материалы		Температура, °С	Наименование выделяющегося загрязняющего вещества (ЗВ)	Величина удельного выделения $Y^{ЗВ}$, мг/(с·м ²)	
	Наименование	Кол-во, г/л			Аэрозоль	Газовая фаза
1	2	3	4	5	6	7
Активация деталей из меди и ее сплавов	Кислота серная	50 - 100	15 - 25	Кислота серная	0,50	-
Активация деталей из коррозионностойких сталей	Состав I: Кислота соляная	150 - 200	15 - 25	Водород хлористый	6,50	17,44
	Состав II: Кислота фтористоводородная	50 - 100	15 - 25	Водород фтористый	-	4,97
	Кислота соляная	50 - 100		Водород хлористый	3,00	8,52
Активация деталей из сталей и сплавов	Кислота соляная или	50 - 100	15 - 25	Водород хлористый	3,00	8,49
	Кислота серная	50 - 100		Кислота серная	0,50	-
Активация деталей из титана и его сплавов	Никель хлористый	200 - 220	20 - 25	Никеля хлорид	0,15	-
	Кислота соляная	140 - 150		Водород хлористый	4,00	14,48
	Аммоний фтористый	20 - 40				
Активация деталей из цинкового сплава	Состав I: Натрий кислый сернокислый	20-30	20-25	Натрия гидросульфид	0,10	-

Из таблицы 2 видно, что многие загрязняющие вещества выделяются при подготовке детали, но и также выделяются другие вещества, например, при обезжиривании выделяются 3-хлорэтилен, тетрахлорэтилен, четыреххлористый углерод. Формальдегид входит во многие блескообразующие добавки. Выделение аммиака обусловлено слабо - кислым цинкованием [5-8].

В таблице 3 представлены предельно допустимые концентрации на гальваническом производстве в рабочей зоне.

Таблица 3 - Химические характеристики атмосферного воздуха в гальваническом цехе

Показатели	ПДК	ρ кг/м ³	В производственном помещении
CrO ₃	0,01	2,8 г/см ³	0,01
NO	5,0	1,7 г/см ³	3,4
NO ₂	2,0	1,527 г/см ³	1,5
HCN	0,3	0,687 г/см ³	0,1
Формальдегид	0,5	0,8153 г/см ³	0,4
SO ₂	10	0,002927 г/см ³	5
HCl	5,0	1,19 г/см ³	4,0
NH ₃	20	0,7723 г/см ³	15
Ацетон	200	0,7899 г/см ³	95
ZnCl	1мг/м ²	1,480 г/см ³	0,8
NaOH	0,5 мг/м ³	1.0207 г/см ³	0,35

Исходя из таблицы 3 можно сделать вывод, что по ГОСТам контроля воздушной среды ГОСТ12.1.005-76, ГОСТ 12.1.014-79, ГОСТ 12.1.016-79 фактическое содержание ПДК на производстве не должно превышать стандартного ПДК. На производстве нормы ПДК соблюдены, и, следовательно,

для улучшения показателей нужно использовать некоторые виды растений [7,10].

1.2.1 Сравнение воздействия на окружающую среду обычного никелевого гальванического покрытия и нового никелевого гальванического покрытия

Для соблюдения регулирования стока Бора предлагается замена борной кислоты лимонной кислотой в никелевой гальванической ванне. Хотя ванна избегает разрядки бора, она увеличивает разрядку никеля вследствие влияния лимонной кислоты, которая нарушает обработку сточных вод. Чтобы сбалансировать этот компромисс, воздействие на окружающую среду традиционного процесса никелирования (ванна Ватт) и цитратная ванна должны сравниваться по оценке жизненного цикла.

Метод оценки воздействия на жизненный цикл был LIME2. Для оценки компромисса между сбросами бора и никеля в сточные воды, рассчитаны характеристики и повреждающие факторы на токсичность и экологическую токсичность для человека. Затем, процессы сравнивались с использованием данных реальных процессов. Функциональная единица – «покрытие на 1 кг детали». Однако, эффективность покрытия зависит от вида, формы и площади поверхности детали. Смоделированы данные цитратной ванны. При моделировании количества хлорида никеля и сульфата никеля в цитратной ванне были основаны на ванне Ватта.

По сравнению с другими химическими веществами расчетные характеристики и повреждающие факторы бора и никеля признаны обоснованными. Результаты интеграции показали, что цитратная ванна оказывает большее воздействие на окружающую среду, чем ванна Watts. Хотя ванна Watts включала более вредные для окружающей среды процессы, чем цитратная ванна, сумма этих воздействий была намного меньше, чем воздействие сточных вод из цитратной ванны. Кроме того, воздействие на

окружающую среду сточных вод может быть значительно уменьшено флокулянтами, при этом практически не возникает дополнительного воздействия на окружающую среду, вызванного увеличением осадка.

Недавно разработанная цитратная гальваническая ванна оказывает более высокое воздействие на окружающую среду, чем традиционная ванна Watts, потому что воздействие на окружающую среду высвобождения никеля, хелатированного лимонной кислотой, превышает снижение выбросов Бора. Следовательно, существует компромисс между этими двумя методами. При установке цитратной ванны, очистка сточных вод должна быть изменена, чтобы уменьшить выбросы никеля [51-53].

1.3 Современные методы очистки атмосферного воздуха на гальваническом производстве

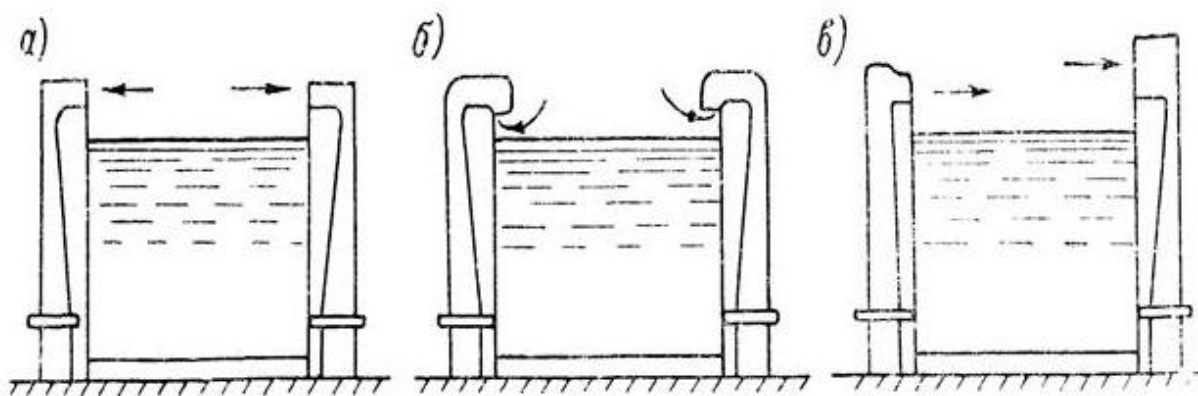
Существующие нормы ПДК не выходят за пределы норм, но для их уменьшения требуется использовать установки. Существуют различные установки для того, чтобы концентрация вредных веществ не превысила допустимого значения, например, оборудовать цех приточно-вытяжной вентиляцией, установить бортовые отсосы на гальванических ваннах или использовать вытяжные шкафы.

Вытяжная вентиляция на производстве призвана удалять отработанный воздух (с загрязнениями, влажный, горячий), затем порции свежего воздуха поступают внутрь помещения хаотично, через двери, окна, стеновые проемы и т.д.

Бортовые отсосы по конструктивному выполнению бывают обычные (простые) и опрокинутые. У обычных отсосов щелевые отверстия расположены в вертикальной плоскости, у опрокинутых – в горизонтальной. Если щель бортового отсоса расположена с одной стороны зеркала выделения вредностей, то отсос называется односторонним, или одно бортовым. При расположении

щелей с двух противоположных сторон зеркала бортовой отсос называется двусторонним, или двух бортовым. Если щели расположены под углом (обычно прямым) друг к другу, то отсос называется угловым. У круглых аппаратов отсосы бывают кольцевыми, полукольцевыми и подковообразными [4-9].

Если с одной стороны зеркала вредностей располагается бортовой отсос, а с другой – щель для подачи воздуха, то такое устройство называется отсосом со сдувкой (продувкой). Отсос со сдувкой может быть назван иначе активизированным отсосом.



а – обычный (простой) отсос; б – опрокинутый отсос; в – отсос со сдувкой

Рисунок 1- Разновидности бортовых отсосов

Шкафы представляют собой укрытия с рабочим проемом. Образующиеся внутри укрытия вредные выделения удаляются из него вместе с воздухом, поток которого препятствует поступлению вредных выделений в производственные помещения. Различают вытяжные шкафы с верхним, нижним и комбинированным удалением воздуха.

Фильтры волокнистые гальванические предназначены для высокоэффективной очистки воздушных вентиляционных выбросов от жидких, и растворимых в воде твердых аэрозольных частиц и паров в гальванических, травильных и химических производствах из вытяжных шкафов, лабораторных помещений, моечных камер для струйной обработки поверхностей. Не смотря

на то, что оборудования имеют положительную сторону: изоляция помещения от вредных выделений, удаление брызгав, удаление тяжелых и легких газов. Оборудование имеют ряд недостатков: бортовые отсосы увеличивают ширину оборудования, затрудняя доступ к противоположному от рабочего края ванны. При работе с вытяжными шкафами также существует затрудненный проход к оборудованию, и человек находится в зоне вредных выделений [11-14]. Бортовые отсосы и вытяжные шкафы являются дорогостоящим оборудованием, и энергозатратными по сравнению с растениями, предложенными в таблице 13.

1.4 Профессиональные заболевания, получаемые в цехах гальванического производства

Гальваника относится к вредным участкам производства, поэтому уделяется большое внимание технике безопасности и мер предосторожности. Профессиональные заболевания, которые можно получить на производстве это астма, аллергия, язва внутренних органов, утрата обоняния. К главным источникам заболеваний относят приготовления растворов, электролитов, процесс подготовки поверхности и нанесения покрытия.

Щелочи, кислоты вызывают отравление, раствор кальцинированной соды и хрома-ожог слизистой оболочки, соляная кислота вызывает хроническое отравление, разрушение зубов, воспалительные заболевания кожи, пары аммиака-обильное слезотечение, повреждение роговицы глаза. Также соляная, серная, азотные кислоты действуют на организм через кожу, что приводит к заболеванию кожного покрова. Вдыхание хромового ангидрида в процессе хромирования приводит к поражениям слизистой оболочки носа, усугубляется это перфорацией хрящевой части перегородки носа. При поражений кожных покровов на первом месте по частоте стоят экземы и дерматиты при работе с никелированием, что обусловлено солями никеля. Проявление хромовых язв на

коже зачастую происходит у людей, работающих с хромированием. Помимо заболеваний кожи наблюдается часто поражение слизистой оболочки носа и дыхательных путей. Наличие хромового ангидрида в воздухе могут вызвать поражения слизистой оболочки носа. Также такие вещества как бензин, хлорированные углеводороды и керосин могут оказывать действие на кожу [15,16].

Все помещения должны быть максимально изолированными, и в них должна присутствовать хорошая система вентиляции, что особенно важно при производстве, загрязняющем воздух. Кроме того, устройство цеха должно быть спланировано таким образом, чтобы оборудование составляло не более 20% его помещения.

На законодательном уровне к работе гальванического цеха применяются определенные правила. Во-первых, в правилах по охране труда на предприятиях и в организациях машиностроения, утвержденных Минэкономки РФ, говорится о необходимости очищать вентиляционные выбросы, ведь вредные выбросы опасны как для работников, так и для атмосферы в целом. Кроме того, Приказом Минфина РФ от 29.08.2001 № 68н установлено, что в гальваническом цехе нужно каждый месяц проводить инвентаризацию с полной зачисткой оборудования. При этом необходимо обратить внимание на то, что деятельность по очистке систем гальванических цехов признается работой повышенной опасности (Приказ Рос технадзора от 18.01.2012 № 44) [17-21].

1.5 Фитотехнологии в улучшении качества воздуха

В США в 2007 году был создан первый широкодоступный детоксикатор атмосферы комнатного применения, который получил название Andrea. Это довольно простая и чрезвычайно полезная для дома вещь – воздушный фильтр усиливающий эффект очистки воздуха комнатными растениями. Очиститель

воздуха напоминает колбу, в которую помещается растение. В ней также находится детоксирующее устройство, которое очищает воздух. В очистителе есть два вентилятора, один из которых втягивает комнатный воздух, а другой выталкивает очищенный [16].

