

## ЭКОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Ю.Г. Мандре

ОАО «Светогорск»

Э.Л. Аким, докт. техн. наук, профессор

Санкт-Петербургский ГТУ РП

В конце 1970-х — начале 1980-х гг. Светогорский ЦБК (ныне ОАО «Светогорск») по структуре производства и ассортименту выпускаемой продукции, по воздействию на окружающую среду мало чем отличался от других целлюлозно-бумажных предприятий СССР. Он выпускал растворимую (вискозную и ацетатную) и товарную целлюлозу, типографскую и многослойную кабельную бумагу и другие виды продукции, причем в качестве сырья использовалась привозная хвойная беленая целлюлоза.

Имелись также производства: хлорное (с ваннами с ртутным катодом), дрожжевое, лигносульфонатов и древесно-волоконистых плит. Листовая бумага выпускалась на маломощном участке «товаров народного потребления» с широким использованием ручного труда.

В числе производственных стадий выпуска сульфитной вискозной и ацетатной целлюлозы имелись ступени хлорирования, гипохлоритной отбели и горячего облагораживания (с суммарным потреблением молекулярного хлора свыше 2300 т в год), что приводило к большому сбросу на очистные сооружения адсорбируемых хлорорганических соединений (АОХ), а также органических веществ (по БПК<sub>5</sub> и ХПК).

Структура используемых энергоносителей также была типичной для советских ЦБК. В качестве основного топлива использовался мазут, при сжигании которого обычно образуется не только диоксид углерода (углекислый газ), но и диоксид серы (за счет ее содержания в мазуте). Типичными были и другие газопылевые выбросы.

Как известно, образование и выделе-

ние большого количества высококонцентрированных дурнопахнущих газов (ДПГ), содержащих сероводород, метилмеркаптан и другие соединения восстановленной серы, — особенность сульфатной варки целлюлозы. И поэтому для Светогорского комбината, как практически для любого сульфатно-целлюлозного производства, был характерен специфический неприятный запах. Однако наличие на ЦБК не только сульфатной, но и сульфитной варки и цеха получения варочной кислоты давало возможность направлять выбросы, содержащие соединения восстановленной серы, в печи сжигания для получения сернистого газа. С закрытием производства сульфитной целлюлозы на комбинате значительно сократились выбросы в атмосферу и сбросы в водоем, однако при этом стало невозможным перерабатывать дурнопахнущие газы. В результате единственным способом утилизации осталось поглощение ДПГ в скрубберах, орошаемых белым щелоком, и абсорбционных колоннах, заполненных активированным углем. Однако этот метод недостаточно эффективен и не позволяет полностью избежать выбросов ДПГ в атмосферу.

