

## РАСЧЕТЫ, РАССЕИВАНИЕ И НОРМИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ

Основной вопрос, возникающий при проектировании, реконструкции и эксплуатации пылегазоочистных установок, - какова должна быть их степень очистки, эффективность улавливания загрязняющих веществ? Ответ на этот вопрос не такой простой. Существует целый ряд нормативных документов, образующих систему расчетов (замеров), рассеивания и нормирования выбросов, подробно изложенную в [1,2,3]. Целью доклада является краткое описание этой системы с указанием недостатков и возможных путей совершенствования. В ней можно выделить четыре отдельных, но взаимосвязанных уровня:

- расчеты или замеры выделяющихся от технологического оборудования загрязняющих веществ, разработка инвентаризации для существующих предприятий;
- нормирование количества выбрасываемых загрязняющих веществ на основе расчетов рассеивания в приземном слое атмосферы; разработка проекта нормативов ПДВ для предприятия;
- проведение мероприятий по снижению загрязнения атмосферы; проектирование и строительство пылегазоочистных установок;
- государственный и производственный контроль за выбросами загрязняющих веществ непосредственно на источниках загрязнения и в атмосферном воздухе.

Загрязняющие вещества поступают в атмосферу через газоходы и воздуховоды, как непосредственно от технологических установок, аппаратов, печей и другого оборудования, так и с выбрасываемым внутренним воздухом помещений. В последнем случае речь идет об аспирации и общеобменной вытяжной вентиляции помещений. Расчеты выделяющихся и выбрасываемых загрязняющих веществ необходимо проводить и в промышленной вентиляции и в промышленной экологии. Однако, подход к этим расчетам различен, страдает некоторый однобокостью и неполнотой. Общая картина в плане обеспечения нормируемых параметров воздушной среды внутри и снаружи помещений промышленных зданий имеет нестыковки и противоречия. Экологические методики по расчету выбросов, на наш взгляд, имеют общий недостаток: нет разделения выделяющихся загрязняющих веществ между местной вытяжной (технологической) и общеобменной вентиляцией при их выбросе в атмосферу. Это приводит к тому, что вредности считаются только через аспирационные системы, а общеобменные игнорируются. Опытные инженеры-экологи вручную самостоятельно досчитывают это разделение. В связи с вышеизложенным введено понятие коэффициента эффективности местного отсоса, который показывает какая доля от общей массы выделившегося загрязняющего вещества улавливается местным отсосом и выбрасывается в атмосферу местной вытяжной вентиляцией. Нами предпринята попытка [1] классифицировать и привести к единообразию наиболее часто употребляемые методики расчета выбросов:

- по характеристике оборудования;
- по удельным выделениям на единицу меры (массы, длины, площади, объема) используемого материала;
- по заданной интенсивности испарения с единицы поверхности;
- по балансу масс используемых материалов и загрязняющих веществ.

Кроме расчетного метода определения состава и количества выбросов в атмосферу, существует метод замеров: по утвержденным методикам производят замеры концентраций загрязняющих веществ непосредственно на источниках загрязнения атмосферы (ИЗА) в трубах и газоходах. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки, а в целом дополняют друг друга. Результаты расчетов и замеров представляют в виде таблиц инвентаризации или раздела проекта «Охрана окружающей среды».

Второй уровень – нормирование выбросов предприятия. Краеугольным камнем этой системы является утверждение, что в атмосферном воздухе может находиться определенное количество вредных (загрязняющих) веществ, при котором отсутствует вредное воздействие на окружающую природную среду. В связи с этим, Федеральным Законом “Об охране окружающей среды» введено понятие – экологический норматив качества атмосферного воздуха. В настоящее время достаточно подробно разработан его частный случай – гигиенический норматив качества атмосферного воздуха – критерий качества атмосферного воздуха, который отражает предельно допустимое содержание вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе и при котором отсутствует вредное воздействие на здоровье человека. Нормативы для животного и растительного мира находятся на стадии разработки. В качестве гигиенических нормативов выступают: предельно допустимая концентрация (ПДК) и ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) в атмосферном воздухе населенных мест. При нормировании выбросов существуют ограничения по достижению ПДК в различных точках местности. Во-первых, они определяются, как правило,