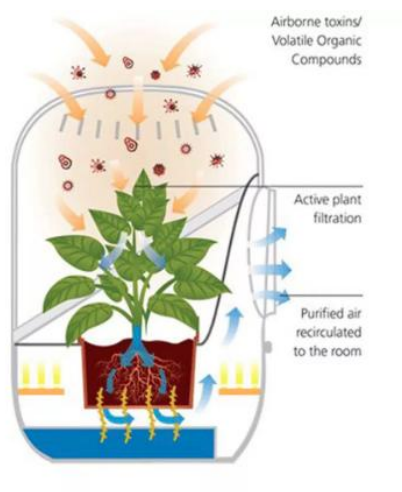


Рисунок 2 – Механизм фильтрующего устройства



Рисунок 3 – Детоксикатор Andrea

Также, Крылова О.К., со своими единомышленниками изобрели установку очистки воздуха. Изобретение относится к очистке воздушного

пространства, может быть использовано для улучшения состояния воздуха в помещениях и позволяет получить качественную и эффективную очистку воздуха и его насыщение фитонцидами и аэроионами [23]. Установка выполнена в виде искусственного грота, например, из камня и бетона, с водопадным устройством, дно которого представляет собой двустенный аквариум - имеется насос в бассейне, в аквариумном бассейне и устройство для химической очистки и распределения воды для создания гейзера из компрессора, а живые специально отобранные растения размещаются между стенками аквариумного бассейна. Воздух в жилых и производственных помещениях отличается от естественной воздушной среды не только загрязнениями. Если в воздухе лесов содержится от 700 до 6500 отрицательных аэроионов на кубический сантиметр, то в жилых районах их концентрация снижается до 25 ион/см³. Это вовсе не безразлично для здоровья человека - именно с этим недостатком связан целый ряд заболеваний. Кроме того, в комнатном воздухе нет летучих терпеноидов (фитонцидов), выделяемых древесными растениями, называемыми воздушными витаминами; поэтому, помимо компенсации аэроионного дефицита, необходим фитоорганический фон для создания воздуха, близкого к естественному. Фитонцидные растения насыщают воздух летучими терпеноидами. Известно устройство для увлажнения и дезодорации воздуха (SU № 61061). С его помощью воздух улучшается за счет барботажа через слой дезодорирующей жидкости. Изобретение обеспечивает применение привода вспомогательного вентилятора для вращения воздушной турбины, получающей движение от давления струи исходного воздуха. Вспомогательный вентилятор предназначен для выброса дезодорированного воздуха.

Однако это устройство малоэффективно при очистке и реабилитации воздушного пространства. Известен ионизатор воздуха (RU 1752402, МПК А61L 9/22, 01.12.1989). Он включает в себя блок питания, содержащий

предохранитель, конденсатор, резистор и выпрямитель, собранные в соответствии с цепью диодного моста, выходной сигнал которой представляет собой С-фильтр в виде дросселя и конденсатора, преобразователь напряжения, содержащий генератор импульсов, высоковольтный трансформатор и высоковольтный выпрямитель, выход которого соединен с генератором отрицательных ионов. Генератор импульсов выполнен в виде последовательно соединенного династора, переменного резистора и первичной обмотки высоковольтного трансформатора, подключенного параллельно конденсатору фильтра. Высоковольтный выпрямитель представляет собой электронную лампу, включенную во вторичную цепь высоковольтного трансформатора, а генератор отрицательных ионов представляет собой полосу металлической фольги, одна из сторон которой имеет зубчатую форму. В источнике питания конденсатор подключен последовательно к входной цепи, резистор параллелен, а выход выпрямителя высокого напряжения подключен к отрицательному аэрогенератору через дополнительный резистор. Недостатком этого ионизатора является его сложность и низкая эффективность [24].

Известна фитоклиматическая камера для кондиционирования воздуха (RU 1716268 по кл. F24F 5/00 от 10.12.1989 г.). Фитоклиматическая камера содержит помещение для обработки, сообщаемое воздухопроводом с блоком подготовки воздуха, который включает в себя холодильную машину с компрессором, испаритель, конденсатор и вентилятор. Кроме того, он дополнительно содержит фильтры для влажной и тонкой очистки, сепаратор и съемный картридж со специально отобранными живыми растениями, в то время как влажный фильтр и сепаратор расположены в воздуховоде после вентилятора, а съемный картридж с растениями устанавливается до поступления воздуха процедурная комната.

Однако эта фитоклиматическая камера для кондиционирования воздуха приемлема только в медицинских учреждениях и неэффективна для очистки и

улучшения воздушного пространства в любых помещениях [22]. Использование растений для очистки атмосферного воздуха от загрязнителей становится основополагающим методом, и недорогостоящим.

Растения поглощают часть вредных веществ и газов, часть веществ оседает на листьях и попадает в ткани листа.



Рисунок 4 – Пример фильтрации с помощью растения

В городах с большой населенностью концентрация вредных веществ в воздухе запредельная. Они попадают к нам в дом с улицы или от строительных материалов, от мебели, от бытовой химии и окружают нас выделяя, формальдегид, толуол, ксилол, аммиак, бензол, трихлорэтилен. Повышенное содержание пыли, микробов, вредных веществ приводит к ухудшению здоровья, развитие аллергии. Растения в данном случае помогут поглощать вредные вещества, собирая пыль на листьях, при этом выделяя кислород. Растения будут служить так называемым биофильтром. Поглощая вредные вещества, растения берегут наши дыхательные пути и легкие от их воздействия. У людей, страдающих аллергией уменьшится степень аллергии, реакция на плесень и другие частицы, аутоиммунные болезни. Растения способные очистить воздух от вредных примесей на гальванике представлены в таблице.

Таблица 4- Растения участвующие в очистке от загрязняющих веществ

Растение	Очистка загрязняющих веществ	Данные
1	2	3
Гербера Джемсона (Gerberajamesonii), Плющ вьющийся (Hederahelix), Сансевиерия (Sansevieria), Драцена окаймленная (Dracaenamarginata), Спатифиллум (Spathiphyllum)	3-хлорэтилен, тетрахлорэтилен, четырехлористый углерод	NASA
Гербера Джемсона (Gerberajamesonii), золотой лотос (Musellalasiocarpa), Хлорофитум (Chlorophytum), Плющ вьющийся (Hederahelix), Азалия (Azalea), Сансевиерия (Sansevieria), Драцена окаймленная (Dracaenamarginata), Спатифиллум (Spathiphyllum)	Формальдегид	NASA
Хризантема садовая (Chrysanthemummorifolium), Фикус бенджамина (Ficusbenjamina)	Аммиак	NASA

По исследованиям NASA были сделаны выводы о том, что многие растения способны очищать от загрязняющих веществ воздушное пространство [35-38]. Следует обратить внимание, что не только американскими учеными были сделаны открытия в области очистки и обеззараживания воздуха, но и русские исследователи внесли свой вклад в развитие фитобиотехнологий. Рабинович А.М. в своем патенте говорит о способах санации и улучшения среды обитания человека в закрытом помещении. Такой способ может быть использован в лечебно-профилактических целях. В помещении размещали хвойные декоративные растения и вечнозеленые лиственные декоративные растения с определенными площадями листовой поверхности при общей плотности размещения растений 0,23 - 0,85 шт./м². Изобретение способствует оптимальному содержанию и соотношению органических летучих веществ в

воздухе. В таблице 5 представлены 3 композиции, которые участвовали в очистке.

Таблица 5 - Хвойные декоративные растения, участвующие в очистке воздуха

№	Наименование	Кол-во растений шт	Плотность шт/ м ²	Площадь листьев, м ² хв.лист.		Конц.аэроф. мг/ м ²
1	Сосна горная (Pinusmugovar. Pumilio)	1	0,29	2,8	0,7	2,7
	Можжевельник каз. (JuniperussabinaL), Лавр благородный (LaurusnobilesL.)	2				
		3				
2	Ельканадская (picea canadensis Brett)	2	0,23	6,8	1,4	14,0
	Эвклиптшаров. (Euculypthus globus Labill), Кипарисовик гороховый (Chamaecyparis pisuera)	1				
		4				
3	Пихта бальзамическая (NbiesbalsameaMill) мирт обыкновенный (Myrtuscommunos)	2	0,35	5,0	1,6	16,8
	кипарисовик туполистный	6				
	Золотистый (Chamaecyparisobfusa)	3				

С предложенными растениями был проведен эксперимент по улучшению воздуха в закрытом помещении здания. Полученные результаты продемонстрированы в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты эксперимента с использованием комбинаций

№ композиции	Полученные результаты							
	O ₂ мг/100м ³		CO ₂ % (об)		Формальдегид, м кг/ м ³		Бактерии, шт. колоний	
	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт
1 Сосна горная, можжевельник каз., лавр благородный	540-670	960-1000	3,14·10 ⁻²	0,27·10 ⁻²	9-12	3,0	1000	280
2 Ель канадская, эвкалипт шаров. Кипарисовик гороховый	540-670	670-730	3,14·10 ⁻²	0,39·10 ⁻²	9-12	2,1	1000	200
3. Пихта бальзамическая, мирт обыкновенный, кипарисовик туполистный	540-670	830-980	3,14·10 ⁻²	0,31·10 ⁻²	9-12	2,8	1000	240

Из таблицы видно, что все три композиции показали эффективные результаты. Содержание кислорода в воздухе увеличилось почти в 2 раза, а содержание углекислого газа уменьшилось в 11,6 раз с помощью первой композиции. Со снижением показателей бактерий и формальдегида лучше справилась вторая композиция: количество формальдегида снизилось в 6 раз, а количество бактерий снизилось в 5 раз. Для эксперимента использовали закрытое помещение. Воздух в помещении содержал: углекислый газ – $3,14 \cdot 10^{-4}$ % (об.), формальдегид – 9-12 мкг/ куб. м., вредные бактерии – 1000 шт., кислород – 540-670 мг/100 куб. м

В обследуемом помещении устанавливаются модули, состоящие из различных хвойных и вечнозеленых лиственных декоративных растений при различной плотности размещения.

В качестве хвойных декоративных растений использовали:

- сосну горную (*Pinus mugo* var. *pumilio*),
- можжевельник казацкий (*Juniperus sibirica* L.),
- ель канадская (*Picea canadensis* Mill.),
- кипарисовик гороховый (*Chamaecyparis pisifera* Mill.)
- пихта бальзамическая (*Abies balsamea* (Mill.) (Mill.) B.S.P.)
- кипарисовик туполистный "Золотистый" (*Chamaecyparis obtusa* Sieb. et Zucc. f. "Aurea").

В качестве вечнозеленых лиственных декоративных растений использовали:

- лавр благородный (*Laurus nobilis* L.)
- эвкалипт шаровидный (*Eucalyptus globulus* Labill.),
- мирт обыкновенный (*Myrtus communis* L.).

Результаты сведены в таблице 5.

Установлено, что эффективность очистки воздуха закрытого помещения от указанных выше химических веществ зависит также и от объема почвы,

находящейся в контакте с воздухом. В приведенных примерах объем питательной среды составлял соответственно в модуле 1 - 1,59 куб. м, во 2-ом - 1,85 куб. м, в 3-ем - 2,43 куб. м, что напрямую зависело от выбора плотности размещения декоративных растений [39,40].

До эксперимента и по истечении 3 дней были взяты анализы воздуха, и методом газовой хроматографии с предварительным концентрированием летучих веществ был определен состав воздуха. Использование заявляемого способа позволило снизить содержание в помещении формальдегида на 82,5% и углекислого газа на 91%, одновременно повысив содержание кислорода в помещении почти в два раза.

У людей, длительное время находящихся в saniруемом заявляемым способом помещении не наблюдалось аллергических реакций. Положительные действия оказывали, кроме всего прочего, приятные эмоции, связанные с эстетотерапией и тонкими запахами летучих веществ растений, наполняющих помещение ароматами лесов и лугов, и вызывая у людей ощущение свежести, бодрости и легкости.

Применение модулей из декоративных растений в соответствии с заявляемым способом вызывали уменьшение напряжения нервной системы, оказывали седативный эффект, снимали состояние дискомфорта, повышали защитные свойства организма человека [54-60]. Таким образом можно сделать вывод о том, что растения способны очищать воздух от загрязняющих веществ. Кандидат биологических наук Цицилин А.В. со своими единомышленниками предложили способ оздоровления воздуха иными растениями.

Изобретение относится к способам реабилитации, оздоровления среды обитания человека в закрытом помещении, нуждающимся в свежем воздухе. В частности, изобретение может быть использовано в терапевтических и профилактических целях. В данном способе размещали в помещении вечнозеленые лиственные растения, которые были выбраны из группы,

включающей японский офиопогон, трехполосчатую сансевиерию, настоящий кардамон, хлорофитум хохлатый, китайский гибискус, циперус очереднолистный в количестве 0,2-0,5 м² поверхности листа на 1 м³ помещения в соответствии с их биологическими требованиями к свету. Способ позволяет длительно улучшать воздух в помещении за счет выбора оптимального ассортимента растений, которые вырабатывают терапевтическое количество фитонцидов [61-63]. Определялась фитонцидная активность растений, при этом использовались следующие тест-культуры:

А - streptococcus pneumoniae

Б - staphylococcus aureus

В – Candidaalbicans

Таблица 7 - Воздух в помещениях до установки растений

Вещество	Количество
Углекислый газ	0,39×10 ⁻² (об. %)
Формальдегид	7-10 мкг/м ³
Патогенные бактерии	700-1060 шт./м ³
Кислород	620-750 мг/100 м ³

Через три дня и три месяца после размещения растений были взяты дополнительные пробы воздуха. Во всех случаях состав воздуха определялся методом газовой хроматографии с предварительной концентрацией летучих веществ. Количество бактерий в воздухе определяли методом седиментации (метод Коха).

