

целях диагностики, особенно учитывая длительную дисфункцию кишечника, не поддававшуюся лечению и сопровождавшуюся прогрессивной потерей массы тела.

## ГИГИЕНА

УДК 614.486:1

### ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРМИЧЕСКОГО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВ АКРИЛАТОВ

*Чл.-корр. АМН СССР И. И. Беляев, М. С. Соловьева,  
Н. П. Грачева, В. В. Байковский, В. М. Благодатин,  
Н. К. Благодаткина, М. Л. Лубянский, Е. Ф. Оскерко*

*Горьковский медицинский институт им. С. М. Кирова, Горьковский НИИ гигиены труда и профзаболеваний*

**Реферат.** Изучены гигиенический режим в зоне действующих установок для сжигания отходов производства акрилатов, влияние выбросов печей сжигания на окружающую среду, степень токсичности плава солей, образующегося при сжигании жидких отходов, и условия труда рабочих, занятых на этом процессе.

Ключевые слова: отходы производства акрилатов, термическое обезвреживание.

2 таблицы.

Бурное развитие промышленности сопровождается увеличением количества и усложнением состава сточных вод и твердых отходов. В ряде случаев применение традиционных методов обезвреживания промышленных отходов не дает должного эффекта. Особые трудности возникают в отношении стоков и твердых отходов с большим набором и высокой концентрацией органических и минеральных веществ (маточные растворы, кубовые остатки, первые промывные воды и др.).

В этих случаях возникает вопрос об их термическом обезвреживании. Учитывая недостаточную освещенность проблемы термического обезвреживания промышленных отходов с гигиенических позиций, мы решили восполнить этот пробел и охарактеризовать процесс сжигания отходов производства акрилатов.

Изучение вопроса показало, что еще на стадии проектных решений выявляется ряд существенных недостатков. Так, было отмечено отсутствие научно обоснованных данных о конечном составе продуктов сжигания, выделяющихся с дымовыми газами в атмосферу. При расчетах рассеивания в атмосферном воздухе вредных веществ, выделяющихся с дымовыми выбросами печей сжигания промышленных отходов производств акрилатов, не учитывались однонаправленность и суммационный эффект действия вредных веществ и существующего фона. Неясным оставался вопрос о степени токсичности плава солей, образующихся при сжигании жидких и твердых отходов этих производств, и о возможности их захоронения.

Гигиеническое исследование действующих установок для сжигания твердых и жидких отходов производств акрилатных продуктов было проведено на одном из химкомбинатов, где действовал комплекс из двух камерных и двух циклонных печей. Сточные воды от производств акрилатных соединений по трубопроводам поступают сначала в приемные емкости, а затем подаются на сжигание как в камерные, так и в циклонные печи. Абгазы указанных производств идут для сжигания только в камерные печи, кубовые отходы направляются на сжигание в циклонные и камерные топки.

Промышленные отходы, смешиваясь в форсунках с кислородом воздуха, поступают в топочные камеры, где нагреваются до 850—1050° С. При этих температурах происходит окисление содержащихся в отходах органических веществ. Дымовые выбросы печей после скруббера поступают в атмосферу. Эффективность сжигания в указанных печах мы оценивали путем определения в дымовых выбросах метанола и метилметакрилата (ММА), составляющих 78% всех органических примесей сточных вод, а также бенз(а)пирена (БП) и окиси углерода. Присутствие этих веществ в дымовых газах указывало на неполное обезвреживание промышленных отходов. Результаты проведенных исследований (табл. 1) свидетельствуют об уменьшении содержания вредных веществ в дымовых выбросах установок при повышении температуры сжигания. Определена оптимальная температура для огневого обезвреживания отходов — 1000° С.

## Содержание вредных веществ в дымовых выбросах циклонных и камерных печей при различной температуре сжигания

| Вещество                          | Температура сжигания, °С            |                                     |                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|                                   | 850                                 | 900                                 | 1000                                |
| ММА, мг/м <sup>3</sup>            | $\frac{5,0 \pm 0,3}{6,4 \pm 0,3}$   | $\frac{4,5 \pm 0,1}{4,4 \pm 0,1}$   | $\frac{\text{н/о}}{\text{н/о}}$     |
| Метанол, мг/м <sup>3</sup>        | $\frac{2,0 \pm 0,2}{2,5 \pm 0,2}$   | $\frac{1,9 \pm 0,0}{2,3 \pm 0,1}$   | $\frac{\text{н/о}}{0,15 \pm 0,0}$   |
| Окись углерода, мг/м <sup>3</sup> | $\frac{4,1 \pm 0,5}{18,7 \pm 0,4}$  | $\frac{15,0 \pm 1,0}{15,0 \pm 0,8}$ | $\frac{12,1 \pm 0,1}{19,5 \pm 0,8}$ |
| БП, мкг/м <sup>3</sup>            | $\frac{27,1 \pm 1,2}{35,0 \pm 2,4}$ | $\frac{1,9 \pm 0,4}{17,2 \pm 0,1}$  | $\frac{2,0 \pm 0,5}{1,8 \pm 0,2}$   |

Примечание: н/о — не обнаружено; циклонные печи — числитель, камерные печи — знаменатель.

