

РАЗДЕЛ 4. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ

ТЕМА 15. СОЗДАНИЕ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

Основная масса загрязнителей в составе промышленных выбросов приходится на долю оксидов углерода, серы, азота, углеводов и промышленной пыли. Состав последних определяется видом промышленного производства.

Техника защиты окружающей среды от техногенных нагрузок состоит в решении следующих вопросов:

- совершенствование технологии основного производства, сопровождаемого увеличением конверсии сырья в целевой продукт;
- совершенствование оборудования и технологии улавливания выбросов и превращения их также в товарный продукт (их рекуперация).

Применение методов просто очистки газообразных выбросов (без их рекуперации), стимулированное нормированием их через предельно допустимые выбросы (ПДВ) или ОБУВ, представляет лишь полумеру, поскольку уловленные газообразные примеси просто переводят либо в твердые отходы (почвы), либо в жидкие (сточные воды) и не решают кардинально вопрос улучшения состояния окружающей среды и экономии сырьевых ресурсов.

Особенностью процессов газоочистки с рекуперацией отходов является то, что при очень больших расходах газообразных выбросов (до 10^6 м³/ч) они включают очень невысокое содержание улавливаемых (целевых) компонентов (десятые и сотые процента объема).

Ресурсосбережение – деятельность, направленная на снижение расхода ресурсов при производстве продукции (без ущерба качеству), использование наукоемких технологий, современного оборудования, оптимальных технологических режимов.

Ресурсосберегающая технология предполагает, что производство и реализация конечных продуктов выполняется с минимальным расходом вещества и энергии на всех стадиях ресурсного цикла.

Важным направлением в ресурсосбережении является всемерное использование *принципа заменяемости ресурсов*, под которым понимается замещение одного природного компонента другим, более экономичным и экологически безопасным. Взаимозаменяемость различается по экономи-

ческому и техническому критериям. Не все природные компоненты, взаимозаменяемые технически, позволяют производить замену с экономической и экологической точек зрения, и наоборот.

Настоящее ресурсосбережение начинается с проектирования, когда оно уже на стадии проектов закладывается во все технологические операции. Таким образом, проектировщики на высоком уровне должны решать большой круг непростых, порой противоречивых по своим особенностям и последствиям задач экологического, экономического и социального характеров.

Одно из основных мероприятий по охране атмосферного воздуха от загрязнения – развить создание замкнутых, безотходных и малоотходных технологических процессов и производств.

Малоотходное производство является промежуточным этапом безотходного производства, т.е. это производство, результаты которого при воздействии на окружающую среду не превышают уровня ПДК. При этом по техническим, экономическим, организационным или другим причинам часть сырья и материалов может переходить в отходы и направляться на длительное хранение или захоронение.

Безотходное производство – форма организации технологических процессов, при которой отходы производства сведены к минимуму или полностью перерабатываются во вторичные материальные ресурсы. При безотходном производстве необходимо использование сбалансированных по основным компонентам технологических схем с замкнутыми материальными и энергетическими потоками.

Для разработки и внедрения безотходных производств можно выделить следующие **принципы**:

- комплексное использование сырья. Рациональное комплексное использование сырья позволяет уменьшить количество неиспользованного сырья, выпускать новую продукцию из той части сырья, которая раньше являлась отходом производства. Радикальным средством уменьшения отходов производства является изменение технологии производства;
- цикличность материальных потоков представляет собой замкнутые водо- и газооборотные циклы. Примером является замкнутый газооборотный цикл, разработанный для производства суперфосфатных и фосфорных соединений, что позволяет избежать загрязнения окружающей среды фторидами;

- создание принципиально новых и совершенствование действующих технологий. Примером может служить разработанная в черной металлургии технологическая схема прямого восстановления железа, позволяющая уменьшить загрязнение окружающей среды;

- соблюдение требования ограничения воздействия производства на окружающую природную среду. Этот принцип связан с сохранением таких ресурсов, как атмосферный воздух, вода, поверхность земли, здоровье населения;

- кооперирование предприятий, создание территориально-производственных комплексов. В большинстве случаев отходы одного производства являются сырьем для другого производства. Следовательно, необходимо искать возможности применения продуктов незавершенного производства в других производствах или отраслях, которые могли бы их использовать в качестве вторичных материальных ресурсов.