Таблица 8 - Активность фитонцидов в растениях

№ п/п	Наименование растений	Тест-культура	Площадь листьев м ² на 1м ³ помещения	Фитонцидная активность
1	2	3	4	5
1	Кардамон настоящий	А	0,1	-
		А	0,2	-

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5
		Б	0,1	+
		Б	0,2	-
		В	0,2	+
		В	0,3	-
2	Хлорофитум хохлатый	А	0,1	+
		А	0,2	-
		Б	0,1	+
		Б	0,2	-
		В	0,2	++
		В	0,3	+
3	Сансевиерия трехполосчатая	А	0,1	+
		А	0,2	-
		Б	0,1	+
		Б	0,2	-
		В	0,3	+
4	Гибискус китайский	А	0,1	+
		А	0,2	-
		Б	0,1	+
		Б	0,2	-
		В	0,2	++
		В	0,3	+

(-) -рост тест культур отсутствует

(+) -наблюдается слабый рост культур

(++) -наблюдается заметный рост культур

Примеры используемых композиций, а также результаты проб сведены в таблице

9.

Таблица 9 - Композиции участвующие в очистке воздуха

№ композиции	Наименование растений	Количество растений	Площадь листьев м ² на 1 м ³ помещения	Бактерии шт/м ³ воздуха	О ₂ мг/100м ³	СО ₂ % об.	Формальдегид, мкг/м ³
1	Офиопогон японский	4	0,4	<u>420</u>	<u>860</u>	<u>0,37x10⁻²</u>	<u>4,9</u>
	Гибискус китайский	1		390	890	<u>0,36x10⁻²</u>	4,7
	Сансевиерия трехполосчатая	2					
2	Хлорофитум хохлатый	1	0,2	<u>462</u>	<u>810</u>	<u>0,38x10⁻²</u>	<u>4,8</u>
	Кардамон настоящий	1		426	840	<u>0,37x10⁻²</u>	4,6
	Сансевиерия трехполосчатая	1					
3	Циперус очереднолистный	1	0,5	<u>315</u>	<u>920</u>	<u>0,33x10⁻²</u>	<u>3,5</u>
	Хлорофитум хохлатый	3		296	970	<u>0,31x10⁻²</u>	3,2
	Кардамон настоящий	1					
4	Циперус очереднолистный	1	0,2	<u>574</u>	<u>760</u>	<u>0,35x10⁻²</u>	<u>4,8</u>
	Хлорофитум хохлатый	1		502	790	<u>0,33x10⁻²</u>	4,5
	Кардамон настоящий	1					
5	Гибискус китайский	1	0,3	<u>260</u>	<u>920</u>	<u>0,29x10⁻²</u>	<u>1,1</u>
	Хлорофитум хохлатый	3		225	960	<u>0,27x10⁻²</u>	2,9
	Кардамон настоящий	2					
6	Офиопогон японский	3	0,4	<u>402</u>	<u>850</u>	<u>0,34x10⁻²</u>	<u>3,7</u>
	Сансевиерия трехполосчатая	1		386	870	<u>0,31x10⁻²</u>	3,5
	Кардамон настоящий	2					
7	Офиопогон японский	2	0,2	<u>597</u>	<u>730</u>	<u>0,35x10⁻²</u>	<u>3,9</u>
	Сансевиерия трехполосчатая	1		525	760	<u>0,33x10⁻²</u>	3,7
8	Циперус очереднолистный	1	0,4	<u>386</u>	<u>820</u>	<u>0,32x10⁻²</u>	<u>3,6</u>
	Хлорофитум хохлатый	3		342	840	<u>0,31x10⁻²</u>	3,4

Предложенный способ значительно улучшил качество воздушной среды в помещении. Применение всех композиций растений снизило содержание углекислого газа на 6-30%, наиболее эффективной была композиция № 5, состоящая из гибискуса китайского, 3-х хлорофитумов хохлатых и 2-х растений кардамона настоящего с 0,3 м² листовой поверхности на 1 м³ помещения. Одновременно все изучаемые композиции повысили содержание кислорода в помещениях в 1,2-1,5 раза. При этом наиболее эффективной оказалась

композиция № 3, состоящая из циперуса очереднолистного, 3-х хлорофитумов хохлатых и кардамона настоящего с 0,5 м² листовой поверхности на 1 м³ помещения. Кроме того, все испытываемые композиции растений снизили в помещениях количество вредного токсического соединения - формальдегида - в 1,68-2,87 раз, при этом наиболее эффективно работали композиции № 3, 5 и 8. Наибольший эффект в оздоровлении воздуха помещений проявили себя изучаемые композиции растений при воздействии на патогенную микрофлору воздуха. Использование композиций растений привело к снижению количества патогенных микроорганизмов в 1,8-3,6 раза [70-75]. Наиболее сильно уменьшали численность патогенных бактерий композиции №3, 5.

Эксперименты, проведенные с эфирными маслами лаванды, шалфея и их смеси при опрыскивании их в помещении с использованием ручного освежителя воздуха в количестве 0,7-1 мг/м³ 2 раза в день, показали снижение количества патогенных бактерий в воздухе помещений на 1,7 - в 4,6 раза (см. Таблицу №9).

Существует способ, продемонстрированный ниже, определения летучих фитонцидов в воздухе.

Изобретение относится к области аналитической химии, в частности к определению летучих фитонцидов в воздухе хвойных лесов методом газожидкостной хроматографии. Способ заключается в пропускании воздуха хвойного леса со скоростью 40-100 мл / мин в течение 60-180 минут через колбу Дрекслея диаметром 30 мм с 50 мл 96% этанола, чтобы получить колонку с поглощающей жидкостью не менее 40 мм. В конце отбора пробы анализируемый образец вводят в хроматографический испаритель с капиллярной колонкой длиной 30 м с внутренним диаметром 0,25 мм с неподвижной фазой в виде пленки толщиной 0,25 мкм, содержащей 5% дифенила и 95% диметилсилоксана, и масс-спектрометрический детектор, работающий при электронно-ударной ионизации в режиме регистрации

отдельных ионов (режим SIM). В качестве внутреннего стандарта ϵ -Пеннин используется после предварительной калибровки прибора с его использованием. Летучие вещества являются одним из естественных факторов, вызывающих целебные свойства хвойных лесов, их благотворное влияние на здоровье и благополучие человека. Содержание фитонцида составляет несколько мг/м^3 , что должно предполагать предварительную концентрацию воздуха в жидких средах, например, с использованием этанола, гексана или толуола, а полнота образования летучих веществ определяется объемом жидкой фазы, потоком воздуха. Скорость и их дальнейшее определение с использованием очень чувствительного метода - газожидкостной хроматографии [64-69].

Следующее изобретение относится к области дезинфекции среды обитания человека, в частности, может быть использовано для обеззараживания воздуха в помещениях различных категорий и объемов. Инактивацию патогенных микроорганизмов и грибов различного происхождения по заявляемому способу осуществляют электромагнитным полем крайне низкой частоты (ЭМП КНЧ) с периодом 1000 секунд и магнитной индукцией в плоскости излучающей цепи в пределах 20-40 мКл, при этом ось контура располагается относительно направления вектора звездной величины Земли в диапазоне от 0°C до 20°C , а время выдержки установлено не менее 180 минут. Площадь контура, генерирующего ЭЧЧ, должна составлять не менее 10% площади помещения, подлежащего дезинфекции, а для помещений большой площади используется несколько излучающих цепей, электромагнитные колебания в которых синхронизированы.

Рисунок 5 показывает результаты дезинфекции воздуха в игровой комнате и в классе этой больницы, усредненные по нескольким образцам, где ОКМ - общее количество микроорганизмов в кубическом метре воздуха. Значения

ОКМ через 4 или более часов (отмеченные пунктирной линией) определяются аппроксимацией.

Из приведенных графиков следует, что после 12 часов испытаний эффективность обеззараживания воздуха в игровой комнате и аудитории достигла 95%, что соответствует требованиям нормативных документов для помещений данной категории [76].

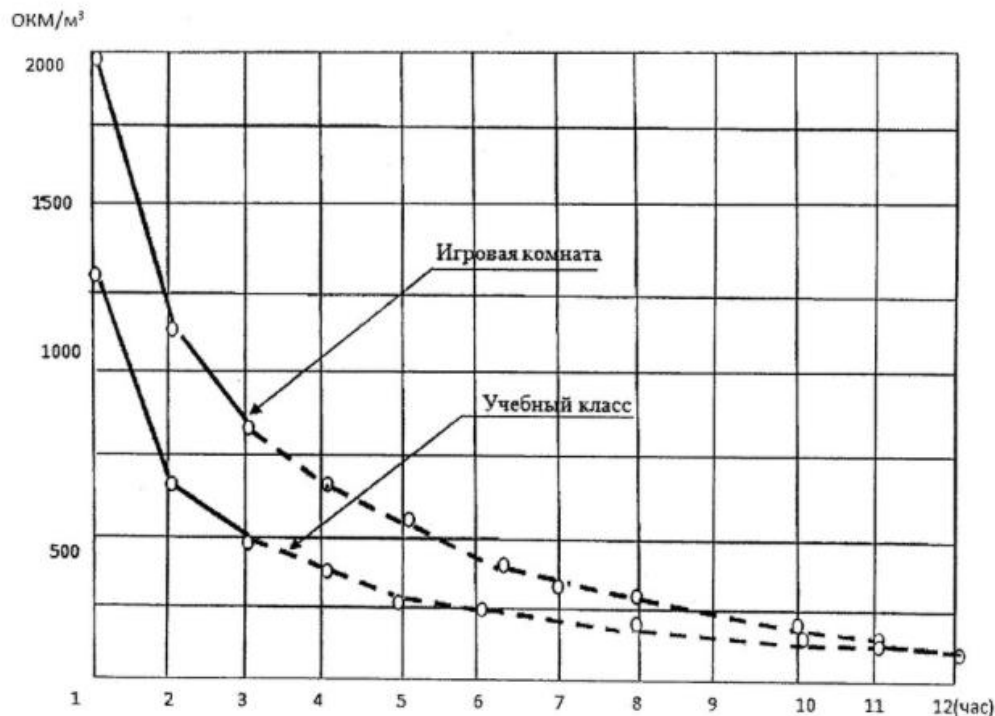


Рисунок 5 – Общая обсемененность воздуха в процессе обеззараживания по предлагаемому способу

Впервые фитонциды были открыты отечественным ученым - профессором Б.П. Токиным в 1928 году. Летучие фитонциды (аэрофолины) - эфирные масла, терпеноиды, альдегиды и другие соединения способны резко улучшить состав воздуха, снизить количество бактерий, грибов и даже вирусов и оказать лечебный эффект. Путем фитонцидотерапии установлено

общеоздоровительное действие растений на организм человека. Фитонциды оказывают бронхолитический, гипотензивный и адаптивный эффект.

Кроме того, растения не только оказывают благоприятный эффект на человека, на окружающую среду, но у растения под названием люпин однолетний выявлена многофункциональная роль люпина как донора в продукционном процессе, установлены оптимальные параметры его долевого участия в смешанных посевах, определена целесообразность подбора акцепторных компонентов не только на уровне вида, но и сорта растений. Разработаны технологии возделывания смешанных посевов, обеспечивающие повышение их урожая, получение высококачественной, экономически выгодной, экологически чистой продукции многоцелевого использования, оптимизацию плодородия почв и подавление развития сорных растений [77].

Приблизительно можно считать, сколько в дереве сухого вещества по массе, столько же по массе это дерево за всю свою жизнь выделило в атмосферу кислорода.

Соответственно, чем дерево крупнее и быстрее растет – тем больше оно выделяет кислорода в атмосферу. Тополь, действительно, одно из самых быстрорастущих деревьев, потому и кислорода он выделяет больше других за время жизни. Взрослый тополь в возрасте 25–30 лет выделяет в 7 раз больше кислорода, чем такое же растение ели. Тополь также хорошо увлажняет воздух и устойчив к загрязнению воздуха.

В настоящее время учеными установлена фитонцидная активность почти для всех видов деревьев и кустарников средней полосы России. Так, 1 га березового леса в сутки выделяет до 3 кг фитонцидов, а можжевельного – до 30 кг. При этом отмечается высокая противомикробная активность фитонцидов хвойных деревьев [80].

1.6 Препаративная тонкослойная хроматография

Одним из методов разделения, требующих наименьших финансовых затрат и использующих самое основное оборудование, является препаративная тонкослойная хроматография (PTLC). Хотя количество материала в граммах может быть разделено с помощью ПТЖХ, большинство применений (а их много) включают количества в миллиграммах. В большинстве публикаций, посвященных выделению натуральных продуктов, особенно в работе из этих лабораторий, не имеющих доступа к современным методам разделения, все еще встречается ПТЖХ в сочетании с хроматографией с открытой колонкой. Однако, как будет объяснено позже, существуют многочисленные неудобства, связанные с PTLC. Были проведены различные исследования для изучения влияния толщины адсорбента на качество разделения (Stahl 1967), но наиболее часто используемые толщины составляют 0,5-2мм. Формат хроматографической пластины обычно составляет 20x20 см или 20x40 см. Ограничения по толщине слоя и размеру пластин естественным образом уменьшают количество материала, которое может быть разделено с помощью ПТЖХ. Силикагель является наиболее распространенным адсорбентом и используется для разделения смесей как липофильных, так и гидрофильных веществ. Ряд коммерчески доступных адсорбентов рекомендуется для приготовления слоев без трещин. Их размеры частиц и пор приближаются к размерам эквивалентных марок ТСХ.