При сравнительной оценке различных конструкций печей обращает на себя внимание практически одинаковый количественный состав выбросов в атмосферу вредных веществ с дымовыми газами от указанных установок при большей производительности циклонных печей. Присутствие окиси углерода и БП в дымовых газах показывает, что и при этих температурах все же не происходит полного термоокисления органических соединений. На состав дымовых газов влияет также и нагрузка на печи по количеству сжигаемых отходов. Оптимальная нагрузка на циклонную установку должна быть 2,1 м<sup>3</sup>/ч. Уже при нагрузке 2,3 м<sup>3</sup>/ч даже при оптимальных температурах в дымовых газах циклонной печи обнаруживалось до 0,2 мг/м<sup>3</sup> метанола и 0,7 мг/м<sup>3</sup> ММА.

Для оценки влияния установок огневого обезвреживания на внешнюю среду было проведено исследование загрязненности воздуха заводской площадки метанолом и ММА. Пробы воздуха отбирали на высоте 1,5 м от уровня земли с учетом направления и скорости ветра. Установлено, что загрязнение воздуха территории заводской площадки этими веществами неравномерно. На расстоянии 5 м от печей сжигания во всех отобранных пробах определялись и метанол, и ММА. Источником загрязнения атмосферы на этом участке служили емкости для приема промышленных стоков и кубовых отходов, расположенные на открытой площадке.

На расстоянии 300—500 м от печей сжигания содержание в воздухе метанола и ММА достигало соответственно 2,7 и 6,75 мг/м<sup>3</sup>, однако при соблюдении установленных нами оптимальных режимов работы комплекса термического обезвреживания отходов производства акрилатов и их мономеров содержание этих веществ в атмосфере заводской площадки не превышало 30% ПДК для воздуха рабочей зоны. Окиси углерода не было обнаружено ни в одной из отобранных проб воздуха территории предприятия.

В ходе исследования было обращено внимание на условия труда обслуживающего персонала. Технологическое оборудование процесса огневого обезвреживания отходов, за исключением насосной и пульты контрольно-измерительных приборов, расположено на открытой площадке. Обслуживанием этого оборудования заняты в основном аппаратчики и слесари. Круг выполняемой работы у аппаратчиков циклонных и камерных печей одинаков. Хронометраж их рабочего времени показал, что аппаратчики заняты на открытой площадке 37,5% рабочего времени, обслуживая оборудование печей сжигания, а слесари — 53%. При остановках печи слесари и аппаратчики освобождают ее от плава солей. Эти так называемые ремонтные работы длятся от 2 до 5 дней и, как правило, необходимы для каждой печи 2 раза в месяц. При изучении тяжести основных ремонтных операций установлено, что при очистке печей с помощью отбойного молотка, лома и лопаты максимальная частота сердечных сокращений достигала 168 в 1 мин, а рабочий уровень частоты пульса составлял  $119 \pm 0,45$  в 1 мин. Эти операции отнесены к категории тяжелых работ.

Учитывая возможность поступления токсичных веществ в окружающую среду из топочных камер печей и емкостей для приема стоков, мы провели исследование за-

грязненности воздуха в зоне размещения печей сжигания, результаты которого представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Загрязненность воздуха у печей сжигания

| Тип печей | Вещество                 | Концентрация (мг/м <sup>3</sup> ) у основных рабочих мест |                  |            |            |
|-----------|--------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------|------------|------------|
|           |                          | у горелок                                                 | у пневмофорсунок | у леток    | у емкостей |
| Циклонные | метанол . . . . .        | 0,61±0,01                                                 | 2,00±0,12        | 1,19±0,15  | 1,81±0,33  |
|           | ММА . . . . .            | 2,11±0,01                                                 | 4,22±0,71        | 4,26±0,79  | 11,01±1,23 |
|           | окись углерода . . . . . | н/о                                                       | н/о              | 14,50±0,98 | н/о        |
| Камерные  | метанол . . . . .        | 2,56±0,49                                                 | 4,00±0,51        | 0,46±0,06  | 1,84±0,34  |
|           | ММА . . . . .            | 7,52±0,24                                                 | 10,16±1,17       | 2,20±0,04  | 12,01±1,31 |
|           | окись углерода . . . . . | н/о                                                       | н/о              | 15,40±1,08 | н/о        |

Воздух в рабочей зоне загрязнен преимущественно метанолом и ММА. Максимальные концентрации ММА лишь у емкостей и пневмофорсунок камерных печей были выше предельно допустимых, установленных для воздуха рабочей зоны (12,3—15,5 мг/м<sup>3</sup>), содержание метанола и окиси углерода не превышало допустимых величин. Наиболее неблагоприятным участком установок огневого обезвреживания отходов является насосная, где обслуживающий персонал проводит до 10 % рабочего времени. Определяемые здесь концентрации вредных веществ заметно превышали предельно допустимые, составляя для ММА  $15,9 \pm 1,71$  мг/м<sup>3</sup> и для метанола  $17,4 \pm 1,5$  мг/м<sup>3</sup>. Источниками выделения этих веществ в воздух помещения являлись насосы, подающие из приемных емкостей стоки на сжигание в печи. Замеры температуры, относительной влажности и подвижности воздуха позволили установить, что микроклимат зоны размещения печей зависит главным образом от параметров окружающего воздуха.