Выбор путей совершенствования процессов охраны окружающей среды, в каждой производственной системе, зависит от экономической обоснованности технических решений, а также от природных особенностей конкретного региона. Например, ряд старых химических предприятий, расположенных часто в черте городской застройки, остро нуждается в сокращении выбросов летучих компонентов, в частности, паров растворителей. При внедрении адсорбционной рекуперации растворителей не только предотвращается выброс в атмосферу токсичных компонентов, но и возвращается значительная их часть в основное производство. Таким образом, пути и методы постепенного создания малоотходных, а затем и безотходных производств на действующих предприятиях, прежде всего, основываются на специфике этих производств.

Для вновь строящихся предприятий организация безотходных технологических процессов должна быть заложена на предпроектной стадии, затем конкретизирована при проектировании и реализована в ходе строительно-монтажных работ.

Сохранение чистоты воздуха – большая социальная проблема, связанная с оздоровлением условий жизни людей. В то же время она сочетается с важной экономической задачей – утилизацией и возвращением в производство значительных количеств ценных продуктов, сырья и материалов. Следовательно, необходимо разрабатывать такие процессы и технологические схемы, которые исключили бы загрязнение атмосферного воздуха.

Замкнутые системы аспирации и пневмотранспорта

Технология деревообрабатывающих процессов предполагает наличие большого количества источников выделения пыли, что влечет за собой повышенную запыленность воздуха помещений. Для улучшения санитарно-гигиенических условий и исключения вероятности взрыва необходимо максимально снижать запыленность воздушной среды в помещениях.

По общепринятой технологии древесные отходы удаляются из рабочих помещений с помощью систем аспирации, включающих приемники отходов и воздуха, материалопроводы, циклоны и вентиляторы. Поскольку после прохождения циклонов в воздухе присутствует тонкодисперсная пыль, то его возврат в производственные помещения для повторного использования не допускается, что влечет за собой потери тепловой энергии в холодный период года. Взамен удаляемого приходится подавать большие объемы наружного воздуха, на нагрев которого и транспортирование по воздуховодам дополнительно затрачивается значительное количество тепловой и электрической энергии. Для устранения вышеуказанных недостатков систем аспирации возможны следующие решения: совершенствования конструкций; снижение расхода воздуха путем отключения от сети временно не работающих станков и других пылеобразующих объектов; применение дополнительной очистки воздуха от мелкодисперсной пыли после циклонов; рециркуляция воздуха, выбрасываемого в атмосферу системами аспирации.

Ниже приведены некоторые варианты усовершенствованных систем аспирации. На рис. 15.1 представлена схема системы аспирации с рециркуляцией воздуха и применением волокнистого фильтра, которая состоит из коллектора-сборника со встроенным внутрь циклоном, материалопроводов от станков, вентилятора на вертикальной оси, расположенного непосредственно над циклоном, диффузора с волокнистым фильтром. Последний служит второй ступенью очистки воздуха от самой мелкой пыли. После очистки рециркуляционный воздух выбрасывается в помещение. С целью периодической очистки фильтра от накопившейся в нем пыли предусмотрена пневмотруба с форсунками. Для регенерации фильтра к пневмотрубе подключается компрессорная установка с импульсатором, с помощью которого за 15 – 20 с фильтр полностью очищается от пыли и становится снова пригодным к нормальной работе.

Рециркуляция воздушных выбросов систем аспирации может осуществляться по схеме (рис. 15.2) с очисткой запыленного воздуха в верти-

кальном коллекторе-сборнике, в циклоне и в волокнистом фильтре с пневмофорсунками для импульсной его регенерации струями сжатого воздуха.

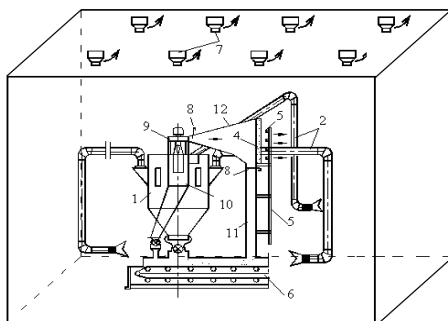


Рис. 15.1. Схема системы аспирации с рециркуляцией воздуха: 1 – коллектор-сборник со встроенным внутри циклоном; 2 – материалопроводы от станков; 3 – отключающий клапан; 4 – волокнистый фильтр; 5 – пневмотруба с форсунками для импульсной регенерации фильтра; 6 – ленточный транспортер; 7 – дефлектор или крышный вентилятор; 8 – задвижки; 9 – вентилятор; 10 – циклон; 11 – спуски пыли при регенерации фильтра; 12 – диффузор