Пластины PTLC могут быть изготовлены самостоятельно или приобретены с уже нанесенным адсорбентом (так называемый «Fertigplatten»). Преимущество приготовления плит состоит в том, что они могут быть любой толщины (до 5 мм) или состава. Таким образом, нитрат серебра, буферные вещества и т. Д. Могут быть включены в адсорбент. Нанесение требуемого адсорбента может быть выполнено с помощью одного из ряда коммерчески

доступных разбрасывателей, например. из Камага, Десага. Инструкции по приготовлению этих пластин поставляются с соответствующим адсорбентом [12-17].

1.7 Непрерывный адсорбционный отбор проб при промышленном мониторинге содержания пыли и газа в воздухе рабочей зоны и выбросы технологического газа

В соответствии с действующими стандартами прерывистый мониторинг загрязнителей в выбросах технологического газа и в воздухе рабочих, производственных, буферных и жилых районов основан на одноразовом мгновенном или одноразовом адсорбционном отборе проб. Это не гарантирует получение адекватной информации. Эти объекты постоянно загрязнены; загрязнение является случайным и зависит от типа процесса, деталей функционирования оборудования, количества воздуха в часах в контролируемых зонах, воздушного транспорта загрязняющих веществ и некоторых других факторов. Единовременная выборка проводится по графику, который игнорирует эти факторы; Таким образом, образцы являются непредставительными. Они могут характеризовать загрязнение воздуха или выбросы газа только в течение периода отбора проб. Результаты анализа, полученные для этих образцов, не могут быть использованы для расчета среднего сдвига, среднесуточных и, особенно, месячных и годовых значений выбросов и концентраций загрязняющих веществ в контролируемых районах. Непрерывный автоматический анализ газообразных сред обеспечивает репрезентативную выборку и адекватные результаты. Однако автоматические газоанализаторы, которые выполняют непрерывный отбор проб и анализ контролируемого потока газа, производятся только для ограниченного числа контролируемых загрязнителей. Эти приборы имеют сложную конструкцию,

которая включает устройства для отбора проб и подготовки проб, и их трудно эксплуатировать [81].

Измерительные автоматические анализаторы запыленности также не получили широкого распространения.

Методы и устройства, основанные на непрерывном адсорбционном отборе проб и выполняющие прерывистый анализ образцов с помощью хроматографии, спектрометрии, гравиметрии и других методов, наилучшим образом соответствуют текущим требованиям мониторинга окружающей среды.

В целях обеспечения экологической безопасности некоторых радиохимических, химических и других установок непрерывный промышленный мониторинг загрязняющих веществ в контролируемых (промышленные выбросы и газовые выбросы) и самопроизвольных выбросов (утечки газа из технологической среды; выделение газа из веществ, материалы и изделия и т. д.) необходимо. Этот мониторинг позволяет эффективно находить источники и причины выбросов; устранять неисправности в процессе с минимальными потерями; устранить утечки в оборудовании и дефекты при хранении и использовании материалов, промежуточных и готовых изделий; и поддерживать безопасный уровень загрязнения воздуха, воды, почвы, продуктов питания и товаров на самом деле, а не формально. Автор накопил опыт применения автоматических пробоотборников APV и APU для непрерывного адсорбционного отбора проб аэрозоля со средним сдвигом и образцов кислых газов в газовых выбросах и воздухе рабочей зоны [83].

1.8 Газохроматографическое определение алкилфенолов в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны

Среди факторов окружающей среды, негативно влияющих на человека, наибольшую обеспокоенность вызывают причины увеличения загрязнения атмосферы. Успешность решения задач аналитического контроля загрязняющих

веществ в атмосферном воздухе во многом зависит от чувствительности и селективности используемых методов [1,2]. Поэтому разработка процедур определения токсичных органических загрязнителей в атмосфере с использованием современных физических и химических методов, прежде всего хроматографии, является важной задачей, которая становится еще более сложной, поскольку воздух является нестационарным, многофазным, и многокомпонентная система.

Среди наиболее широко используемых загрязнителей воздуха особое внимание уделяется фенолу и его хлоридным и алкильным производным из-за их высокой токсичности и способности накапливаться в окружающей среде и живых организмах [3]. Воздух рабочей зоны многих нефтехимических предприятий и атмосферный воздух в непосредственной близости от них содержат промышленные алкилфенолы (агидолы), которые широко используются в качестве антиоксидантов и стабилизаторов и являются одними из наиболее распространенных промежуточных продуктов при синтезе добавок к топливам и маслам, моющим средствам, ароматизаторам, лекарственным средствам и т.д. [4]. Многие алкилфенолы оказывают токсическое и наркотическое действие; раздражать кожу, слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей; при постоянном присутствии они вызывают нарушения в центральной нервной системе, печени и почках. Таким образом, Агидол-0 [2,6-бис (1,1-диметилэтил) фенол] и Агидол-10 [2,4-бис-(1,1-диметилэтил) фенол] по своему воздействию на организм человека отнесены к вещества класса опасности 3. Стандартные процедуры определения промышленных алкилфенолов в воздухе позволяют определять их общую концентрацию или концентрации отдельных веществ [5–7], а не всех компонентов в смеси при их одновременном присутствии. Методика определения Агидол-0, Агидол-1 [2,6-бис (1,1-диметилэтил) -4-метилфенол], Агидол-2(2,2'-метилен-бис- [6 (1,1-диметилэтил) -4-метилфенол]), агидол-10 и агидол-23 (4,4'-метилен-бис [2,6-ди-

(1,1-диметилэтил) -фенол]) об их одновременном присутствии в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны неизвестны.

Целью данной работы была оптимизация условий отбора проб алкилфенолов из атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны с использованием твердофазной предварительной концентрации на Амберлите ХАД-7 и поглощения толуолом, и разработка процедуры определения Агидол-0, агидол-1, агидол-2, агидол-10 и агидол-23 при их одновременном присутствии методом газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектором.

В эксперименте мы использовали газовый хроматограф CrystalLux-4000 (M) с пламенно-ионизационным детектором (FID) и кварцевую капиллярную колонку длиной 30 м и диаметром 0,25 мм с неполярной стационарной фазой типа SE-30. Температурная программа в лучшем хроматографическом разделении алкилзамещенных фенолов была следующей: температура детектора 320°C; температура инжектора 290°C; начальная температура термостата 50°C; повышение температуры до 50°C в течение 1 мин с последующим повышением температуры со скоростью от 20К/мин до 20°C; повышение температуры до 90°C в течение 1 мин с последующим повышением температуры до 160°C со скоростью 8 К/мин; повышение температуры до 160° С в течение 2 мин с последующим повышением температуры до 320°C со скоростью 30К/мин; и повышение температуры до 320°C в течение 5 мин.

Стандартный калибровочный раствор смеси алкилфенолов 2,6-бис- (1,1-диметилэтил) фенола, 2,6-бис (1,1-диметилэтил) -4-метилфенола, 2,2'-метилен-бис- [6 - (1,1-диметилэтил) -4-метилфенол], 2,4-бис- (1,1-диметилэтил) фенол, 4,4'-метилен-бис-[2,6-ди-(1,1-диметилэтил) фенол], 2 трет-бутил-4-гексилфенол и п-бромфенол (внутренний стандарт) с концентрацией 96 мг / л готовили растворением точных порций веществ в гексане. Другие калибровочные растворы с концентрациями 48, 25,6, 9,6, 1,92 и 0,57 мг / л

готовили путем последовательных разведений стандарта. Концентрацию алкилфенолов определяли с использованием метода абсолютной калибровки.

При изучении твердофазного концентрирования алкилфенолов картридж с амберлитом ХАД-7 устанавливался горизонтально, а воздух с желаемой концентрацией алкилфенолов аспирировался с использованием установки для изучения ингаляционных эффектов химических соединений [84]; затем картридж промывали растворителем и обрабатывали ультразвуком для увеличения степени увеличения десорбции. Элюент объединяли и помещали в колбу, добавляли внутренний стандарт и смесь упаривали на роторном испарителе до объема 1 мл. Известно [89], что пористые полимерные смолы типа ХАД (амберлиты) очень эффективны в качестве адсорбентов для предварительного концентрирования алкилфенолов из воздуха. Смола ХАД-7 чаще всего используется для отбора проб. При адсорбции алкилфенолов гидрофобная часть молекулы адсорбируется на поверхности адсорбента, не проникая глубоко в полимерные микросферы, что обеспечивает быстрое элюирование алкилфенолов при их последующей экстракции органическими растворителями.

Основываясь на зависимости степени адсорбции агидола на ХАМБ-7 от Амберлита от скорости перекачки воздуха через картридж, мы нашли оптимальную скорость отбора проб, равную 0,5 л / мин. При этом мы достигли наиболее полного извлечения агидолов из воздуха. Чтобы выбрать условия эффективной десорбции агидолов с поверхности адсорбента, мы исследовали их растворимость в органических растворителях, гексане, циклогексане, толуоле, четыреххлористом углероде, хлороформе и ацетонитриле. Можно видеть, что агидолы лучше растворяются в толуоле, гексане и циклогексане. Однако адсорбент частично растворяется в толуоле, и его свойства со временем меняются. Поэтому в качестве элюента использовали гексан. Агидолы практически полностью извлекаются из картриджа при последовательном

пропускании через него трех порций гексана по 4 мл и обработке ультразвуком для повышения эффективности десорбции.

1.9 Фотометрия

Фотометрия - это процесс определения интенсивности или величины или в пределах исходного объекта. Он обычно включает измерения точечных или близких источников, таких как звезды и планеты, но может также включать измерение интегральных интенсивностей или величин более протяженных объектов. Любой из детекторов, можно использовать для фотометрии. Однако CCD и p-i-n фотодиод являются наиболее простыми, поскольку они имеют линейные отклики, и их выходные данные могут быть преобразованы непосредственно в величины с использованием. Глаз и фотографическая эмульсия являются нелинейными детекторами, поэтому их отклики сложнее преобразовать в величины. Фотографическая фотометрия все еще может быть предпринята, но это довольно бессмысленно, поскольку практическая сторона сложна; Измерение фотографических изображений требует дорогостоящего и сложного оборудования, и конечные результаты имеют относительно низкую точность [82].

1.10 Определение элементного состава клеток цианобактерий и клеточных фракций методом атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии

Элементный состав клеток является важной физиологической характеристикой организма. Интерес представляют роль различных элементов, их взаимодействие и распределение элементов среди клеточных фракций цианобактерий. Исследуемые цианобактерии широко используются в

фитобиотехнологии. Биомасса, обогащенная биодоступными элементами, может быть получена благодаря пластичности обмена веществ.

Показано, что жизненно важные элементы (Mo, Se и Zn) могут проникать в клетки цианобактерий *Spirulina platensis* и *Nostoc commune*. Мы использовали набор аналитических методов (ICP-AES, PAAS и ETAAS) для определения элементного состава цианобактерий при обогащении биомассы этими элементами и для изучения распределения элементов среди клеточных фракций.

Разработанные методики определения макро- и микроэлементов в биологических образцах [4,5] были адаптированы для анализа биомассы цианобактерий. Особое внимание было уделено разработке методики ETAAS для определения Mo, Se в клеточных фракциях, содержащих хлороформ и метанол. Селен во фракциях определяли методом флуориметрии после экстракции 2,3-диаминонафталином [6,7]. Перед экстракцией биомассу и отдельные фракции озолили влажным расщеплением в смеси HNO_3 и HClO_4 . Следует отметить, что эта процедура сложна и очень трудоемка. Реагенты и растворы. Сертифицированные ГСО-БВ-1 эталонные растворы отдельных элементов (Богатский физико-химический институт, Украина) были использованы для определения элементов методом ИСП-АЭС. Исходный раствор селена (1 мг/мл) готовили растворением 1 г металлического селена в HNO_3 с последующим выпариванием для удаления оксидов азота и разбавлением дважды дистиллированной водой до объема 1 л. Рабочие растворы, содержащие от 0,005 до 0,1 мг/л селена готовили путем последовательного разбавления маточного раствора 20% HNO_3 . Исходный раствор молибдена (1 мг/мл) готовили растворением молибдата аммония в дважды дистиллированной воде. Рабочие растворы содержали 0,01–0,1 мг/л Mo в 20% HNO_3 высокой степени чистоты.

Процедура выращивания биомассы и разложения тестируемых образцов. Культуры *Spirulina platensis* и *Nostoc commune* выращивали на традиционных средах [85-88]. Аналиты вводили в среду в виде следующих соединений:

$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, Na_2SeO_3 и $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Для каждого элемента была подготовлена серия биомасс путем добавления элемента в питательную среду в концентрациях (г/л) 0,5–25,0 для В, 0,10–20 для Мо, 0,010–0,050 для Se и 0,005–0,040 для Zn.

Фракционирование биомассы проводили методом Фолча [9] и были получены следующие фракции клеток: (1) хлороформная фракция (гидрофобные белки и липиды), (2) водно-метанольная фракция (низкомолекулярные соединения, гидрофильные белки цитоплазмы и моносахариды) и (3) осадок (фрагменты клеточной стенки, амфифильные белки и полисахариды). Химически чистый хлороформ и метанол использовали для фракционирования биомассы.