только в приземном слое атмосферы, т.е. на высоте 1,5...2,5м от поверхности земли. Вокруг территории предприятия устанавливается санитарно-защитная зона (СЗЗ), внутри границ которой допускается многократное превышение ПДК. Основное условие, чтобы внутри СЗЗ не находился жилой сектор. Установление границ СЗЗ для предприятий, по нашему мнению, зашло в некоторый тупик и имеют большой элемент субъективности. В зависимости от воздействия на среду обитания и здоровье человека для предприятия должен устанавливаться минимальный размер нормативной санитарно-защитной зоны от 50 до 1000м. Путем внесения ряда изменений в СанПиН минимальный размер СЗЗ допускалось сначала уменьшать на 50% (2001г.), а в настоящее время до нуля метров. Санитарное ведомство вправе самостоятельно назначать ширину СЗЗ. Объективность призваны создавать наличие соответствующих расчетов рассеивания выбросов и замеры концентраций в определенных точках местности, производимые тем же Роспотребнадзором. Мало изменилось и при введении в действие нового СанПиН по СЗЗ в 2008г. НИИ Атмосфера на перспективу ввел понятие экозащитной зоны.

Выбросы одних и тех же загрязняющих веществ от всех других предприятий оказывают влияние на определение концентраций от выбросов рассматриваемого предприятия, а соответственно и на установление нормативов этих выбросов. Учет этого влияния в настоящее время осуществляется посредством фоновых концентраций, устанавливаемых Росгидрометом, путем мониторинга на отдельных метеопостах с последующей обработкой результатов измерений по специальной методике. Определение фоновых концентраций, на наш взгляд, является слабым звеном при нормировании выбросов. Очевидно, в связи с этим НИИ Атмосфера разработал методику по квотированию выбросов предприятий. Региональные отделения Ростехнадзора будут устанавливать допустимые вклады в долях ПДК воздуха населенных мест для каждого предприятия. Такой подход уже реализован в нескольких городах России.

Для понимания механизма нормирования рассмотрим простейший случай. Предприятие имеет один источник (трубу) из которого выбрасывается одно загрязняющее вещество, имеющее значение максимального разового выброса  $M$ , г/с. Концентрация в устье источника выброса  $C_{ИЗА} = M/L$ , г/м<sup>3</sup>. Здесь  $L$  – объемный расход газовой смеси, м<sup>3</sup>/с. Ближайшая расчетная точка в приземном слое для которой концентрация не должна превышать ПДК находится на расстоянии  $x$ , м, на границе санитарно-защитной зоны. При направлении ветра от ИЗА к этой точке факел выброса будет рассеиваться, концентрация будет уменьшаться. Если полученная концентрация для данной точки местности будет меньше или равна ПДК ( $C \leq ПДК$ ), то такой выброс  $M$ , г/с, считается допустимым и принимается за предельно допустимый выброс – ПДВ. В противном случае необходимо применять меры с тем, чтобы выполнялось условие  $C \leq ПДК$ . В качестве таких мероприятий может быть установка пылегазоочистного оборудования (увеличение степени очистки, если оно уже есть) с целью уменьшения значения  $M$  или замена технологии на более экологически чистую. В данном примере для простоты не учитываются выбросы ЗВ других предприятий.

Как видно нормируемый выброс  $M$ , г/с, и допустимая концентрация  $C$ , мг/м<sup>3</sup>, в приземном слое для заданной точки местности связаны не жестко, а опосредовано через рассеивание, которое зависит от двух групп факторов: характеристик ИЗА и метеорологических параметров переноса. Характеристики ИЗА: высота источника, диаметр устья, скорость и расход пылегазовоздушной смеси, ее температура, величина массового выброса, размер и плотность частиц пыли и другие. Метеорологические параметры переноса: температура наружного воздуха, скорость и направление ветра, стратификация атмосферы, наличие приподнятых инверсий, рельеф местности и другое. Даже из простого перечисления факторов видно, что процесс рассеивания выбросов – это сложное физическое явление. Изменение значения одного фактора приводит к изменению концентрации в приземном слое от выбросов ИЗА, а следовательно и к изменению величины ПДВ. Этим открывается широкое поле для злоупотреблений и подгонок результатов расчетов в нужную сторону. Существует несколько моделей, описывающих процесс рассеивания. В нашей стране принята модель разработанная ГГО им. Воейкова под руководством М.Е. Берлянда на основе теории атмосферной диффузии. Она легла в основу нормативного документа ОНД-86, существующего уже более 20 лет, вызывающего справедливую критику оппонентов. На основе ОНД-86 разработаны все отечественные компьютерные программы и по их результатам расчета производят нормирование выбросов. Учитываются уже не один, а все источники предприятия (города). Расчет производится в узловых точках сетки, шаг и размеры которой выбираются пользователем. Дополнительно задаются точки с любыми координатами, например на границе СЗЗ. Различное направление ветра определяет различные концентрации в расчетных точках. Поэтому, расчет производится при всех направлениях ветра через один градус. Т.е. для каждой точки получается 360 значений концентраций при определенной скорости ветра, а таких скоростей

