

В производстве нитратов целлюлозы образуются значительные количества отработанных кислотных смесей, содержащих азотную, серную кислоты и воду. С целью повторного использования отработанные кислоты подвергают регенерации с получением продукционной 98%-ной азотной кислоты и 92%-ной серной кислоты. В процессе регенерации образуются нитрозные газы, содержащие пары азотной кислоты и оксиды азота [1]. На большинстве отечественных заводов для абсорбции нитрозных газов применяют систему насадочных колонн. Число колонн колеблется от 3 до 8, их диаметр 1 - 3, высота 7 - 16 м. Установки с насадочными башнями имеют ряд недостатков: большие капитальные затраты, большое количество ремонтного теплообменного и насосного оборудования, малую степень поглощения оксидов азота (95 - 96%). Проведенный анализ путей интенсификации абсорбции нитрозных газов показал, что увеличение скорости абсорбции возможно за счет применения интенсивного гидродинамического режима взаимодействия газовой и жидкой фаз [2]. Нами разработана новая конструкция вихревого контактного устройства, в котором совмещены процессы тепломассообмена и транспорта жидкости вверх [3]. Благодаря такому совмещению, используя энергию газового потока, исключаются насосы для циркуляции кислоты и можно организовать многоступенчатый эффективный тепломассообмен. Известно, что каталитические способы очистки отходящих газов не обеспечивают утилизацию ценных компонентов. Затраты на каталитическую очистку газов даже при утилизации тепла остаются значительными. Поэтому задача интенсификации абсорбции оксидов азота является актуальной и непосредственно связана с поиском научно-обоснованных путей дальнейшей интенсификации процесса абсорбции нитрозных газов. Очевидно, что концентрация оксидов азота на выходе после абсорбера должна быть оптимальной с экономической точки зрения, так как современные санитарные нормы газового выброса гарантированно обеспечивает последующая аммиачно-каталитическая очистка от оксидов азота. В этой связи подход к созданию современных абсорберов оксидов азота, безусловно, должен быть другим, поскольку изменились требования по степени абсорбционной очистки газовых выбросов. Кривая 3 на рис.1 показывает, что ниже определенной концентрации оксидов азота (точка А) газоочистка методом абсорбции становится убыточной. Рис. 1 - Зависимость затрат и прибыли в процессе абсорбции оксидов азота: 1 - затраты на абсорбцию; 2 - стоимость уловленной кислоты, 3 - суммарная линия. При включении дополнительных затрат на эффективную каталитическую очистку газовых выбросов линия 3 суммарной прибыли опустится, и точка А сместится вправо до точки В. Конкретное значение концентрации оксидов азота на выходе после абсорбера, характеризуемое точкой А, будет различным для каждого вида абсорбера. Соответственно значение концентрации оксидов азота в точке В будет зависеть от дополнительной суммы затрат на каталитическую очистку

газов. Это означает, что оптимизацию процесса газоочистки целесообразно проводить только после создания эффективного абсорбера оксидов азота. Применение вихревых аппаратов для абсорбции нитрозных газов высокой концентрации позволяет интенсифицировать процесс тепломассообмена, сократить размеры аппарата, в частности межтарелочное расстояние. Конструкция вихревого абсорбера нитрозных газов, удовлетворяющего требованиям абсорбции концентрированных оксидов азота представлена на рис. 2.

Рис. 2- Вихревой абсорбер нитрозных газов: 1 - вихревой абсорбер, 2 - брызгоуловитель, 3 - фильтр рукавный, 4-завихритель. 5- вихревое контактное устройство, 6 - приемный бак, 7 -газодувка, 8 – насос, 9 - контактный патрубок, 10 - эпруvette

Абсорбер представляет собой цилиндрический аппарат, изготовленный из коррозионностойкой стали 12Х18Н10Т диаметром 1,0 м. Абсорбер состоит из пяти рабочих ступеней. Нитрозные газы поступают в аппарат через тангенциально установленный по отношению к корпусу аппарата патрубок и попадают в вихревое контактное устройство, состоящее из двух частей: тангенциального завихрителя 4, расположенного под тарелкой, и контактного патрубка 9, расположенного над тарелкой. Завихритель собран из 12 тангенциально расположенных пластин, приваренных к тарелке. На последующих четырех ступенях расположены вихревые контактные устройства 5 состоящие из завихрителей газового потока и контактных патрубков. Завихрители установлены внутри контактных патрубков. В зависимости от требуемой производительности по газу, на тарелке может быть установлено от одного до трех вихревых устройств. Контактные патрубки выполнены в виде навитой трубы, полость которой сообщена с теплоносителем. Благодаря этому максимально увеличивается интенсивность теплоотдачи (за счет увеличения поверхности теплообмена), повышается эффективность тепломассообмена реагирующих компонентов, увеличивается степень поглощения, производительность аппарата, значительно уменьшается объем и вес многоступенчатых аппаратов и создается возможность регулирования времени контакта фаз. С целью интенсивного поглощения оксидов азота за счет дополнительного охлаждения абсорбента – слабой азотной кислоты, внутри аппарата на каждой тарелке размещены холодильники, выполненные в виде пучков из фторопластовых трубок. После последней контактной ступени установлена брызголовушка 2. Брызголовушка состоит из семи рукавных фильтров 3, каждый из которых имеет каркас из нержавеющей стали. На каркас между двумя слоями нержавеющей сетки намотаны два слоя полипропиленового полотна. Брызголовушка служит для улова крупных и мелких капель кислоты. Уловленная кислота собирается на промежуточной тарелке и по гидрозатвору стекает на последнюю (пятую) ступень абсорбера. Вихревой аппарат работает под разрежением, создаваемой высоконапорной газодувкой 7. Неуловленные оксиды азота поступают на установку

каталитической очистки газов. Полученная 50-% ная азотная кислота собирается в производственную емкость 6. На линии слива производственной кислоты перед баком приема кислоты устанавливается эпруvette 10 для периодического контроля концентрации получаемой кислоты. Аппарат в целом работает в противоточном режиме, а вихревые устройства в прямоточном. На последнюю (по ходу газа) ступень подается по материальному балансу вода, расход воды устанавливается по ротаметру. Жидкость, находящаяся на тарелке, многократно циркулирует в ВКУ, абсорбируется, затем по переливным трубкам стекает на нижележащие ступени. Скорость абсорбции зависит от концентрации азотной кислоты. Наибольшая скорость поглощения достигается при концентрации HNO_3 4 - 5%, поэтому на последней ступени необходимо, чтобы за счет улова паров, тумана, оксидов азота, жидкость имела концентрацию 4~5%. Затем, перетекая со ступени на ступень, азотная кислота укрепляется на первой ступени до 45-50% и направляется в хранилище, откуда поступает на концентрирование. После прохождения пяти ступеней, газовый поток попадает в брызгоголовушку, после которой направляется на установку селективного каталитического восстановления оксидов азота для очистки отходящих газов до санитарных норм. Восстановление оксидов азота до нейтральных компонентов осуществляется аммиаком на катализаторе типа К-16. Вихревой абсорбер нитрозных газов внедрен на Стерлитамакском ФКП «Авангард». Эффективность абсорбции нитрозных газов в вихревом абсорбере составила: по парам азотной кислоты – 100%, по оксидам азота – 99%.