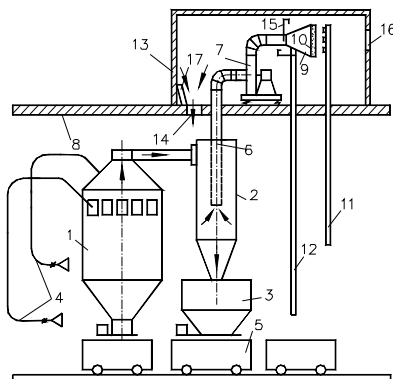


Рис. 15.2. Схема установки трехступенчатой очистки воздуха от отходов деревообработки: 1 – коллектор-сборник; 2 – циклон; 3 – бункер; 4 – материалопроводы от станков; 5 – вагонетка; 6 – выхлопная труба циклона; 7 – вентилятор; 8 – крыша; 9 – диффузор; 10 – волокнистый фильтр; 11 – пневмотруба с форсунками; 12 – спуск для пыли при регенерации фильтра; 13 – утепленная камера; 14 – проем для прохода очищенного рециркуляционного воздуха; 15 – задвижка; 16 – отверстие для выброса наружу воздуха летом; 17 – открывающийся откидной клапан

Очистка воздушных выбросов систем аспирации от любой пыли позволяет возвращать очищенный воздух в рабочие помещения. При этом до 95% уменьшается потребность последних в приточном воздухе, компенсирующем вытяжку системами пневмотранспорта, что дает значительную экономию тепловой и электрической энергии. Кроме того, не загрязняется пылью окружающая среда, что оказывает благоприятное воздействие на экологическое ее состояние.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое ресурсосбережение?
2. Что предполагает собой ресурсосберегающая технология?
3. Что такое безотходное производство?
4. Что такое малоотходное производство?
5. Назовите основные принципы безотходных технологий.
6. Какие требования предъявляются к безотходному производству?
7. Что такое замкнутые системы аспирации?
8. Приведите схемы систем аспирации с рециркуляцией воздуха.

ТЕМА 16. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ ПРИ ОБЪЕДИНЕНИИ С ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЕЙ

При разработке систем очистки вентиляционных выбросов задача состоит не только в охране окружающей среды, но и в достижении поставленной цели с минимальными затратами и с получением экономического эффекта. Последнее достигается, когда вредные вещества не только обезвреживаются, но и превращаются в полезный продукт. Рассмотрим возможности экономии природного газа и электроэнергии на технологические нужды при использовании способов термического и каталитического дожигания вредностей газовых выбросов.

Известно, что недостатком способа термического дожигания является значительный расход топлива для подогрева газовых выбросов до температур реакции окисления. Устранить указанный недостаток возможно путем использования вентиляционных выбросов для процесса горения технологического топлива в котлах, топках, печах. При содержании в выбросах кислорода выше 17 % и горючих компонентов менее 50 % от нижнего предела взрываемости они обеспечат полноту сжигания технологического топлива и выполнение требований норм безопасности.

Использование для сжигания топлива вентиляционных выбросов, содержащих горючие компоненты и имеющих повышенную температуру, влечет за собой изменение режимов горения. Изменяется и тепловой баланс технологического оборудования, что влечет за собой уменьшение расхода топлива B_p . Расчетный расход топлива B_p , который учитывает физическую теплоту выбросов, находят по формуле

$$B_p = B_T - \frac{L \cdot C_T \cdot (t - t_n)}{Q_n}, \quad (16.1)$$

где t_n - температура воздуха в помещении.

Действительный расход топлива B_o , который учитывает химическую теплоту выбросов, находят из выражения

$$B_o = \left(1 - \frac{Q_{н.г.}}{Q_n} \cdot G \right) \cdot B_p, \quad (16.2)$$

где $Q_{н.г.}$ - низшая теплотворная способность горючих компонентов газовых выбросов;

G - количество горючих компонентов, которое содержится в воздухе, используемом на сжигание единицы объема или массы топлива,

$$G = C_n \cdot \alpha \cdot L_G^o, \quad (16.3)$$

$$G = \frac{C_n \cdot L}{B_p}, \quad (16.4)$$

где α - коэффициент избытка воздуха;

L_G^o - теоретическое количество воздуха для сжигания 1 м³ или 1 кг топлива.

Выбор оптимальной энерготехнологической схемы оборудования с применением очистных устройств в каждом конкретном случае определяют путем сравнения количества воздуха, потребного для сжигания топлива, расходов топлива на технологические нужды и очистку газов. Рассмотрим варианты этих соотношений.

