

УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ И ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ – ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ КОКСОХИМИИ

Гребенюк А.Ф., Дедовец И.Г.

Донецкий национальный технический университет, Украина

Коксохимические предприятия являются крупными источниками вредных газов, паров и пыли, загрязняющих атмосферу. Хотя их доля в общих выбросах в последние годы заметно снизилась благодаря совершенствованию оборудования и технологических режимов работы, все же они оказывают негативное влияние на экологическую обстановку в прилегающих населенных пунктах. Большая часть вредных выделения приходится на коксовые печи, что обусловлено периодичностью их работы, несовершенством систем загрузки угольной шихты и выгрузки готового кокса. Значительное количество вредных атмосферных выбросов связано с работой башен сухого тушения кокса и градирен конечного охлаждения коксового газа.

Основными источниками вредных выбросов на КХЗ являются коксовые печи. Большая часть этих выбросов связана с операциями загрузки шихты и выгрузки кокса, т.е. обусловлена периодичностью процесса. Подобная ситуация складывается также при выдаче кокса. Падая в пустой вагон, кокс нагревает содержащийся в нем воздух до 600-800 °С и вытесняет его. Образующийся восходящий поток уносит большое количество пыли и газов в атмосферу.

Предложенные до настоящего времени устройства для бездымной загрузки шихты и беспылевой выдачи кокса требуют больших затрат и не обеспечивают должного эффекта.

Кардинальное решение этой проблемы может быть обеспечено при коксовании угля в периодически продвигаемом слое, когда загрузка шихты производится отдельными порциями через определенные интервалы времени, а соответствующее количество кокса выталкивается из камеры с той же частотой.

Одна из первых попыток реализации такой технологии была предпринята Волнянским М.Л. (авт. свид. №195139 от 31 августа 1936 г.). Горизонтальные коксовые камеры снабжены с машинной стороны форкамерами с пневматическими толкателями для периодического задвигания угольного пирога и камерами для охлаждения кокса с другой стороны. Стены последних образованы чугунными панелями с каналами для охлаждающей воды. Этот проект не мог быть реализован потому, что из-за прилипания пластического слоя к стенкам камеры требовались огромные усилия для проталкивания углекоксовой загрузки. С этой

проблемой столкнулись позднее специалисты кафедры МАХП и АКХЗ при испытании опытной установки для непрерывного коксования угля. Как известно, проблема эта не была решена, и поэтому разработка процесса была прекращена.

Значительно дальше продвинулись в решении этой задачи специалисты УХИНа, разработавшие конструкцию вертикальных печей для непрерывного коксования. Снизу каждая камера коксования дополнена камерой охлаждения кокса инертными газами. Охлаждаемый кокс выгружается небольшими порциями на конвейер, благодаря чему выделение сокращается до минимума.

К недостаткам вертикальных печей УХИНа следует отнести большую высоту сооружения и связанное с этим увеличение расхода металлов и стоимости, сложность системы каналов для отвода летучих продуктов коксования и системы каналов для циркуляции инертных газов в зоне тушения, неизбежность смешивания последних с летучими продуктами коксования.

Кафедрой ХТТ предложена конструкция горизонтальных печей для коксования угля в периодически продвигаемом слое, снабженных камерами для охлаждения кокса. Трамбованный пирог длиной $1/2 - 1/3$ длины камеры коксования заводится через горловину с уплотняющими устройствами. При этом соответствующее количество кокса выгружается из камеры охлаждения на рампу. Стенки камеры охлаждения образованы вертикальными трубными пучками котла-утилизатора. Охлаждение кокса происходит путем теплопроводности и лучистого переноса к охлаждающим стенкам. Отсутствие системы циркуляции газового теплоносителя значительно упрощает оборудование печей.

Недостатками этих печей являются сложность системы загрузки и герметизации коксовых камер с машинной стороны, а также вероятность разрушения углекоксового пирога при проталкивании.

Из анализа вышеизложенного следует, что наиболее перспективной конструкцией коксовых печей с точки зрения надежности решения экологических и технологических проблем могут быть вертикальные печи УХИНа для непрерывного коксования, в которых вместо камер тушения кокса инертными газами будут установлены котлы-утилизаторы, трубные пучки которых выполняют роль теплосъемных панелей, получивших применение в камерах сухого тушения фирмы «Карл Стил» и ВУХИНа. Как показывают расчеты, с их помощью температура кокса снижается до $600-550\text{ }^{\circ}\text{C}$. Окончательное охлаждение его до $100-120\text{ }^{\circ}\text{C}$ может производиться путем дозированного распыления воды на конвейерах, транспортирующих кокса из-под печей на рампу или сборный конвейер.

В целях улавливания химических продуктов наиболее крупными источниками вредных выбросов являются градирни конечного овладения коксового газа. На большинстве заводов для охлаждения газа применяются полочные или насадочные скрубберы. При контакте газа с водой последняя загрязняется цианистым водородом, сероводородом,

нафталином и другими компонентами коксового газа. При последующем охлаждении оборотной воды КХГ в градирне большая часть этих компонентов десорбируется воздухом и выбрасывается в атмосферу.