Минерализация опытных образцов в автоклавах. Образец 10–200 мг помещали в тефлоновый автоклав (50 мл) и добавляли HNO_3 и H_2O_2 (по 4 мл каждый). Автоклавный сосуд с реакционной смесью герметично закрывали и нагревали до 220°C в течение 4 часов. После охлаждения автоклав открыли; смесь переносили в мерную колбу и разбавляли дважды дистиллированной водой до объема 10–50 мл.

Микроволновый варочный котел. Образец 10–100 мг помещали в контейнер (50 мл); HNO_3 и H_2O_2 (4 мл каждый) были добавлены. Смесь помещали в камеру варочного котла, герметизировали и подвергали микроволновой обработке в течение 10 минут при средней выходной мощности магнетрона 10% и в течение 20 мин при выходной мощности 100%. После охлаждения автоклав открыли; смесь переносили в объемную колбу и разбавляли дважды дистиллированной водой до объема 10–50 мл.

Конечная кислотность испытуемых растворов составляла не более 2М HNO₃. Использовали высокочистый HNO₃ и 30% H₂O₂.

Результаты показали:

Спектрометрия индуктивно связанной плазмы с атомной эмиссией (ICP-AES) с использованием полихроматора одновременно определяет как макроэлементы (Na, K, Mg, Ca и P), так и микроэлементы (Fe, Mo, Zn, B, Cr, Cu, и т. д.) из одной порции образца в тех же условиях.

Была проведена серия экспериментальных биомасс. Были определены концентрации B, Mo, Se и Zn в питательных средах, при которых наблюдалось высокое включение этих элементов в биомассу. Используя спектрометр JCAP-9000 с полихроматором, мы выявили некоторые важные особенности общего элементного состава клеток в зависимости от элемента, добавляемого в среду. Видно, что элементный состав биомассы значительно изменился при добавлении цинка; наблюдалось увеличение концентраций Na, Mg, Ca, Fe, Mn и Cu. Подобные изменения в элементном составе были отмечены при добавлении других элементов (Se и Mo) в питательную среду.

Особое внимание было уделено выбору методики минерализации биологических образцов без потери летучих веществ. Использовались два метода: минерализация при нагревании смесью кислот в аналитических титановых автоклавах [4] и микроволновое облучение [5]. Было показано, что смесь 4 мл HNO₃ и 4 мл H₂O₂ является лучшим реагентом для полной минерализации цианобактерий (были получены прозрачные растворы без осадка) с использованием обоих методов. Стоит отметить, что минерализация образцов заняла 20 минут в микроволновом варочном котле Minotavr-1 и 4 часа в титановых автоклавах Ancon AT-2 (при том же соотношении кислот); однако 10 образцов могут быть минерализованы одновременно в последнем случае. Метод минерализации был выбран в зависимости от поставленной задачи.

Чтобы получить общее представление о распределении введенных элементов (Zn, Mo и Se) в клетках цианобактерий, хлороформную и водно-метанольную фракции, клеточный осадок и саму биомассу изучали отдельно. Биомасса и клеточный осадок минерализовались в автоклавах; фракции вода – метанол и хлороформ непосредственно вводились в пламя и графитовую печь.

2 Материалы и методы исследования

2.1 Метод отбора проб

Материалом для исследования являются образцы воздуха взятые с рабочей зоны цеха гальванического производства ЗАО «Реагал» до и после применения фитобиотехнологического метода очистки воздуха. Компания производит добавки для гальваники с 1994 года. ЗАО «Реагал» было создан как первое специализированное производство реагентов для гальваники в России.

Образцы воздуха для лабораторных исследований отбирались из производственного цеха гальваники расположенных по адресу: г. Тольятти, ул. Новозаводская, д.2ст.2(рисунок 8).

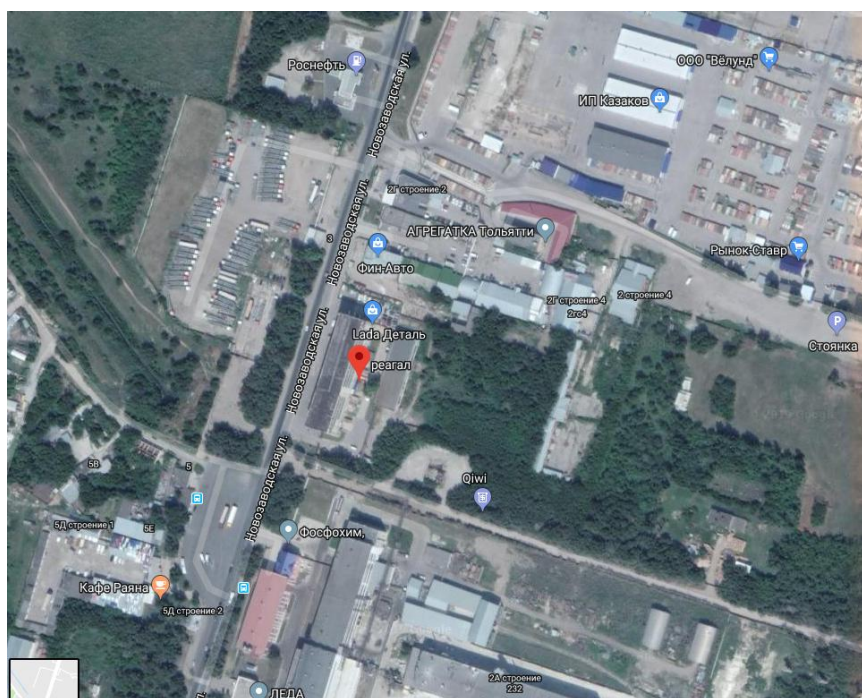


Рисунок 8 – Расположение объекта исследований (фото со спутника)

2.2 Микробиологический анализ воздуха

Основопологающей целью проведения систематического контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны является предупреждение возможности превышения предельно допустимых концентраций. Осуществление контроля состояния производственной среды позволяет своевременно проводить профилактику их неблагоприятного воздействия на здоровье работающих. Выделение вредных веществ в воздух рабочей зоны зависит от технологии производства, применяемых материалов. Контроль содержания вредных веществ в воздухе необходимо проводить на наиболее характерных рабочих местах. Если имеется идентичное оборудование или выполняются одинаковые операции, контроль проводится выборочно на отдельных рабочих местах. Данные рабочие места должны быть расположены в центре и по периферии помещения.

Отбор проб производят в зоне дыхания работающего либо с максимальным приближением к ней воздухозаборного устройства (на высоте 1,5 м от пола рабочей площадки при работе стоя и 1,0 м - при работе сидя). Если рабочее место не постоянное, отбор проб проводят в точках рабочей зоны, в которых работник находится в течение смены. При контроле соблюдения максимально разовой концентрации вещества отбор проб осуществляется на рабочих местах с учетом технологических операций, при которых возможно выделение в воздушную среду наибольшего количества вредного вещества.

При постоянном технологическом процессе отбор проб рекомендуется проводить по схеме, представленной в таблице № 10.

Таблица 10 – Отбор проб воздуха

Длительность отбора одной пробы	Минимальное число проб
до 10 с	30
от 10 с до 1 мин	20
от 1 до 5 мин	12
от 5 до 15 мин	4

Отбор проб воздуха в стеклянные сосуды для их последующего анализа в лаборатории проводится при газохроматографическом анализе, когда объем пробы может не превышать 1-100 мл, в то время как обычно для определения содержания вредного вещества на уровне ПДК и ниже другими методами анализа требуется проба воздуха объемом 2-5 л и более. При отборе проб воздуха в стеклянные емкости используют газовые пипетки с двумя кранами или бутылки. Заполнение указанных емкостей исследуемым воздухом проводят обменным или вакуумным способом.

Для отбора проб воздуха используются пробоотборные устройства, аспираторы с различным расходом воздуха, имеются одно- и многоканальные приборы с различным типом питания. Используемые приборы должны быть внесены в «Государственный реестр средств измерений» Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии [1-4].

Затем, отобранный воздух методами газовой хроматографии (NO_2 , SO_2 , HCl , NaOH , смесь углеводородов предельных $\text{C}_1\text{-C}_5$, CO_2 ,) фотометрии (N_2O , H_3PO_4 , NH_3 , CrO (VI)), атомно-абсорбционной спектрометрии (ZnO) анализируют в специализированной лаборатории при помощи определенных веществ.

Наибольшее количество веществ определяется именно при помощи метода газохроматографического анализа. Он заключается в том, что газообразная или отобранная в растворитель проба воздуха вводится в испаритель прибора - хроматографа, поступает в поток соответствующего газа-

носителя и вместе с ним пропускается через колонки с твердыми адсорбирующими поверхностями (адсорбционная хроматография) или с нанесенными на твердые поверхности нелетучими жидкостями (газожидкостная хроматография). При этом отдельные компоненты смеси в соответствии с их коэффициентами распределения между неподвижной (твердой) и подвижной (газообразной) фазами перемещаются в колонке с различной скоростью, выходят из нее отдельными фракциями и могут быть идентифицированы на детекторе как индивидуальные вещества. К числу наиболее распространенных детекторов относятся пламенно-ионизационный и электронно-захватный, обладающий высокой чувствительностью к галогенсодержащим соединениям.

Метод посева является не единственным и не самым совершенным, но остается одним из распространенных в практике исследования почвенных микроорганизмов вследствие того, что позволяет учитывать не только численность, но и таксономический состав комплекса почвенных микроорганизмов. Из изолированных колоний, вырастающих на чашках с питательной средой, можно выделять чистые культуры микроорганизмов для дальнейшего исследования и идентификации.

Подготовка материалов и посуды:

Для микробиологических исследований:

1. Колбы на 250 мл стерильные;
2. Стерильная МПА среда;
3. Стерильные чашки Петри;
4. Фильтр;
5. Сушильный шкаф;
6. Микроскоп;
7. рН-метр.

Приготовление питательных сред и посуды для посева

Микроорганизмы, находящиеся в воздухе различны по потребностям в источниках питания, поэтому универсальных сред, одинаково пригодных для роста всех микроорганизмов не существует. Главными элементами, по отношению к которым проявляется разнообразие обмена веществ у микроорганизмов и которые определяют специфичность питательной среды, являются источники углерода и азота.

Для выделения бактерий из воздуха используют мясопептонные среды,готавливаемые с добавлением пептона и поваренной соли к отварам и экстрактам мяса [5].

3 Результаты и их обсуждения

3.1 Характеристики гальванического производства ЗАО «РЕАГАЛ». Экономический расчет и обоснование

Основным оборудованием при нанесении покрытия являются автоматизированные гальванические линии, составленные из гальванических ванн (обезжиривания, травления, слабо - кислого и щелочное цинкования, хромирования, хроматирования, и промывные ванны) в которых для транспортирования деталей работают автооператоры или ручные операторы, осуществляющие горизонтальные и вертикальные перемещения подвесок с деталями в соответствии с технологическим циклом. На производстве ЗАО «Реагал» установкой руководит аппаратчик технологического процесса, который с помощью пульта управляет подвесной барабанной установкой.

Гальваническая «жизнь» начинается с реакторов, в которые закладывают необходимый объем материала, под нужной температурой и определенным временем происходит процесс приготовления блескообразующей добавки. Добавку в дальнейшем добавляют в гальваническую ванну, в которой и получают блеск детали.

Также, на предприятиях гальванического производства существуют лаборатории, в которых осуществляется проверка ванн на избыток или недостаток щелочи или цинка титрометрическим методом. На производстве ЗАО «Реагал» помимо гальванопокрытий, осуществляется изготовление блескообразующих добавок и, прежде чем запустить добавку в производство производится проверка с помощью ячейки Хулла. Все технологические операции выделяют огромное количество вредных веществ, концентрацию которых требуется понизить не только вытяжными вентиляциями, но и фитобиотехнологиями.

Прежде чем отобрать виды растений в определенное помещение, нужно провести ряд исследований. Одно из них включает в себя подробное описание характеристики помещения в данном случае-цеха.

Таблица 11- Общая характеристика гальванического цеха ЗАО «Реагал»

Показатели	Гальванический цех
Площадь, м ²	1000 м ³
Высота, м	10м
Количество рабочих	5 чел
Количество гальванических ванн	14шт
Вытяжная вентиляция, мощность	3-5 тыс м ³ /ч
Окна площадь	50 м ²
Количество сторон света	Север-восток

В гальваническом цехе площадью 1000 м³ расположены 14 гальванических ванн, 1 лаборатория, 2 реактора, склад хранения материалов. Вытяжка мощностью 3-5тыс м³/ч не обеспечивает 100% очистку воздуха, поэтому на окнах площадью 50 м² решено поставить для эксперимента некоторые виды растений.

Существуют нормы ПДК находящиеся в воздухе гальванического производства, которые содержат много вредных веществ. Применяются различные установки для того, чтобы концентрация вредных веществ не превысила допустимого значения: используются приточно-вытяжная вентиляция, установка бортовых отсосов на гальванических ваннах, вытяжные шкафы. Но такие установки считаются дорогостоящими. Следовательно, рекомендовано использовать уже проверенный метод ФБТ, примененный в помещениях, но впервые использованный на предприятии гальванического цеха. Для оптимального развития и роста культурных растений требуется

исследовать нормы освещенности, влажности, температурного режима на производстве. В таблице № 11 представлены условия работы гальванического производства.