Если количество воздуха, необходимое для сжигания технологического топлива L_T и его расход B_T превышает количество газовых выбросов L и расход топлива на его очистку методом термического дожигания B_o ($B_T > B_o$ и $L_T > L$), то в этом случае очистное устройство не применяется, а вместо него используется технологическое нагревательное устройство в тепловом режиме его работы.

Количество воздуха, необходимого для сжигания топлива, находят из выражения

$$L_T = \alpha \cdot L_G^o \cdot B_T. \quad (16.5)$$

Возможная энерготехнологическая схема оборудования, предназначенного для расплавления и полимеризации порошковых покрытий на изделиях, при использовании топки для попутной термической очистки газовых выбросов представлена на рис. 16.1. Газовые выбросы, содержащие продукты испарения и термического распада покрытия изделий, отсасываются по линии забора загрязненных газов вентилятором и подаются в

горелку топки, где используются в качестве первичного и вторичного воздуха для сжигания технологического топлива.

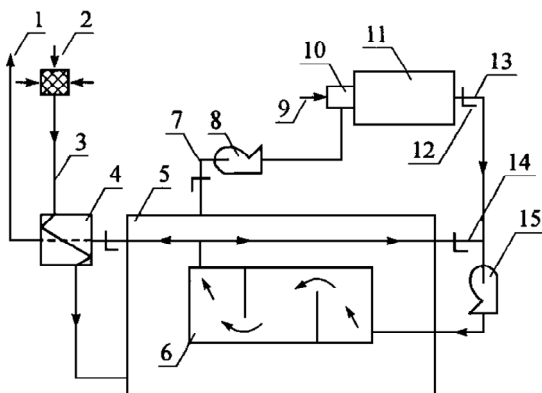


Рис. 16.1. Принципиальная схема обогрева и вентиляции технологического оборудования с использованием топливосжигающего устройства для попутной термической очистки газовых выбросов: 1 — линия выброса очищенных газов в атмосферу; 2 — воздушный фильтр; 3 — линия подачи атмосферного воздуха на технологические нужды; 4 — теплообменник; 5 — технологическое теплоиспользующее оборудование; 6 — панельный теплообменник; 7 — линия забора загрязненных газов; 8 — вентилятор; 9 — газопровод; 10 — горелка; 11 — топка; 12 — заслонка; 13 — линия подачи продуктов сжигания на обогрев технологического оборудования; 14 — линия возврата очищенных газов на рециркуляцию; 15 — дымосос

Продукты сжигания топлива и вредных веществ, проходя через регулирующее устройство, отсасываются по линии подачи продуктов сжигания на обогрев технологического оборудования дымососом и подаются на обогрев теплообменников, в частности, терморadiационных панелей, установленных непосредственно в рабочей зоне технологического оборудования. Часть очищенных газов по линии возврата на рециркуляцию возвращается в систему обогрева оборудования, а оставшееся количество проходит через теплообменник, где подогревается воздух, поступающий на технологические нужды и по линии выброса очищенных газов удаляется в атмосферу.

При использовании воздуха, содержащего горючие компоненты для сжигания топлива, в тепловой баланс оборудования поступает физическая

и химическая теплота газовых выбросов. Это приводит к уменьшению расхода топлива на обогрев технологического оборудования. Минимальный расход топлива на термическое дожигание вредных веществ составляет $B = B_o$, а выброс в атмосферу определяется количеством образующихся при этом продуктов сгорания.

Если $B_T > B_o$, а $L_T < L$ нагревательное устройство (топка) ликвидируется и вместо него устанавливается устройство термического дожигания вредных веществ, которое одновременно выполняет функции по очистке газовых выбросов и обогреву технологического оборудования. Причем мощность очистного устройства выбирается по расходу топлива, необходимого на технологические нужды. Энерготехнологическая схема оборудования с использованием устройства термической очистки выбросов вместо топки представлена на рис. 16.2.