Практика показывает, что возможны два пути решения этой проблемы:

- закрытие цикла оборотной воды КХГ, то есть охлаждение ее в кожухотрубчатых, пластинчатых или спиральных теплообменниках технической водой;

- охлаждение газа технической водой в холодильниках косвенного действия, то есть путем теплообмена через разделяющие стенки.

К недостаткам схемы конечного охлаждения с закрытым водным циклом следует отнести необходимость установки дополнительного оборудования – водяных теплообменников и насосов для подачи технической воды, а также связанное с этим увеличение расхода электроэнергии. Кроме того, наличие промежуточного теплоносителя между коксовым газом и технической водой (оборотной водой КГХ) обуславливает потерю температурного напора и повышение температуры газа на 3-5 °С.

Более простым и эффективным решением проблемы загрязнения атмосферы в отделении конечного охлаждения газа представляется применение газовых холодильников косвенного действия.

Известно применение газовых холодильников с горизонтальными трубами для конечного охлаждения газа на заводе в Ньюпорте (Англия). Устойчивая работа холодильников обеспечивалась при орошении межтрубного пространства смолой для удаления отложений нафталина. Имеется также опыт применения для этой цели холодильников с горизонтальными трубами конструкции Гипрококса на Мариупольском КХЗ. Однако широкого применения такие холодильники не получили из-за громоздкости, сложности конструкции и неудобства обслуживания, большого расхода охлаждающей воды, большого расхода охлаждающей воды.

Кафедрой ХТТ предложено использовать для конечного охлаждения газа стандартные кожухотрубчатые теплообменники, устанавливаемые горизонтально один над другим и соединенные между собой последовательно по газу и воде.

В таких секциях газ движется по межтрубному пространству сверху вниз, а охлаждающая вода по трубам снизу вверх. Выбирая соответствующие диаметр и длину теплообменников, а также число ходов в трубном пространстве, можно обеспечить активный гидродинамический режим движения теплоносителей и высокую интенсивность теплообмена. Число параллельно работающих секций определяется расходом газа. Такая компоновка теплообменников позволяет поддерживать оптимальный режим охлаждения газа при колебаниях его расхода, а также обеспечивает возможность отключения любой секции при необходимости ремонта или чистки.

Важны вклад в улучшение экологической обстановки на коксохимических предприятиях дает замена мокрого тушения кокса сухим. Однако широкому распространению этого процесса препятствуют громоздкость установок сухого тушения кокса и большой расход электроэнергии на циркуляцию инертных газов. В значительной мере эти недостатки обусловлены низкой интенсивностью теплообмена в промышленных камерах. Как показывает анализ, коэффициенты теплоотдачи в промышленных камерах в 1,5 - 2 раза меньше чем в экспериментальных.

Основной причиной снижения интенсивности теплообмена в промышленных камерах является неравномерное распределение потоков кокса и газа по их сечению.

На кафедре ХТТ разработано распределительное устройство, которое состоит из опорных балок Л-образной формы расположенных параллельно в двух горизонтальных плоскостях с зазорами 400-500 мм, причем нижний ряд балок смещен на полшага по отношению к верхнему. Для регулирования скорости движения кокса под нижними балками установлены поворотные шиберы, перекрывающие частично или полностью зазоры между балками. Инертный газ подводится из кольцевого канала в пространство под каждой балкой и равномерно распределяется в слое кокса.

Проведенные нами исследования структуры потоков кокса в лабораторной модели показали, что около 90% кокса выходит из камеры в интервале 0,85-1,1 от среднего времени пребывания, что свидетельствует о достаточно равномерном движении его, близкому к режиму полного вытеснения.

Заметная доля в объеме вредных выбросов в цехах улавливания химических продуктов приходится на аппаратуру для охлаждения коксового газа и очистки его от бензольных углеводородов, сероводорода и других компонентов. Поэтому интенсификация процессов с целью уменьшения размеров и количества аппаратов имеет важное значение как с экономической, так и с экологической точки зрения.

Кафедрой ХТТ разработан тепломассообменный аппарат с перекрестно-противоточным движением фаз, представляющий собой вертикальную колонну с сегментными полками, в которой пространство между полками заполнено регулярной насадкой из перфорированных или просечно-вытяжных листов, сложенных в пакеты с горизонтальными каналами для прохода газа. Жидкость равномерно распределяется через отверстия в каждой полке по поверхности насадки и стекает с одних листов на ниже расположенные, а газ движется между полками по зигзагообразной траектории снизу вверх.

Интенсификация процессов в таком аппарате достигается за счет увеличения скорости газа до 4-5 м/с, равномерного перераспределения жидкости на каждой полке по сечению насадки, увеличения и непрерывного обновления поверхности контакта фаз вследствие

многократного диспергирования жидкости при движении через отверстие в листах насадки.