Таблица 12 - Условия работы в гальваническом цехе

Показатели	Нормативы	Фактическое состояние
Освещенность: -летом -зимой	300Лк	258Лк
Средняя температура воздуха: -летом -зимой	19-21°C 17-19°C	20-22°C 16-18°C
Влажность воздуха: -летом -зимой	60-40% 60-40%	45% 50%
Перемещение воздуха: -летом -зимой	0,2м/с 0,2м/с	0,2м/с 0,2м/с

Представленные данные в таблице показывают, что в гальваническом цехе созданы оптимальные условия для работы как человека, так и функционирования запланированных растений.

Для достижения цели по снижению концентраций вредных веществ в воздухе были отобраны некоторые вещества с рабочей зоны гальванического производства. На рисунках 9 и 10 представлен цех, в котором расположены гальванические ванны и окна с цветами, цветы находятся в так называемой коробке, которая помогает жизнедеятельности растений, она снабжена двумя вентиляторами (вход/выход воздуха), и лампами для светолюбивых растений.

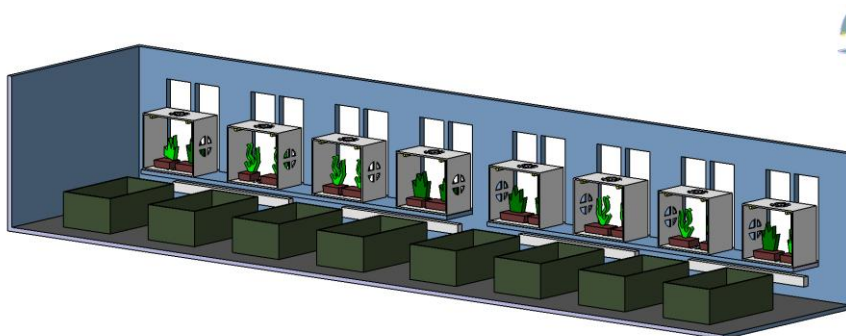


Рисунок 9 - 3D модель гальванического цеха с растениями

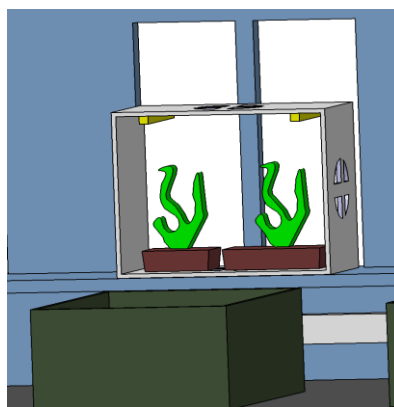


Рисунок 10 - 3D модель примера расположения растений

Затем, путем хроматографического и фотометрического анализа определили ПДК рабочей зоны до ФБТ, и с применением ФБТ.

Таблица 13 - Химическое состояние атмосферного воздуха гальванического цеха при использовании ФБТ

Наименование вещества	Класс опасности	ПДК, мг/м ³	С с.с., мг/м ³	С с.с. после ФБТ, мг/м ³
1	2	3	4	5
Ацетон	3	200	0,6	0,15
Формальдегид	1	0,5	0,4	0,1
NO ₂	3	5	0,3	0,01
NH ₃	4	20	0,2	0,1
HCl	3	10	0,4	0,12

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5
SO ₂	3	10	0,1	0,025

Из таблицы видно, что воздействие определенных растений на воздух рабочей зоны оказали благоприятный эффект. ПДК рабочей зоны снизился в среднем в 4 раза благодаря некоторым видам растений, представленных в таблице № 13.

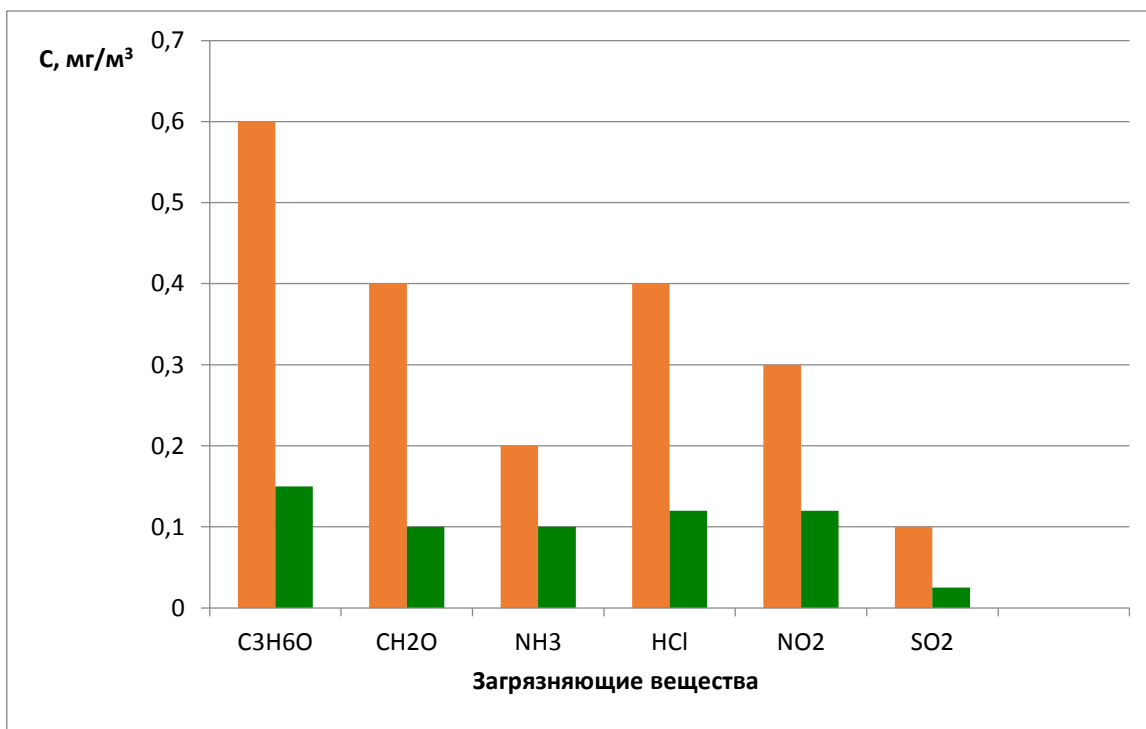


Рисунок 11 – Сравнительный анализ химических загрязняющих веществ

На графике продемонстрировано снижение концентраций с помощью растений.

Данные растения не только теоретически выносливые, но и оправдали ожидания на практике в весенне-летний период.

Таблица 14 - Виды растений, отобранные для очистки и обеззараживания воздуха в гальваническом цехе

Виды растений	Условия вегетации		
	Освещенность	Температура	Влажность
-			
Сансевиерия (Sansevieria)	Не прихотлив	комнатная	Норма
Гербера Джемсона (Gerberajamesonii)	Защищать от прямых солнечных лучей. Светолюбивое	Летом 22-24°C, зимой 12-14°C	Норма
Плющ вьющийся (Hedérahélix)	тенелюбив	Летом 22-24 Зимой не ниже 13	Норма
Драцена окаймленная (Dracaenamarginata)	Защищать от прямых солнечных лучей. Светолюбивое	Летом 22-24°C, зимой 12-14°C	Норма
Спатифиллум (Spathiphyllum)	Теневыносливое, любит яркий рассеянный свет	Летом 22-24°C, зимой 12-14°C	Норма
Хлорофитум (Chlorophytum)	Тене/светолюбивое	От 15 до 30°C	Норма
Азалия (Azalea)	Защищать от прямых солнечных лучей. Светолюбивое	15-18°C	Норма
Фикус бенджамина (Ficusbenjamina)	Тене/светолюбивое Защищать от прямых солнечных лучей	От 15 до 30°C	Предпочитает влажность

Из представленных восьми растений практически все можно использовать для очистки атмосферного воздуха в гальваническом цехе, так как они все выдерживают температурный режим заданный в производстве, некоторые растения не прихотливы к влажности, и к освещенности, и в темном и светлом помещении они будут развиваться одинаково.

Как известно, многие растения способны очищать атмосферный воздух от загрязняющих веществ и насыщать воздух фитонцидами, чтобы доказать очищающие свойства растений был проведен эксперимент. Для эксперимента следовало выбрать из множества растений одно, которое очищало бы помещение от бактерий и насыщало фитонцидами, поэтому объектом исследования стала Зональная герань (Пеларгония). Для разведения бактерий требуется питательная среда в ее состав должны входить необходимые компоненты, нужные для развития микробов: витамины, минеральные вещества, углеводы. И иметь рН среду 7,2-7,4 при которой развивается большинство микроорганизмов. Следует соблюдать стерильность, прозрачность. Среда должна быть слегка влажной т.к. питание и дыхание осуществляется путем осмоса и диффузии.

Ход работы: 1. Приготовление МПА: в колбу (200мл) залить H_2O (горяч), поместить и растворить куриный кубик 1/2. После полного растворения добавить NaCl 0,5г, пептон 2г кипятить 10 мин, затем добавить агар-агар и кипятить до растворения. Профильтровать, полученный раствор разлить в чашки Петри, 3 чашки расположить рядом с источником фитонцидов, другие 3 чашки поставить в помещении, где было большое скопление людей, оставить на 5 мин. Затем, поместить в благоприятную для бактерий среду- в сушильный шкаф при температуре 37°C. Через 3 суток в чашках Петри проросли колонии. Результаты опыта отображены в таблице 14.

Таблица 15 - Микробиологический состав атмосферного воздуха гальванического цеха при использовании фитобиотехнологий

Показатели	Контроль(без ФБТ)			Опыт(с применением ФБТ)			
	2	3	4	5	6	7	
	1чашка Петри	2чашка Петри	3чашка Петри	1чашка Петри	2чашка Петри	3чашка Петри	
Количество колоний, шт.	10	11	11	3	3	6	
Penicillium	форма	Плоские, край неровный, eroded	Плоские, Край неровный, eroded	Плоские, край неровный, eroded	Плоские, Край неровный,	-	-
	N, шт.	3	2	3	2	-	-
	цвет	зел	зел	зел	зел	-	-
	D, мм	0,8	0,7	10	10	-	-
Aspergillusniger	форма	Плоская, край бахромчатый	Плоская, край бахромчат.	Плоская, Край бахромч.	Плоская, край бахромч.	Плоская, Край бахромч.	-
	N, шт.	1	2	2	1	2	-
	цвет	чер	чер	чер	чер	чер	-
	D, мм	10	0,5	0,6	0,4	10	-
Staphylococcus saprophyticus	форма	Плоская, край неровный	-	-	Плоская, край ровный	Плоская, ровная	-
	N, шт	1	-	-	1	1	-
	цвет	лимонно- желтый	-	-	лимонно- желтый	лимонно- желтый	-
	D, мм	0,8	-	-	0,8	0,3	-
Bacillusubtilis	форма	Край ровный, приподняты е	Плоские, ровные	Край ровный, выпуклые	Выпуклая, край ровный	Выпукла я, край ровный	Плос кая, erode d
	N, шт	3	4	4	3	4	6
	цвет	бесцвет	бесцвет	бесцвет	бесцвет	бесцвет	бесцв ет
	D, мм	10	10	10	0,5	0,7	1,4
Bacillusubtilis	форма	Плоские, eroded	Выпуклые, eroded	неровный, плоские	выпуклая, eroded	-	-

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7	8
	N, шт	2	3	2	3	-	-
	цвет	бесцвет	бесцвет	бесцвет	бесцвет		
	D, мм	0,9	10	10	0,6		

Из таблицы 15 следует сделать вывод о том, что фитонциды, содержащиеся в растениях губительно влияют на плесень, и замедляют развитие плесневых грибов. Из эксперимента видно, что колонии уменьшились вдвое благодаря применению фитобиотехнологий. Проросшие бактерии можно увидеть на рисунке 13. Зависимость бактерий, грибов с применением и без ФБТ, а также количество колоний прослеживается на графике

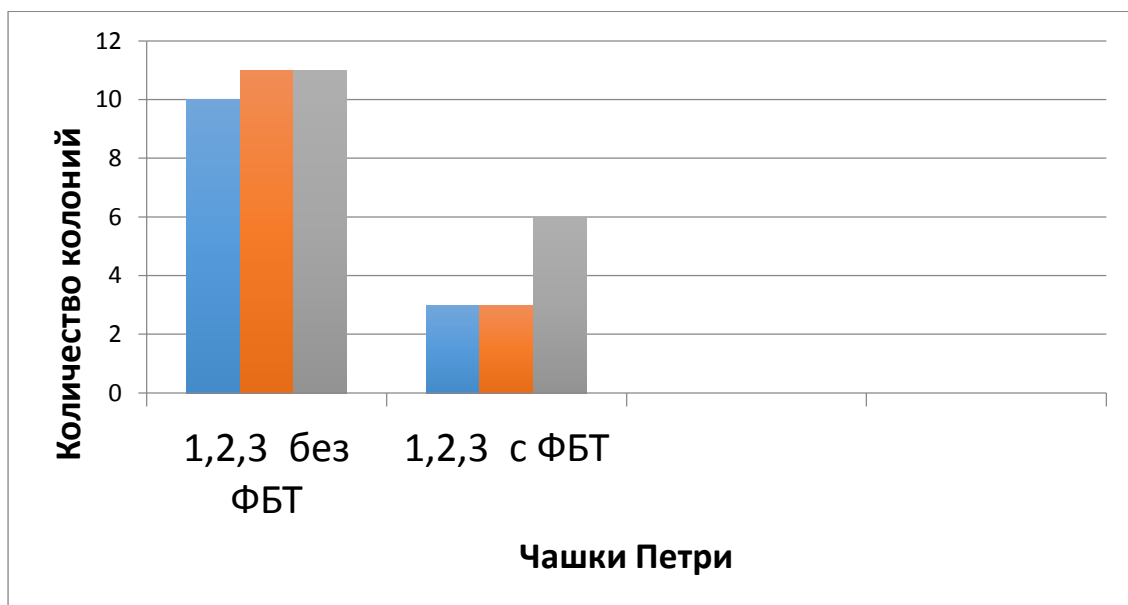


Рисунок 12 – Зависимость наличия бактерий и грибов с применением и без применения ФБТ