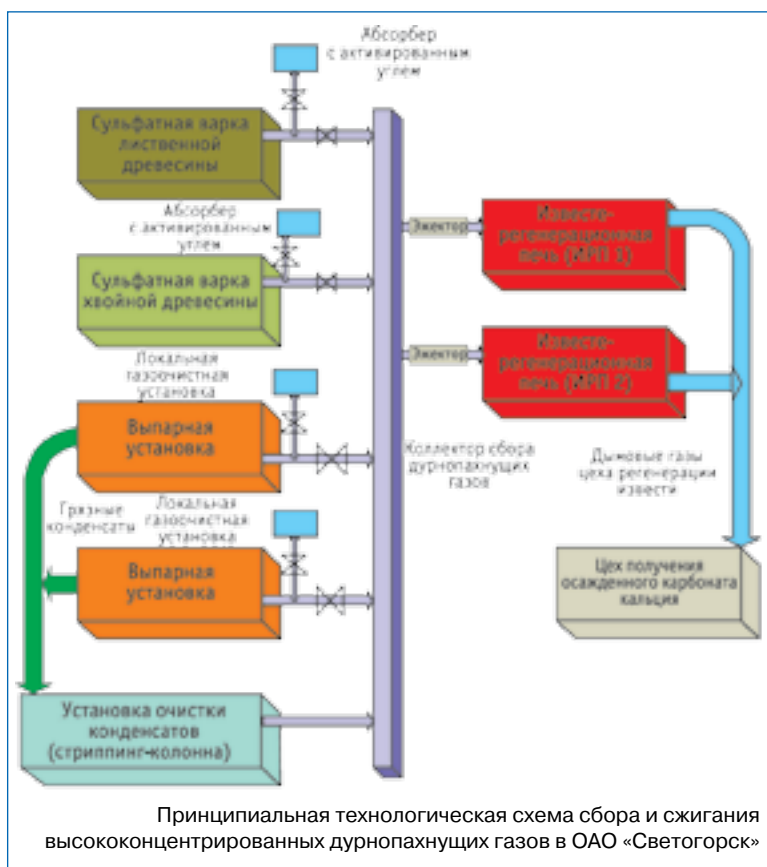
В 2003 г. в ходе разработки новой инвестиционной программы в нее был включен и проект строительства в ОАО «Светогорск» цеха по сбору и сжиганию ДПГ. Реализуемая в настоящее время на комбинате комплексная система сбора и сжигания образующихся в процессе производства высококонцентрированных ДПГ в значительной степени уменьшит выброс этих газов в атмосферу (см. схему). Создание данной системы — логический этап устойчивого экономического, социального и экологического развития предприятия.

При сжигании ДПГ в известерегенерационной печи образуется диоксид серы, ПДК которого намного выше, чем сернистых соединений, содержащихся в ДПГ. Кроме того, на 50–90% он связывается находящейся в печи известью.

Затраты на создание данной системы весьма велики — около 14 млн долл., она требует высокой технической культуры персонала, технологически взаимосвязана со многими производственными подразделениями комбината.

В производстве небеленой целлюлозы и цикле регенерации варочных химикатов формируются 3 вида неконденсируемых газов:

- небольшие объемы высококонцентрированных ДПГ (ВК ДПГ);
- большие объемы низкоконцентрированных ДПГ (НК ДПГ);
- отходящие газы из отгонной колонны («стриппинг-колонны») установки



очистки сильнозагрязненных конденсатов (УОК).

На долю первого и третьего видов приходится основное количество всех дурнопахнущих веществ.

В настоящее время в ОАО «Светогорск» завершается строительство системы сбора и сжигания ВК ДПГ с очисткой сильнозагрязненных конденсатов в отгонной колонне. Источниками ВК ДПГ являются:

- сдувные и выдувные газы из котлов периодической варки;
- сдувные газы из котла непрерывной варки;
- сборники грязных конденсатов вакуум-выпарных установок;
- сборник грязных конденсатов установки очистки грязных конденсатов.

*Высококонцентрированные ДПГ* содержат большое количество соединений органической серы. Основная составляющая

потока — воздух, однако он более чем на 50% лишен кислорода, и, таким образом, содержание кислорода в смеси составляет менее 10%. ВК ДПГ собираются от источников и транспортируются в виде концентрированных потоков паровым эжектором и подаются на сжигание через специальную форсунку.

*Низкоконцентрированные ДПГ* представляют собой воздух, загрязненный соединениями серы, его источники — бункер щепы, вакуум-фильтры для промывки небеленой целлюлозы, баки черных щелочков, сборники пены и мыла.

Для удаления из сильнозагрязненных конденсатов летучих органических компонентов (в основном метанола) и газов, содержащих общую восстановленную серу (метилмеркаптана, сероводорода, диметилсульфида и диметилдисульфида), применяется колонна очистки конденсатов, в которой осуществляется отгонка с водяным паром. *Отходящие из этой колонны газы* содержат пары метанола. Поэтому они транспортируются на сжигание отдельным потоком при влажности газа в пределах 40% и температуре 90–95°C под давлением, образующимся в самой колонне.

