

УДК 66.023:628.512

РЕКОНСТРУКЦИЯ КОЛОННЫ ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ

И.М. Плехов, В.Н. Гуляев, В.Н. Павлечко
(БГТУ, г. Минск)

Колонна С-234, установленная в цехе ДМТ-4 ОАО «Могилевхимволокно», предназначена для улавливания из выбросных газов метанола, параксилола, формальдегида, метилбензоата и других органических веществ путем поглощения их водой. Она состоит из двух частей: верхней диаметром 600 мм, орошаемой заоложенной водой и нижней диаметром 1000 мм, орошаемой циркулирующей оборотной водой. Обе части заполнены насадкой из колец Паля.

Неудовлетворительно улавливание метанола колонной объясняется неравномерным распределением воды, орошающей насадку, изменяющемся от нуля до 44 м/час для верхней части и от нуля до 124 м/час для нижней. Это обусловлено небольшим количеством отверстий, из которых вытекает орошающая насадки вода, и нерациональным их распределением по сечению частей колонны. Растекание орошения по высоте насадки медленное, исходя из особенностей конструкции колец Паля. Проведенный анализ показал, что коэффициент использования насадки составляет всего 20–30 %.

Из литературы известно, что минимальное число точек для истечения орошающей жидкости для колец Паля должно быть не менее 150 на квадратный метр сечения. При этом расстояние между отверстиями для истечения орошающей жидкости составляет не более 80 мм. В имеющихся оросителях колонны С-234 последнее условие соблюдается, т.к. расстояние между точками орошения составляет 70 мм. Однако таким способом орошается только третья часть насадки. Растекание жидкости на свободных участках насадки происходит значительно медленнее, т. к. расстояние от центра орошения составляет 300 и 500 мм.

Скорость газа по центру насадки почти в 3 раза меньше, чем у стенок аппарата. Основная часть газа (примерно 70 %) проходит через насадку, контактируя со сравнительно небольшим

расходом жидкости. При очень высокой плотности орошения (120 м/час) даже возможен вариант движения газа по центру насадки вниз за счет инъекции жидкостью.

Неудачна также конструкция опорной решетки для насадки. В верхней части она выполнена в виде двух перфорированных пирамид. Газ проходит в верхней части пирамид двумя полосами шириной 100–120 мм, что составляет лишь 40 % общей площади сечения, а затем распределяется по сечению насадки, устремляясь, в основном, к стенкам.

Опорная решетка нижней насадки выполнена в виде трех пирамид, в верхней части которых выходит газ в виде полос шириной 100–120 мм. Такое распределение газа несколько лучше, чем в верхней насадке, но все же недостаточно равномерное.

Среднее значение коэффициента массопередачи составляет $K_v = 6,4$ кмоль/м³ час бар. Это очень малая величина. Для хорошо растворимого вещества, каким является метанол, коэффициент массопередачи должен быть в 3–4 раза больше.

При условии равномерного распределения жидкости в существующей колонне плотность орошения равна 11 м/час, а для нижней – 39 м/час. В этих условиях коэффициент использования насадки может достичь 80–90 % и существенно возрасти (до 25 кмоль/м³ час бар) коэффициент массопередачи.

Выявленные недостатки колонны С-234 позволили разработать мероприятия для совершенствования ее работы. С целью повышения эффективности улавливания загрязняющих веществ в колонне предложено ряд технических решений конструктивного характера.

Установлены две новые распределительные тарелки высотой 70 мм в верхней части колонны, состоящей из двух слоев насадки, с 60 отверстиями диаметром 5 мм, равномерно распределенными по сечению аппарата. Жидкость должна растекаться от входа струи в насадку на высоте примерно 30 мм. При этом газ проходит через кольцевой зазор, образованный стенками тарелки и аппарата. При наибольшем возможном расходе газа 0,14 м³/с (500 м³/час) потери давления составят 1,3 мм вод. ст., что практически не повлияет на уровень жидкости в распределительной тарелке. Наличие свободного пространства между распределитель-

ной решеткой и насадкой, расположенной выше, обеспечит равномерное распределение газового потока по сечению аппарата.

Заменена распределительная тарелка над нижней насадкой со 126 отверстиями диаметром 10 мм, что соответствует 164 отверстиям на 1 квадратный метр сечения. Растекание жидкости в объеме нижней насадки предполагается аналогичным верхней насадке.

Заменены опорные решетки под верхней насадкой и посередине ее, обеспечив равномерное распределение газа и слива жидкости. Опорные решетки выполнены из полос высотой 20 мм, толщиной 2 мм, шагом 20 мм и числом полос 23 шт. Полосы соединены шестью поперечными пластинами такого же размера с прорезями шириной 2 мм и глубиной 10 мм. При сборке продольные и поперечные пластины сварены точечной сваркой.

Реконструирован трубопровод для подачи циркулирующей воды над нижней насадкой. На нем установлены 14 форсунок ударного типа для образования дополнительной поверхности массообмена, равную примерно 10-20 м². Напротив отверстия каждой форсунки закреплен диск диаметром 60 мм. В сравнении с поверхностью насадки эта величина небольшая, но при образовании пленки и капель, а также при их соударении и ударе о пленку коэффициент массопередачи увеличивается примерно в 10 раз по сравнению с насадкой. Поэтому форсунки дополнительно образуют поверхность, эквивалентную 100-200 м², при общей поверхности насадок из колец Палля 700 м². Использование распыленной воды увеличивает общую поверхность массопередачи на 10-20 %, что дает дополнительную гарантию получения в газовых выбросах низкой концентрации метанола.

Предложенные мероприятия реализованы на действующей колонне в период реконструкции цеха. Проведенная реконструкция обеспечит концентрацию метанола в выбросных газах после колонны не более допустимой 1 г/м³ при расходе холодной воды 2,5-3 м³/час с температурой 8-12 °С и расходе циркулирующего раствора 25-30 м³/час с температурой 20-25 °С. В настоящее время проводятся пуско-наладочные работы, по завершению которых планируется выполнить необходимые измерения состава газовых выбросов после колонны.