Ниже приведены рисунки результаты опыта с использованием фитобиотехнологий:

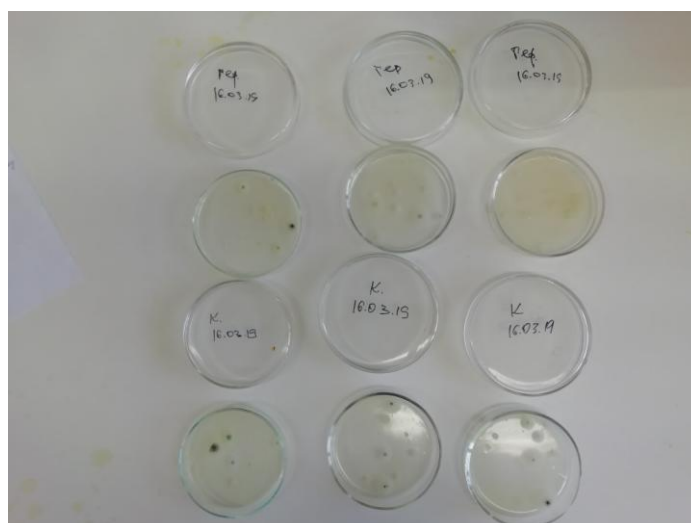


Рисунок 13 – Общий вид колоний с контрольным образцом и применением ФБТ

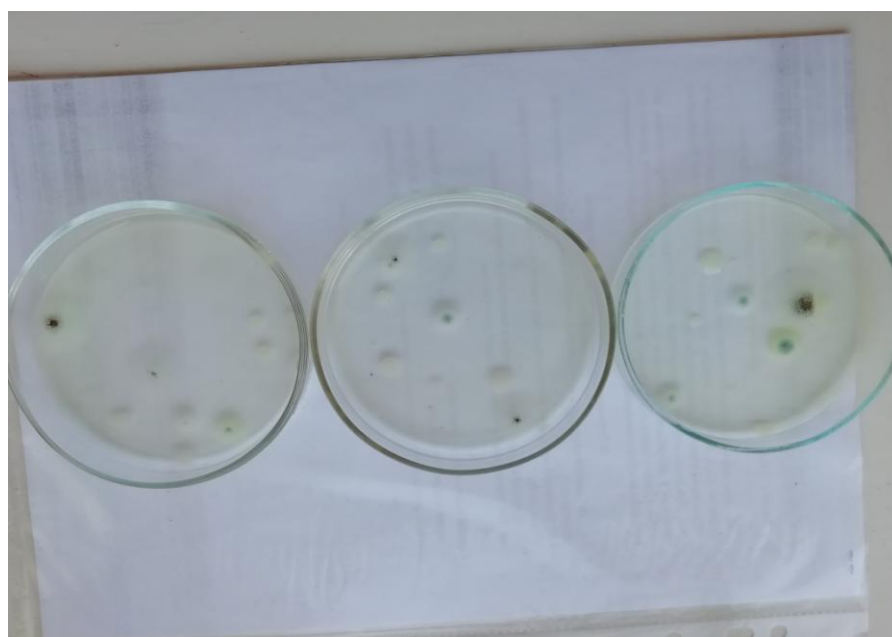


Рисунок 14 – Чашки Петри контрольный образец

Расчет-обоснование

На производстве гальваники используются различные установки для очистки воздуха рабочей зоны, это бортовые отсосы, приточно-вытяжные вентиляции, вытяжные системы. Также, был предложен метод по очистке и обеззараживанию воздуха фитобиотехнологиями. Для оценки затрат на

промышленную очистку воздуха или фитобиотехнологическую очистку воздуха проведем экономический анализ.

Ниже проведен расчет-обоснование, что приобретение и содержание некоторых растений, участвующих в очистке воздуха рабочей зоны, стремятся к минимуму затрат, по сравнению с дорогостоящими системами очистки воздуха.

Дано:

Растения, которые успешно были применены для очистки воздуха на производстве Сансевиерия, Драцена окаймленная, Спатифиллум, Хлорофитум, Азалия.

Исходя из того, что одно растение очищает за 24ч- 20м^3 , то за 120ч очищается 1000м^3 .

$$\frac{24\tau - 20\text{м}^3}{x - 1000\text{м}^3} \quad (1)$$

Было решено расположить в гальваническом цехе в количестве 3 шт. каждого вида растения: Сансевиерия (3шт), Драцена окаймленная (3шт), Спатифиллум(3шт), Хлорофитум(3шт), Азалия(3шт) продолжительностью на 10дней.

Экономические затраты и средняя стоимость растений г.о. Тольятти:

Сансевиерия -573руб,

Драцена окаймленная – 1374руб,

Спатифиллум-320руб,

Хлорофитум600руб,

Азалия-650руб.

Средняя стоимость растений:

$$\Sigma = x_1 * 3 + x_2 * 3 + x_3 * 3 + x_4 * 3 + x_5 * 3 , \quad (2)$$

где x_i —стоимость растения,

Σ - стоимость всех растений, использованных для эксперимента

$$\Sigma (\text{всех растений}) = (573*3)+(1374*3)+(320*3)+(600*3)+(650*3) = \\ =1719\text{руб}+4122\text{руб}+960\text{руб}+1800\text{руб}+1950\text{руб}=10551\text{руб}$$

Стоимость грунта для растений:

Исходя из: 1 мешок (50кг) расходуется на 2 растения.

$$\Sigma = x * 7, \quad (3)$$

где x – стоимость 1 грунта ,

Σ - стоимость всегогрунта использованного для эксперимента

$$\Sigma (\text{грунта}) = 50\text{руб}*7=350\text{руб}$$

Стоимость горшков для растений:

$$\Sigma = x * 15, \quad (4)$$

где x – стоимость 1 горшка ,

Σ - стоимость всех горшков использованных для эксперимента

$$\Sigma (\text{горшков})= 50*15=750\text{руб}.$$

$$\Sigma = \Sigma (15 \text{ растений}) + \Sigma (\text{грунта}) + \Sigma (\text{горшков}) \quad (5)$$

$$\Sigma = 10551\text{руб}+350\text{руб}+750\text{руб}= 11651\text{руб} \quad (\text{одиннадцать тысяч шестьсот пятьдесят один рубль}).$$

Расчет вытяжных систем:

В работе неоднократно описывается применении вытяжного функционала.

Если применять бортовые отсосы на гальванических ваннах, тогда:

Бортовой отсос 1шт-30,000 (тридцать) тыс. руб., такой отсос нужен для 5 (пяти) ванн:

$$\Sigma (\text{бортовых отсосов}) = 30,000*5=150,000 \text{ тыс.руб} \quad (\text{сто пятьдесят тысяч рублей}).$$

Стоимость приточно-вытяжной вентиляции:

Для цеха площадью 1000м^3 требуется 1 приточно-вытяжная вентиляция мощностью $10\text{м}^3/\text{ч}$ стоимостью приблизительно 100,000тыс.руб.

Стоимость вытяжной вентиляции:

Для цеха площадью 1000м^3 требуется 1 приточно-вытяжная вентиляция мощностью $3-5\text{м}^3/\text{ч}$ стоимостью приблизительно 25, 000тыс.руб.

Вывод: Подводя итоги, просуммировав вытяжные вентиляции, выяснили, что общая стоимость приблизительно равна 275,000 тыс. руб., что почти в 7 раз больше, чем использование определенных растений и вытяжной вентиляции мощностью $3-5\text{м}^3/\text{ч}$.

Исходя из расчетов, для наиболее лучшей и экономически выгодной очистки следует использовать вытяжную вентиляцию и растения.


ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Метод по фитобиотехнологическому снижению концентраций загрязняющих веществ и микроорганизмов в воздухе рабочей зоны гальванического цеха успешно проведен, концентрации загрязняющих веществ и количество микроорганизмов снижены;

2. Проведен анализ существующих перспективных методов очистки воздуха на предприятии;

3. Проведен экономический расчет-обоснование в сравнении между вытяжными установками и фитобиотехнологическим методом по очистке воздуха;

СПИСОК ИСПОЛЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГН 2.2.5.1313–03. Гигиенические нормативы. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. – Введ. 2016-03-28. - Межгосударственный стандарт. М. : Изд-во стандартов, 2006. – 3с.
2. Виноградов, С.С. Организация гальванического производства. Оборудование, расчет производства, нормирование / под ред. В.Н. Кудрявцева — Изд-е 2-е.- М. : «Глобус», 2005. – 25 с.
3. Паршина, Е. Д. Анализ процессов улавливания вредных веществ из воздуха рабочей зоны на участке гальванопокрытий [Электронный ресурс] / Е.Д. Паршина // Молодой ученый. — 2014. — №10. — С. 187-188. — URL:<https://moluch.ru/archive/69/11810/> (дата обращения 22.10.2018).
4. Нормативные показатели удельных выбросов вредных веществ в атмосферу от основных видов технологического оборудования предприятий отрасли (издание третье, переработанное). - Харьков, изд-во ХГПИ, 1990 г. - 470 с.
5. Тищенко, Н.Ф., Тищенко, А.Н. Охрана атмосферного воздуха: Справочник. Часть вторая: Распределение вредных веществ / Н.Ф. Тищенко, А.Н. Тищенко // М.: Химия, 1993. - 313 с.
6. Egerton, F.N. The history and present entanglements of some general ecological perspectives, Humans as Components of Ecosystems: The Ecology of Subtle Human Effects and Populated Areas /F.N. Egerton // - 1993. - Pp. 9-23.
7. Felson, A., Pickett, S.T. Designed experiments: New approaches to studying urban ecosystems / A. Felson, S.T. Pickett // Frontiers in Ecology & the Environment -2005. – Pp. 549-556. 


8. Проскурина, Л.Г. Потенциальные опасности и вредности производственных процессов: Методические указания. / Л.Г. Проскурина. — Оренбург: ГОУОГУ, 2003. — 4с.


9. Вайнер, Я.В., Дасоян, М. А. Технология электрохимических покрытий. / Я.В. Вайнер, М.А. Дасоян. — Л.: Машиностроение, 1972. – 276с.


10. Руководство Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда Справочник. Гибкие автоматизированные гальванические линии: Справочник /Под ред. В. Л.Зубченко. — М. : Машиностроение, 1989 - 23 с.

11. Grimm, N.B., Grove, M., Pickett, S.T. Integrated approaches to long-term studies of urban ecological systems / N.B. Grimm, M. Grove, S.T. Pickett // Bioscience – 2005.Pp. 571–584.

12. Assessing urban forest effects and values, New York City's urban forest. Resource Bulletin NRS-9. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station, Newtown Square, PA /D. J. Nowak [other] — 2007. P. 40.

13. Patterson, J.C., Murray J.J., Short J.R. The impact of urban soils on vegetation / In METRIA 3: Proceedings of the Conference of the Metropolitan Tree Improvement Alliance / J.C. Patterson, J.J. Murray, J.R. Short // 1980. North Carolina State University, Raleigh. : 1980. P.121. 

14. Pickett, S.T. Urban ecological systems: Linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas / S.T. Pickett // Annual Review of Ecology and Systematics - 2001. P.127–157. 

15. Cadenasso, M.L. 2008. Beyond urban legends: An emerging framework of urban ecology, as illustrated by the Baltimore Eco- system Study / M.L. Cadenasso // Bioscience – 2008. – Pp. 139-150. 

16. Pickett, S.T., Grove J.M. Urban ecosystems: What would Tansley do?

17. ДетоксикаторAndreaпервое общедоступное средство для очистки воздуха в помещении [Экобыт.ru]. – 2007. – URL: <https://www.ecobyт.ru/article/230913/808/> (дата обращения 03.08.2018).

18. Способ оздоровления воздуха в помещении: пат.2143922 Рос. Федерация: МПК⁷/ А.М. Рабинович, В.А. Быков, А.А. Жученко, Л.Н. Зайко. – опубл.2004, Бюл. № 18. – 5с.

19. Способ определения летучих фитонцидов: пат. 2288009 МПК G01N / А.Н. Цицилин, А.И. Морозов, В.А. Быков. - опубл. 20.12.03, Бюл. № 23. – 3с.

20. Способ обеззараживания воздуха в помещениях: пат.2514593МПК G01N30/00 / Г. В. Соколов. – опубл. 27.12.13,Бюл. № 44. – 5с.