При обработке неконденсируемых газов основная проблема связана с обеспечением безопасности процессов их сбора, транспортировки и уничтожения. Это обусловлено тем, что содержащиеся в них восстановленные сернистые соединения — сероводород —  $\text{H}_2\text{S}$ , метилмеркаптан —  $\text{CH}_3\text{SH}$ , диметилсульфид —  $(\text{CH}_3)_2\text{S}$ , диметилдисульфид —  $(\text{CH}_3)_2\text{S}_2$ , а также скипидар ( $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$ ) и метанол ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) — образуют с воздухом взрывоопасные смеси в широком диапазоне концентраций. В результате процесс является пожаро- и взрывоопасным.

Воспламенение или взрыв может произойти от любой случайной искры и даже при нагреве выше определенной температуры. Чтобы свести к минимуму опасность взрыва, необходимо работать вне пределов взрываемости (выше верхнего концентрационного предела воспламенения или ниже нижнего). Этого можно до-

биться разбавлением газов воздухом или исключением попадания в них воздуха (например, обеспечением газам безопасного состояния за счет их смешения с водяным паром).

Неконденсируемые газы имеют весьма низкий концентрационный предел воспламенения. Поэтому для их надежного разбавления ниже взрывоопасного предела требуется большое количество воздуха. К тому же транспортировать и сжигать большой объем разбавленных газов менее экономично, чем небольшой поток концентрированных.

При работе с неконденсируемыми газами от варочных установок возникает еще одна проблема, связанная с безопасностью, — наличие скипидара и других подобных ему веществ. Пары этих соединений в смеси с воздухом также являются потенциально взрывоопасными. Однако они могут быть эффективно удалены в конденсационных установках.

Первоначально в окислительных системах утилизации ВК ДПГ для перекачки газов использовались вентиляторы, являющиеся потенциальными источниками искр, а в современных системах для этого применяется пароежектор, исключающий возможность искрообразования.

Система сбора и сжигания неконденсируемых газов фирмы «Лундберг» предназначена для работы без доступа воздуха. Взрывоопасные газы отбираются и транспортируются непосредственно от источников их образования из герметично закрытого оборудования без смешения с атмосферным воздухом. Система герметично закрыта, оснащена устройствами для безопасной эксплуатации, дублирующими друг друга.

После того как было обеспечено не-взрывоопасное состояние газов исключением попадания в них воздуха и удалением скипидара, они окисляются одним из возможных способов. Наиболее распространено использование отдельных установок для сжигания. Но сейчас их количество уменьшается из-за сложностей эксплуатации, неустойчивой работы горе-



ОАО «Светогорск»

лок, кроме того, эти печи требуют интенсивного техобслуживания.

Сжигание ВК ДПГ в печах для известкового шлама имеет следующие преимущества: утилизацию в них диоксида серы и тепла, небольшие капиталовложения. Газы без какой-либо опасности взрыва вводятся в печь в концентрированном виде через высокоскоростное сопло. Введение в это же сопло водяного пара обеспечивает скорость потока, в несколько раз превышающую скорость распространения пламени.

Образующийся диоксид серы ( $\text{SO}_2$ ) окисляется и поглощается известью с образованием  $\text{CaSO}_4$ . При остановке одной

из печей сжигание ДПГ осуществляется на второй из них (на предприятии имеются две известерегенерационные печи).

### Система очистки конденсатов

Процесс сульфатной варки целлюлозы сопровождается образованием ряда токсичных сернистых соединений: сероводорода, метилмеркаптана, диметилсульфида, диметилдисульфида, а также метанола и скипидара. Причина образования дурнопахнущих соединений — присутствие в варочном щелоке сульфида натрия, а в древесине — метоксильных групп. Выделение ДПГ происходит как в варочных цехах при сдувах, выдувах и отборе черно-



Производство печатных бумаг на ОАО «Светогорск»

го щелока, так и на последующих стадиях производства: при промывке целлюлозы, выпаривании отработанного черного щелока и сжигании его в содорегенерационных агрегатах (цикл регенерации варочных химикатов).

