

## ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗООЧИСТКИ ТРЕТЬЕЙ ЛИНИИ АСПИРАЦИИ ХМЦ ОАО «УРАЛЭЛЕКТРОМЕДЬ»

*Гринёв Д.И., УрФУ*

*Шунин В.А., Королёв А.А., ОАО «Уралэлектромедь»*

Главным газоочистным аппаратом третьей аспирационной линии Отделения переработки шламов Химико-металлургического цеха ОАО «Уралэлектромедь» является скруббер с полнопрофильной трубой Вентури, работающей в высокоскоростном режиме, порядка 120 м/с, и, соответственно, с высоким сопротивлением. Скруббер предназначен для улавливания пыли и поглощения вредных газов. В связи с тем, что трубы Вентури, в первую очередь, аппараты для улавливания взвешенной фазы, а не абсорбции, достигаемая общая степень газоочистки ниже требуемой. Для модернизации скруббера с целью повышения степени поглощения вредных газов и снижения капельного уноса приняты меры по модернизации его системы орошения.

Для очистки газов от микронной и субмикронной пыли главным образом применяют скоростные скрубберы. Принцип действия этих аппаратов основан на интенсивном дроблении газовым потоком орошающей его жидкости и высокие относительные скорости между ними. Более высокая эффективность пылеулавливания по сравнению с полыми газопромывателями достигается в скрубберах Вентури созданием развитой поверхности контакта фаз, что требует и значительно более высоких энергозатрат. Образование тонкодисперсного аэрозоля происходит при этом как за счет механической диспергации промывочной жидкости, так и вследствие интенсивного испарения капель при резком падении давления в горловине.

Труба Вентури состоит из служащего для увеличения скорости газа конфузора, в котором размещают оросительное устройство, горловины, где происходит осаждение частиц пыли на каплях воды, и диффузора, в котором протекают процессы коагуляции, а также за счет снижения скорости восстанавливается часть давления, затраченного на создание высокой скорости газа в горловине. В каплеуловителе тангенциального ввода газа создается вращение газового потока, вследствие чего смоченные и укрупненные частицы пыли отбрасываются на стенки и непрерывно удаляются из каплеуловителя в виде шлама. Скрубберы Вентури могут работать с высокой эффективностью: 96-98 % на пылях со средним размером частиц 1-2 мкм и улавливать высокодисперсные частицы пыли (вплоть до субмикронных размеров) в широком диапазоне начальной концентрации ее в газе от 0,05 до 100 г/м<sup>3</sup>. При работе в режиме тонкой очистки от высокодисперсных пылей скорость газов в горловине должна поддерживаться в пределах 100-150 м/с, а удельный расход воды — в пределах 0,5-1,2 дм<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>. Это обуславливает необходимость большого перепада давления (10-20 кПа) и, следовательно, значительных затрат энергии на очистку газа.

Установленный на санитарной газоочистке третьей аспирационной линии Отделения переработки шламов Химико-металлургического цеха ОАО «Уралэлектромедь» скруббер Вентури на сегодняшнее время является устаревшей типовой конструкцией. Его труба Вентури работает в высокоскоростном режиме,

что характерно для пылеуловителей, и имеет полноразмерный удлиненный профиль, что характерно для абсорбционных труб. Примененный полый центробежный каплеуловитель имеет завышенную осевую скорость сепарируемого газового потока и малую высоту цилиндрического корпуса, что не обеспечивает улавливание капельной жидкости в требуемом количестве. Скруббер в целом имеет высокое гидравлическое сопротивление, недостаточное время контакта газа с жидкостью для полноты массообменного процесса абсорбции газообразных загрязнителей в рабочем объеме и высокий капельный выброс. В связи с этим скруббер эксплуатируется в режиме заниженной производительности по газу 40000 м<sup>3</sup>/ч против проектных 70000 м<sup>3</sup>/ч (при рабочих условиях).