21. Азарова, Л.В. О фитонцидной активности некоторых оранжерейных растений / Л.В. Азарова // Фитонциды. Роль в биогеоценозах, значение для медицины. - Киев: Наук. думка, 1981. -С.95-97.

22. Айзенман, Б.Е. Влияние антибиотических веществ растительного происхождения на микроорганизмы / Б. Е. Айзенман // Тез.докл-VII совещания по проблеме фитонцидов — Киев: Наук. думка, 1973.- С.4-5.

23. Установка воздухоочистительная и оздоровительная: пат. 2358202 МПКF24F5 / О.К. Крылова, Р.А. Степень. – опубл. 18.04.13,Бюл. № 25. – 2с.

24. Айзенман, Б.Е., Смирнов, В.В., Бондаренко, А.С. Фитонциды и антибиотики высших растений / Б.Е. Айзенман, В.В. Смирнов, А.С. Бондаренко. : Киев: Наук. думка, 1984. - С.29-43.

25. Синявский, В.С. Анодное оксидирование алюминия и его сплавов / В.С. Синявский – М. : Металлургия, 1986. – 152 с.

26. Шлугер, М.А., Ток, Л.Д. Гальванические покрытия в машиностроении / А.М. Шлугер, Л.Д. Ток. // Справочник. – М. : Машиностроение, 1985. 248 с.

27. Андреев, И.Н. Моделирование распределения тока при электрохимической обработке и нанесении покрытий с использованием подвесочной оснастки / Ж.В. Межевич, К.А. Зотеев // Казань: – КГТУ, 2006. – 122 с.

28. Андреев, И.Н. Электрохимические технологии металлопокрытий (гальванотехника) / И.Н. Андреев, Г.Г. Гильманшин, Ж.В. Межевич // Метод. указания к лабораторным работам / Казан. гос. технол. ун-т: –2005. - 42 с.

29. Способ нанесения гальванических покрытий: пат. 1110824Рос. Федерация: МПК⁷/Гусев В.Г., Иванов М.П. – опубл.2012, Бюл. № 9. – 4с.

30. Akanksha, S., Rupali, G., Rakesh, P. Exogenous application of rutin and gallic acid regulate antioxidants and alleviate reactive oxygen generation in *Oryza sativa* / S. Akanksha, G. Rupali, P. Rakesh // *Physiology and Molecular Biology of Plants* – 2016. – Vol. 26, Pp. 358-364.

31. Ahmed, G., David, J., Anwar, H. Transgenic Plants Over-expressing Glutathione Biosynthetic Genes and Abiotic Stress Tolerance, / G. Ahmed, J. David, H. Anwar // *Glutathione in Plant Growth, Development, and Stress Tolerance*. – 2017. – Vol. 26, Pp. 228-234.

32. Anita, K., Falco, P., Peter, Z., Lothar L. Tembotrione detoxification in 4-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase (HPPD) inhibitor-resistant Palmer amaranth (*S. Wats.*), / K. Anita, P. Falcon, Z. Peter // *Pest Management Science*. – 2018. – Vol. 16, Pp. 368-374.

33. Burcin, M. Preliminary study on the effects of heavy metals on the growth and some antioxidant enzymes in *Arthrospira platensis*-M2 strain / M. Burcin // *Phycological Research*. – 2016. – Vol. 15, Pp. 26-28.

34. Dong, R., Artificial Photosynthesis: Learning from Nature / R. Dong // ChemPhotoChem. – 2017. – Vol. 4, Pp. 45-48.
35. Hee, B., Moon-Soon, L. Immune Cells Activity, Nitrite Scavenging and ABTS Radical Scavenging Activities of Codonopsis lanceolata Ethanol Extracts from Districts in Korea / B. Hee, L. Moon-Soon // Korean Journal of Plant Resources – 2014. – Vol. 2, P. 156-164.
36. Jawad, S. Growth and physiological characterization of low nitrogen responses in Tibetan wild barley (*Hordeum spontaneum*) and cultivated barley (*Hordeum vulgare*) / S. Jawad // Journal of Plant Nutrition – 2017. – Vol. 6, Pp. 8-14.
37. Li, Z., Helong, S. Adversity stress-related responses at physiological attributes, transcriptional and enzymatic levels after exposure to Cu in *Lycopersicon esculentum* seedlings / Z. Li, S. Helong // Scientia Horticulturae – 2016. – Vol. 19, Pp. 81-90.
38. Yong, C., Guiping, F. Exogenous melatonin alleviates damage from drought stress in *Brassica napus* L / C. Yong, F. Guiping // Acta Physiologiae Plantarum – 2015. – Vol. 2, P. 65-90.
39. Karima, B. Differences in antioxidant enzyme activities and oxidative markers in ten wheat (*Triticum durum* Desf.) genotypes in response to drought, heat and paraquat stress / B. Karima // Archives of Agronomy and Soil Science – 2010. – Vol. 16, P. 128-143.
40. Lulu, D., Zhaozhong, F. Increase of apoplastic ascorbate induced by ozone is insufficient to remove the negative effects in tobacco, soybean and poplar / D. Lulu, F. Zhaozhong // Environmental Pollution – 2009. – Vol. 17, P. 22-30.
41. Zhang, L., Zhu, X. Responses of *Pinus massoniana* seedlings to lead stress / L. Zhang, X. Zhu // Biologia Plantarum – 2004. – Vol. 5, P. 59-68.
42. Mohsin, A., Rumana, A. Effect of ethyl acetate aroma on viability of human breast cancer and normal kidney epithelial cells in vitro / A. Mohsin, A. Rumana // Integrative Medicine Research – 2018. – Vol. 35, P. 220-236.

43. Ramadan, A. Pre-soaking in indole-3-acetic acid or spermidine enhances copper tolerance in wheat seedlings / A. Ramadan // *South African Journal of Botany* – 2013. – Vol. 7, P. 148-154.
44. Torabian, S. Antioxidant enzyme and osmotic adjustment changes in bean seedlings as affected by biochar under salt stress / S. Torabian // *Ecotoxicology and Environmental Safety* – 2017. – Vol. 12, P. 318-324.
45. Scott, W., Stephens, P. Further Developments in the Chemistry of the Atmosphere / W. Scott, P. Stephens // Paper presented to the American Petroleum Institute's Division of Refining – 2012. – Vol. 39, P. 412-432.
46. Smock, R., Gross, G. Some Effects of Limb and Fruit Injections with Ascorbic Acid and Calcium Salts on Apple Fruits / R. Smock, G. Gross // *American Social Organization of Plant* – 2004. – Vol. 16, P. 90-106.
47. Stokinger, H. Evaluation of the Hazards of Ozone and Oxides of Nitrogen / H. Stokinger // *Archives of Industrial Health* – 2003. – Vol. 2, P. 28-34.
48. Saeid, H. Effects of water stress and light intensity on chlorophyll fluorescence parameters and pigments of Aloe vera / H. Saeid // *Plant Physiology and Biochemistry* – 2008. – Vol. 14, P. 154-176.
49. Xiangpeng, L. Comparative transcriptome analysis of grapevine in response to copper stress / L. Xiangpeng // *Scientific Reports* – 2005 – P. 78-94.
50. Yaglou, C. Disinfection of Air by Air Conditioning Process / C. Yaglou // *Aerobiology* – 2001. – P. 44-54.
51. Yongqiang, H. Defense Responses in Rice Induced by Silicon Amendment against Infestation by the Leaf Folder *Cnaphalocrocismedinalis* / H. Yongqiang // *PLOS ONE* – 2007. – P. 94-132.
52. Xie, Y., Huiying L. Growth responses of two tall fescue cultivars to Pb stress and their metal accumulation characteristics / Y. Xie, L. Huiying // *Ecotoxicology* – 2012. – P. 358-384.

53. Yan-Yan, W., Zhang, L. Caffeic acid protects cucumber against chilling stress by regulating antioxidant enzyme activity and proline and soluble sugar contents / W. Yan-Yan, L. Zhang // *Acta Physiologiae Plantarum* – 2002. – P. 162-175.
54. Сакодынский, К.И. Аналитическая хроматография/ К.И. Сакодынский. – К. : Недра – 1972. – 128 с.
55. Новиков, Я.К. Все о комнатных растениях очищающих воздух/ Я.К. Новиков. – М. : Пособие биолога– 2015. – С. 5–70.
56. Иванов, А.И. Область аккредитации испытательной лаборатории / А.И Иванов. – Р. : Методические рекомендации– 1992. – С. 100–128.
57. Дасоян, М.А. Технология электрохимических покрытий / М.А. Дасоян – М. : Машиностроение, 1989. – 23 с.
58. Мамаев, В.И. Химическое никелирование / В.И. Мамаев. – К. : Химик, 2004. – 24 с.
59. Грилихес, С.Я. Электролитические и химические покрытия / С.Я. Грилихес. – М. : Химия, 1990. – 288 с.
60. Кудрявцев, Н.Т. Электролитические покрытия металлами/ Н.Т. Кудрявцев.– Н. : Химия, 1979. – 352 с.
61. Грилихес, С. Я. Обезжиривание, травление и полирование металлов / С.Я. Грилихес. М. : Машиностроение, 1983. – 101с.
62. Виноградов, С. С. Организация гальванического производства: оборудование, расчет производства, нормирование / С.С. Виноградов. – М. : Гальваническое производство, 2005. – 256с.
63. Хранилов, Ю. П. Экология и гальванотехника / Ю.П. Хранилов. – М. : Экология, 2000.– 97с.
64. Котик, Ф.М. Ускоренный контроль электролитов, растворов и расплавов/ Ф.М. Котик. – М. : Машиностроение, 1978. – 191 с.
65. Жендарева, О.Г. Анализ гальванических ванн / О.Г. Жендарёв. – М. : Химия, 1970. – 280 с.

66. ГОСТ 9.302-88. ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Правила приемки и методы контроля. – Введ.1988–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 27 с.
67. Круглова, Е. Г. Контроль гальванических ванн и покрытий / Е.Г. Круглова. – М. :Химия, 1961. – 147с.
68. Валитов, Г.И. Приборы и методы контроля толщины покрытий. : справ. пособие. / Г.И. Валитов. – М. : Изд-во Машиностроение, 1970. – 120 с.
69. Гальванические покрытия в машиностроении: учеб. пособие / М.А. Шлугер. – М. : Машиностроение, 1989. – 240 с.
70. Харнед, Г., Оуэн Б. Физическая химия растворов электролитов. / Г.Харнед, Б. Оуэн пер. П.К Черноус.– М. : Химическая технология, 1952. – 629 с.
71. Экологический мониторинг окружающей среды: учеб. пособие /Ю.А. Комиссаров, Л.С. Гордеев, Ю.Д. Эдельштейн, Д.П. Вент. – М. : Химия, 2005.
72. Королев, В.А. Мониторинг геологических, литотехнических и эколого-геологических систем / В.А. Королев. – М. : КДУ, 2007. – 416 с.
73. Экологическое право : учебник для вузов / С.А. Боголюбова. – М. : Высшее образование, 2006. – 485 с.
74. Садовникова, Л.К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении / Л.К. Садовникова. – М. : Высшая школа, 2008. – 34 с.
75. Голдовская, Л.Ф. Химия окружающей среды / Л.Ф. Голдовская. – М. : Мир, 2005. – 296 с.
76. Скурлатов, Ю.И. Введение в экологическую химию / Ю.И. Скурлатов. – М. : Высшая школа, 1994. – 400 с.
77. Охрана окружающей среды : учеб. пособие / С.В. Белов, Ф.А. Барбинов, А.Ф. Козьяков. – М. : Высшая школа, 1991. – 319 с.

78. Охрана окружающей среды : учеб. пособие / А.С. Степановских. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 559 с.
79. Электроаналитические методы в контроле окружающей среды / Р. Кальвода, Я. Зыка, К. Штулик. – М. : Химия, 1990. – 240 с.
80. Практикум по физико-химическим методам анализа / О.М. Петрухина. – М. : Химия, 1987. – 248 с.
81. Булатов, М.И. Практическое руководство по физико-химическим методам анализа / М.И. Булатов. – Л. : Химия, 1986. – 378 с.
82. Дорохова, Е.Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа / Е.Н. Дорохова. – М. : Высшая школа, 1991. – 256 с.
83. Основы аналитической химии / Ю.А. Золотов, Е.Н. Дорохова, В.И. Фадеева. – М. : Высшая школа, 1996. – 129-131с.
84. Цитович, И.К. Курс аналитической химии / И.К. Цитович. – СПб. : Изд-во Лань, 2004. – 496 с.
85. Володина, Г.Б. Общая экология / Г.Б. Володина, И.В. Якунина. – Т. : Изд-во ТГТН, 2005. – 104 с.
86. Соляник, Н.А. Информационная система прогнозирования состояния атмосферного воздуха г. Саратова / Н.А. Соляник. – С. : СГТУ, 2005. С. 13-16.
87. ГОСТ 17.2.3.01-86 Правила контроля качества воздуха населенных пунктов. – Введ. 1986 – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 26 с.
88. Берлянд, М.Е. Прогноз и регулирование загрязнении атмосферы / М.Е. Берлянд. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 272 с.
89. Замай, С.С. Модели оценки и прогноза загрязнения атмосферы промышленными выбросами в информационно-аналитической системе природоохранных служб крупного города / С.С. Замай. К: Изд-во КГУ, 1998. – 109 с.