задается несколько (не менее трех). Т.о. количество значений увеличивается во столько же раз. Окончательно выбирается наибольшая полученная концентрация для каждой точки.

Удобно пользоваться не абсолютными, а относительными концентрациями –  $C/ПДК$  – доли ПДК. При  $C = ПДК$ ,  $\rightarrow C/ПДК = 1,0$  – это наибольшая допустимая концентрация. Точки с равными концентрациями соединяют замкнутыми кривыми линиями, образующими изолинии концентраций, например 0,1; 0,2; 0,3; ... 1,0; 2,0; 3,0 и т.д. В итоге для каждого вещества получается карта изолиний концентраций, по которой делают анализ уровня загрязнения атмосферы выбросами предприятия. Приведенные кратные значения относительных концентраций лежат, как правило, не в узловых точках, а на прямой между ними. Их точное местоположение определяется интерполяцией. Максимальная концентрация в каждой узловой и другой расчетной точке местности определяется как сумма концентраций от каждого ИЗА, выбрасывающего данное ЗВ. Алгоритм программы позволяет установить вклад каждого ИЗА. Тогда для тех точек в которых должно, но не выполняется условие  $C/ПДК \leq 1$  можно определить на каком именно ИЗА нужно установить пылегазоочистной аппарат и какова должна быть его эффективность – степень очистки.

Основным документом для предприятия, определяющим допустимые максимально разовые, г/с, и годовые, т/год, выбросы в атмосферу является «Проект нормативов ПДВ». Он разрабатывается в соответствии с методическими пособиями [2,3] один раз в 5 лет. Выполнение данных проектов под силу только крупным предприятиям. Чаше они выполняются специализированными организациями и для этого требуются значительные затраты. Процесс согласования длительный в два и более этапа. Из-за нечеткости требований и возможности различного толкования документов привносится элемент субъективизма, что также выливается в дополнительные затраты. Объем отчетности растет: в пособии [3] введен дополнительный объем работ по сравнению с 2002г. Появилась целая индустрия компьютерных программ: даже незначительные изменения в требованиях по оформлению документов выливаются в их новую версию. Предприятия вынуждены часто содержать специально для этих целей эколога. В такой системе задействовано большое количество чиновников. Заинтересованы в ее поддержании и раздувании все, кроме самих предприятий. Назрела пора внесения существенных упрощений в экологической отчетности.

Во многих странах производят ограничение на выброс загрязняющих веществ на самих источниках загрязнения. К примеру, в Италии для котельных агрегатов такое ограничение введено правительственными Декретами. Это стимулирует предприятия внедрять современные экологически чистые технологии и высокоэффективные пылегазоулавливающие установки. Усилия надзорных органов будут направлены не на «бумажный», а реальный инструментальный контроль за работой пылегазоулавливающих установок предприятий. Это позволит поднять на должную высоту четвертый уровень системы нормирования.

Третий уровень – проектирование, реконструкция или строительство пылегазоулавливающих установок, - наиболее затратный при нормировании выбросов. Еще несколько лет назад предприятиям хотя бы частично компенсировали потраченные на это финансовые средства за счет экологических платежей за выбросы. В настоящее время, к сожалению, это не практикуется.

Поднятые в данном материале вопросы нашли отражение в книгах автора, которые можно заказать на сайте [www.abok.ru](http://www.abok.ru).

*к.т.н Квашин И.М., НП АВОК*