Замеры на сбросной трубе, проводимые экологической службой завода, показывают превышение содержания загрязняющих компонентов как в виде газовой фазы, так и в каплях выносимого из каплеуловителя абсорбента. В связи с этим специалистами Химико-металлургического цеха и Исследовательского центра ОАО «Уралэлектромедь» с привлечением специалистов кафедры «Машины и аппараты химических производств» химико-технологического института ФГАОУ ВПО «УрФУ» им. Б. Н. Ельцина проводятся этапные работы по модернизации скруббера Вентури с целью повышения его эффективности по абсорбции газовых загрязнителей и снижению капельного уноса при условии минимальных энергетических затрат. Основным техническим решением первого этапа работ выполнено оснащение трубы Вентури дополнительной противоточной форсункой. На втором этапе работ, проводимом в настоящее время, выполняется замена отражательного оросителя горловины на спиральную форсунку с большим углом раскрытия факела. На третьем этапе работ планируется модернизация каплеуловителя.

Исследовательские работы по совершенствованию эффективности работы труб Вентури различного назначения широко проводились в СССР в период 60...80-х годов. Основной задачей здесь являлось повышение эффективности газоочистки при минимизации энергозатрат. Результаты ряда исследований по применению противоточных оросителей горловин труб Вентури показали их промышленную эффективность. За рубежом данные противоточные технологии развились в новый тип скрубберов, отличающихся простотой, надёжностью и эффективностью.

В новом сернокислотном цехе ОАО «СУМЗ», построенном по технологии Monsanto inc, очистка конвертерных и печных газов осуществляется промывкой в последовательно установленных скрубберах DynaWawe® и насадочных абсорбционных башнях. Metallургические газы с высоким содержанием SO<sub>2</sub> после предварительной обработки поступают в головной скруббер DynaWawe®. DynaWawe® является газожидкостным реактором, в котором образуется зона интенсивного смешивания. Газ поступает в верхнюю часть вертикального рукава и вступает в контакт с жидкостью, подаваемой на орошение противотоком снизу вверх. В рукаве, в месте противоточного контакта газа и жидкости, образуется пенная зона вертикального турбулентного потока. После взаимодействия газожидкостная смесь опускается в разделительный сосуд скруббера, в котором происходит разделение жидкости и газа. Данные аппара-

ты Monsanto inc. широко внедряют по всему миру на газоочистках различного назначения и эффективность их подтверждена.

На сегодняшний день нами рассчитаны, спроектированы и установлены модифицированные узлы орошения в существующую трубу Вентури газоочистного скруббера третьей аспирационной линии, включая противоточный. В качестве оросителей применены уникальные форсунки с полным факелом градиентной плотности, спадающей от центра к периферии. Первая серия экспериментов позволила увеличить производительность модернизированного скруббера с 40000 до 60000 м<sup>3</sup>/ч (при р.у.) при повышении степени абсорбции газов до ~80 % при незначительном капельном уносе. Эксперименты показали правильность выбранного направления и позволили спланировать задачи экспериментов по окончательному конструктивному решению оросителей и выбору гидравлического режима циркуляционных насосов.

## РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ

*Жаранов А.В., Ртищева А.С.*

*Ульяновский государственный технический университет  
a.zharanov@mail.ru; al.rtisheva@mail.ru*

Технология автоматического регулирования теплотребления, а также возможности экономии тепловой энергии при реализации различных режимов регулирования рассмотрены в работах Байтингера Н.М., Бурцева В.В., Богуславского Л.Д., Ковальногова Н.Н., Мухина О.А., Юрманова Б.Н. и др. [1-2].

Существенный вклад в энергосбережение может дать внедрение программного (по времени) и погодного регулирования теплотребления. Специалисты отмечают, что системы автоматического регулирования также способствуют улучшению комфортных условий в зданиях. По данным специалистов НПФ «Теплоком» Лачкова В.И. и Недзвецкого В.К., потребление тепла при наличии системы автоматического регулирования можно снизить на 20...30 %.

К примеру, нет необходимости постоянного поддержания температуры внутреннего воздуха на отметке 18-20 °С во многих общественных, производственных и административных зданиях. Ее можно существенно снизить в ночное время в будни, а также в выходные и праздничные дни, но таким образом, чтобы гарантированно не разморозить систему. За 2-3 часа до начала рабочего дня необходимо протопить помещения, увеличив циркуляцию теплоносителя в системе.

Кроме того, для человека более благоприятными являются динамические тепловые режимы, поэтому даже в жилых зданиях есть возможность снижать температуру воздуха в ночные часы на 2-3 °С.

Не менее эффективно и погодное регулирование теплотребления, так как в межсезонье, когда подача тепла уже началась (еще продолжается), но погода еще неустойчива (холода сменяются оттепелью), очень часто наблюдаются перетопы.