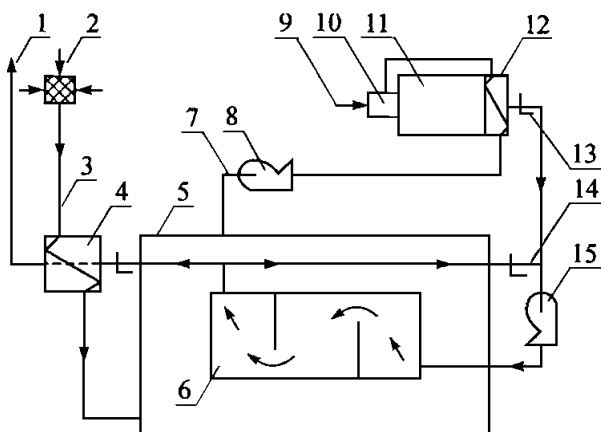


Рис. 16.2. Принципиальная схема обогрева и вентиляции технологического оборудования с использованием устройства термической очистки газовых выбросов: 1 – 10 – то же, что на рисунке 16.1; 11 – устройство термической очистки газовых выбросов; 12 – подогреватель загрязняющих газов; 13 – заслонка; 14 – линия возврата очищенных газов на циркуляцию; 15 – дымосос

Из схемы видно, что устройство термического дожигания вредностей в отличие от топочного устройства, представленного на рис. 16.1 имеет теплообменник для подогрева загрязненных газов очищенными. Необходимость предварительного подогрева загрязненных газов обуславливается не

только экономией топлива, но и качественным дожиганием вредных веществ, содержащихся в выбросах. Если состав газовых выбросов допускает применение каталитического метода дожигания вредных веществ, то взамен топки можно установить каталитические аппараты.

Принципиальная схема энергоиспользования при этом сохраняется, что и приводит к сокращению расхода топлива на технологические нужды.

Минимальный расход топлива при этом не должен быть меньше потребного для работы очистного устройства $B \geq B_o$.

Если $B_T < B_o$ и $L > L_T$, взамен топки рационально использовать нагревательно-очистное устройство с комбинированным термokatалитическим дожиганием вредных веществ. Работа устройства термokatалитической очистки выбросов показана из рис. 16.3.

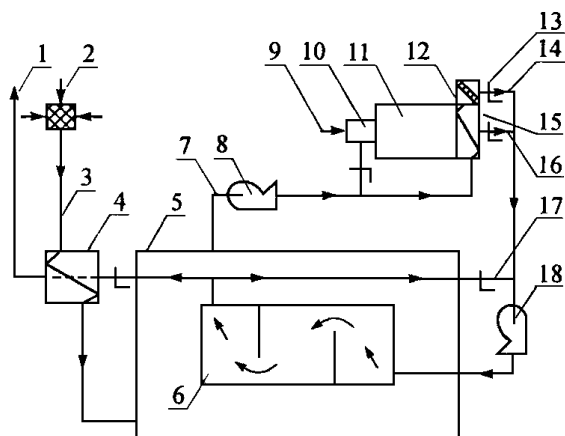


Рис. 16.3. Принципиальная схема обогрева и вентиляции технологического оборудования с использованием устройства комбинированной термической и каталитической очистки газовых выбросов: 1 – 11 – то же, что на рисунке 16.1; 12 – реактор с катализатором; 13 – заслонка; 14 – линия отсоса газовых выбросов, очищенных каталитическим дожиганием; 15 – подогреватель выбросов, идущих на каталитическую очистку; 16 – линия отсоса газовых выбросов, очищенных термически; 17 – линия возврата очищенных газов на рециркуляцию; 18 – дымосос

Загрязненные газы отсасываются из технологического оборудования по линии забора загрязненных газов вентилятором и затем разделяются на два потока. Часть из них, численно равная количеству воздуха, необходимого для сжигания технологического топлива, поступает на термическую

очистку в топку. Избыточное количество газов поступает в теплообменник, где подогревается до температур начала реакции каталитического окисления вредных веществ 300 – 400 °С и затем направляется в реактор на очистку. Очищенные каталитическим способом газы могут удаляться в атмосферу или использоваться в смеси с очищенными термическим способом для обогрева технологического оборудования. Топка выбирается по расходу топлива на технологический процесс. Газы, идущие на каталитическую очистку, подогреваются до температур начала реакции окисления за счет тепла от дожигания горючих компонентов выбросов термическим способом.

Если в рассматриваемом варианте для очистки выбросов применять только устройство термического дожигания, то расход топлива определяется в нем по расходу его на процесс очистки. Так как $B_o > B_T$ и имеется избыток теплоты, то химическая и физическая теплота самих газовых выбросов на нужды технологии не может быть утилизирована полностью. В этом случае количество выбросов в атмосферу соответствует технологическим выбросам.

Вопросы для самопроверки

1. От чего зависит выбор оптимальной энерготехнологической схемы оборудования с применением очистных устройств?
2. В чем преимущество энерготехнологической схемы с устройством термической очистки выбросов?
3. В каких случаях рационально использовать нагревательно-очистное устройство с комбинированным термокаталитическим дожиганием вредных веществ?