

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ АБСОРБИЦИОННО-БИОХИМИЧЕСКИХ УСТАНОВОК (АБХУ) ПО ОЧИСТКЕ ВЕНТВОЗДУХА ОТ ФОРМАЛЬДЕГИДА НА ОАО «ВИТЕБСКДРЕВ»

Вит Н. Н.¹, главный инженер, Глушень Е. М.², к.б.н.,
зав. лабораторией природоохранных технологий, Грошев И. М.³, к.т.н., доцент,
начальник центральной заводской лаборатории

¹ УП «Промышленные экологические системы», г. Минск, Республика Беларусь

² ГНУ «Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь

³ ОАО «Витебскдрев», г. Витебск, Республика Беларусь

Технологические процессы изготовления плит ДСП и МДФ сопровождаются выделением в воздушную среду вредных органических веществ, самым распространенным и токсичным из которых является формальдегид. Технически проблема предотвращения выброса формальдегида в атмосферу решается с помощью АБХУ (рисунок 1).

Очистка вентиляционного воздуха в абсорбционно-биохимических установках (рисунок 2) основана на естественных природных процессах. Первый заключается в том, что большинство вредных летучих органических соединений (ЛОС), в том числе и формальдегид, хорошо растворимы в технической воде. Второй основан на способности специально селекционированных и адаптированных микроорганизмов использовать в качестве источников питания растворенные в воде органические вещества. Коллекция микроорганизмов-деструкторов лаборатории природоохранных биотехнологий Института микробиологии НАН Беларуси включает более 500 штаммов, способных к деградации широкого спектра летучих органических соединений. В процессе их потребления микроорганизмами происходит полная минерализация с образованием воды и углекислого газа.

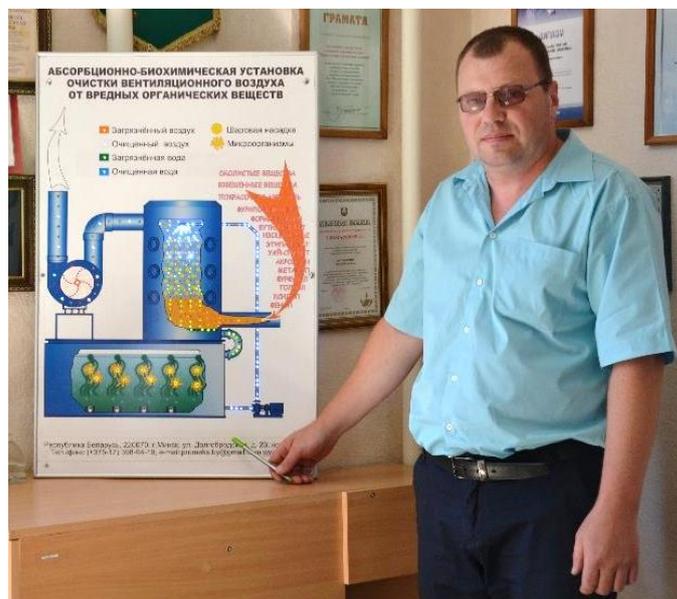


Рисунок 1 – Главный инженер УП «Промышленные экологические системы»
Н. Н. Вит у макета АБХУ



- 1 – вентилятор,
- 2 – скруббер,
- 3 – шламоотстойник,
- 4 – биореактор,
- 5 – каплеуловитель,
- A и B – вход и выход вентвоздуха.

Рисунок 2 – Общий вид АБХУ производительностью по вентвоздуху 30 000 м³/ч

В скруббере с подвижной шаровой насадкой при помощи водного абсорбента происходит улавливание вредных веществ, а в биореакторе – их нейтрализация. Микроорганизмы вводятся в биореактор один раз перед началом эксплуатации установки в виде концентрированной биомассы. Циркуляция раствора по замкнутому кругу «скруббер-биореактор» предотвращает образование производственного стока. Установки оснащены устройством вывода шлама и конденсационных веществ.

В 2014 г. на ОАО «Витебскдрев» была смонтирована линия компании IMAL (Италия) по производству древесно-волоконистых плит MDF/НДЕ. При проведении пуско-наладочных работ, в связи с использованием при сухом прессовании в качестве связующего карбамидной смолы, наблюдалась эмиссия формальдегида в воздушную среду цеха, что потребовало применения вентукрытия и вытяжной вентиляции производительностью 90 000 м³ воздуха в час. В связи с высокими фоновыми концентрациями формальдегида в приземном слое на прилегающих к предприятию территориях, проектной организацией была обоснована необходимость применения газоулавливающего оборудования. При выборе метода очистки необходимо было учитывать также наличие в вентвоздухе метанола, аммиака, паров воды и масла, древесных волокон и смолистых веществ.