Наиболее эффективный и экономичный способ очистки конденсата и удаления из него сернистых соединений — отдувка паром, что позволяет удалить до 95% загрязнений. Отходящие газы из отгонной колонны направляются на сжигание в известерегенерационную печь. Транспортировка их безопасна, так как газы содержат много пара, а концентрация воздуха в них мала.

Потоки неконденсируемых газов процесса варки целлюлозы и упаривания черных щелоков характеризуются сравни-

тельно небольшими объемами, но высокой концентрацией сернистых соединений. В настоящее время неконденсируемые парогазы от варочных и выпарных установок обезвреживаются на струйных газопромывателях и угольных адсорберах, после чего выбрасываются в атмосферу.

Действующие установки обезвреживания ДПГ морально устарели и ненадежны в эксплуатации.

### **Реконструкция систем обезвреживания ДПГ**

Вместо локальных установок очистки ДПГ в газопромывателях (скрубберах) предусматривается ввод в эксплуатацию комплексной системы сбора, транспортировки и сжигания высококонцентрирован-

ных дурнопахнущих серосодержащих газов, включая очистку сильнозагрязненных конденсатов. Система основана на термическом окислении соединений восстановленной серы до диоксида серы и химическом его связывании с основным материалом ( $\text{CaCO}_3$ ), обрабатываемым в известерегенерационной печи ЦКРИ-1 (цех каустизации и регенерации извести) или ЦКРИ-2. Сильнозагрязненные конденсаты, образующиеся в процессе варки целлюлозы и упаривания черных щелоков, освобождаются от примесей отдувкой паром, в результате чего очищенный конденсат будет направляться на повторное использование в целлюлозное производство.

Современная технология сбора и подачи ВК ДПГ паровым эжектором от источников выделения до сжигающего аппарата была разработана в Швеции в конце 1970-х гг. Благодаря новой технологии ус-

транен ряд проблем, которые присущи системам, основанным на транспортировании воздуха вентиляторами (в частности, опасность искробразования).

Сжигание неконденсируемых газов в печи для обжига извести снимает необходимость применения для этой цели печей специальной конструкции.

В настоящее время термическое окисление (сжигание) неконденсируемых ДПГ и отдувка паром загрязненных конденсатов сульфатного производства нашли широкое применение в мировой целлюлозно-бумажной промышленности. В частности, фирма «Лундберг» поставила и ввела в эксплуатацию около 60 комплексных систем сбора и сжигания ВК ДПГ с очисткой сильнозагрязненных конденсатов. Все системы работают успешно, аварий и несчастных случаев на них не было.



Н.Д. СОРОКИН

## ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРЕДПРИЯТИИ

**Новейшее издание для экологов**

Издание ориентировано в первую очередь на экологов-практиков, работающих на производстве и ежедневно решающих множество конкретных вопросов охраны окружающей среды на промышленных предприятиях, а также на руководителей, отвечающих за проведение экологической политики.

Книга является по существу первым отечественным изданием, в котором отражены все основные вопросы, возникающие в процессе деятельности по охране окружающей среды на предприятии.

Объем издания и полнота освещения действующих нормативных документов делают данное издание настольной книгой, справочным пособием для специалистов в области охраны окружающей среды.

**Книга состоит из четырех самостоятельных частей:**

- система охраны окружающей среды в Российской Федерации
- экологические требования при проектировании, строительстве и приватизации предприятий
- экологические требования при эксплуатации действующих предприятий
- современные методы управления окружающей средой на предприятии

Все главы написаны с использованием нормативно-правовых актов, действующих на 1 августа 2005 года.

2005 г., 668 стр., переплет  
Цена: 1200 руб.

Санкт-Петербург, 2005



Заказать это издание и другую нормативно-методическую литературу можно в фирме "Интеграл" по адресу: 191038, Санкт-Петербург, ул. 4 Советская, 13 В, многоканальный телефон: (812) 740-11-00 по электронной почте [ecointegral@list.ru](mailto:ecointegral@list.ru) или в Интернете на сайте [www.integral.ru](http://www.integral.ru).