Администрацией предприятия рассматривалась возможность применения плазменно-каталитического или абсорбционно-биохимического методов очистки. Выбор поставщика газоочистного оборудования определила информация об отрицательном опыте решения данной экологической проблемы на ЗАО «Череповецкий фанерно-мебельный комбинат» посредством применения плазменно-каталитических газоконвекторов, при этом степень нейтрализации формальдегида не превышала 10 %. Дооснащение газоконвекторов двумя дополнительными ступенями очистки (обеспыливания и охлаждения) ситуацию не изменило. Газоразрядные ячейки конвекторов теряли свою функциональность в течение нескольких часов эксплуатации из-за отложения на их поверхности конденсационных и взвешенных веществ.

По причине отсутствия функциональности газоконвекторы были заменены на две АБХУ (рисунок 3) общей производительностью по вентвоздуху 54 000 м³/ч, что позволило предприятию достичь нормативов ПДВ. Дополнительно в систему регенерации водного абсорбента АБХУ подаются для нейтрализации сточные воды, содержащие формальдегид.



Рисунок 3 – Очистка вентвоздуха от пресса ДСП фирмы «Диффенбахер». АБХУ эксплуатируется с 2012 г.

УП «Промышленные экологические системы» спроектировало с учётом габаритов выделенного помещения, изготовило и ввело в эксплуатацию газоочистной комплекс (рисунок 4), состоящий из трех АБХУ единичной производительностью 30 000 м³/ч. Комплекс оснащен автоматизированной системой управления техническим процессом газоочистки.

Для зарядки биореакторов были применены высокоэффективные микроорганизмы-деструкторы формальдегида *Rhodotorula sp.* ВФФ-1 и *Rhodococcus opacus* ФФ 3-1 (рисунок 5).

После двух лет эксплуатации газоочистного комплекса были проведены исследования абсорбционных растворов действующих биореакторов, которые показали высокую скорость микробной деструкции токсиканта, что подтверждается достаточной концентрацией биомассы микроорганизмов-деструкторов в абсорбенте (1 млн клеток / 1 мл раствора), убылью формальдегида в исследуемых образцах (до 0,05 мг/мл), а также низким показателем ХПК.



Рисунок 4 – Газоочистной комплекс в стадии монтажа. Введен в эксплуатацию в 2015 г.



Rhodotorula sp.
ВФФ-1



Rhodococcus opacus ФФ 3-1

Рисунок 5 – Микроорганизмы-деструкторы

Исследование микроорганизмов из биореактора показало наличие у них морфологических признаков, присущих микроорганизмам рода *Rhodococcus*, использованных при запуске биореактора. Абсорбционный раствор содержал также допустимое количество контаминирующей микрофлоры, состоящей из микроорганизмов родов *Bacillus* и *Pseudomonas*.

В течение 5 лет эксплуатации паспортные характеристики комплекса (таблица 1) остаются стабильными.

Можно отметить пожаро- и взрывобезопасность АБХУ. В 2018 году вследствие возгорания на технологической линии в биореакторы и шламоотстойник попали продукты неполного сгорания плиты, что потребовало дополнительных мер по удалению шлама, при этом функциональность комплекса нарушена не была.

Таблица 1 – Характеристики газоочистного комплекса

Параметр	Пояснение
Функциональность	Паспортные характеристики сохраняются на протяжении всего срока эксплуатации
Стабильность системы регенерации	Обеспечивают высокоактивные штаммы. Концентрация микроорганизмов в водном абсорбенте саморегулируется в зависимости от количества поступающего питания (ЛОС)
Эффективность	Степень улавливания формальдегида – 75–85 %, взвешенных веществ – 94–98 %
Энергозатраты на 1000 м ³ вентвоздуха	Мощность вентилятора и насоса – 1,3–1,7 кВт. Расход сжатого воздуха 1–1,5 м ³ /ч
Расходные материалы	ЛОС поступающие с вентвоздухом. Вода технического качества для компенсации влагуноса 0,1–1,5 м ³ /сутки. Биогенные добавки (минеральные соли) 20–40 кг/год
Экологичность	Не образуются побочные продукты, требующие дополнительной нейтрализации
Обслуживание	Не требуется наличие постоянного оператора
Периодичность ремонта	Отсутствуют составные части с интенсивным износом. Ремонту подлежат вентилятор и водяной насос

Абсорбционно-биохимические установки – проверенное временем природоохранное оборудование, которое может быть рекомендовано для исполнения национального проекта Российской Федерации «Экология» в области охраны атмосферного воздуха на предприятиях деревообработки.