В связи с тем, что процесс сжигания газа в горелках, а также подача сжатого воздуха, необходимого для горения, сопровождаются шумом аэродинамического происхождения, было проведено измерение уровней звукового давления с помощью прецизионной виброакустической аппаратуры. Это исследование показало, что циклонные установки генерируют шум 86—89 дБА, носящий среднечастотный характер.

Как видно из изложенного, рабочие, обслуживающие печи сжигания, подвергаются комбинированному воздействию неблагоприятных метеорологических факторов, физической нагрузки, комплекса токсических веществ и шума.

Первичная оценка токсичности плава солей, образующегося при сжигании жидких отходов, показала, что в его состав входят преимущественно хорошо растворимые в воде соли натрия, хлористый кальций и практически нерастворимая окись железа.

Экспериментально-токсикологические исследования, проведенные на белых мышах и крысах, показали, что по уровню среднесмертельных доз при введении в желудок плав солей относится к малоопасным веществам, не обладает кумулятивным эффектом, местно-раздражающим и общерезорбтивным действием.

С целью изучения влияния условий труда на организм рабочих, обслуживающих установки термического обезвреживания отходов производства, было обследовано 29 аппаратчиков и слесарей (16 мужчин и 13 женщин) в возрасте 21—38 лет. У 14 из них стаж работы составлял 7—10 лет и у 15 — 1—3 года. При изучении состояния здоровья у отдельных рабочих было установлено повышенное содержание карбоксигемоглобина и метгемоглобина, что может указывать на воздействие продуктов, образующихся при сжигании отходов производства акрилатов.

Полученные материалы дают основание утверждать, что к использованию метода сжигания для обезвреживания промышленных отходов следует подходить с большой осторожностью. Иногда сжигание может быть применено, но в каждом случае необходимы тщательные предварительные наблюдения и исследования с целью отработки оптимальных условий обезвреживания применительно к отходам разных производств. Выбор конструкции сжигающей установки и определение режима сжигания должны производиться с учетом химического состава, физических свойств и концентрации веществ, входящих в обезвреживаемые промышленные отходы. Во время пуско-наладочных работ и в процессе эксплуатации сжигающих установок за ними должен

осуществляться систематический квалифицированный санитарный надзор. В тех случаях, когда по данным гигиенических наблюдений действующая установка по сжиганию отходов не всегда обеспечивает полное их обезвреживание, необходимо устройство сооружений, задерживающих необезвреженные компоненты на выбросе из трубы.

Поступила 24 июля 1979 г.

УДК 614.447.1:614.712(470.41)

## РОЛЬ АВТОТРАНСПОРТА В ЗАГРЯЗНЕНИИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Доц. Ф. Ф. Даутов

*Кафедра коммунальной гигиены (зав. — проф. М. М. Гимадеев) Казанского  
ордена Трудового Красного Знамени медицинского института им. С. В. Курашова*

**Реферат.** Проведено изучение загрязненности атмосферного воздуха города отработавшими газами автотранспорта. Установлено, что в центральной части города, где движение автотранспорта интенсивнее, концентрации окиси углерода, окислов азота, бенз(а)пирена в воздухе выше, чем в новых промышленных районах. Выявлена прямая зависимость концентрации этих веществ от интенсивности автотранспортного потока. Полученные результаты указывают на необходимость проведения мероприятий по снижению загрязнения атмосферного воздуха.

**Ключевые слова:** автотранспорт, окись углерода, окислы азота, бенз(а)пирен, атмосферный воздух, почва, снег.

Ежегодное увеличение автомобильного парка страны ставит перед гигиенистами актуальную задачу — исследовать влияние автотранспорта на воздушную среду. Особое значение этот вопрос приобретает в таких городах, как Казань, где планировка многих улиц и кварталов не отвечает современному объему движения автотранспорта.

В 1974—1977 гг. мы исследовали степень загрязнения воздуха на 12 улицах Казани. Отбор проб производили в зонах пересечения двух и более улиц с интенсивным движением транспорта; на участках улиц с равномерным движением (между светофорами), на участках крутого подъема транспорта; в местах скопления вредных примесей за счет слабого их рассеивания. Всего было отобрано 889 проб.

На 5 улицах пробы брали одновременно на тротуаре и в жилых помещениях соседнего дома. При отборе проб воздуха подсчитывали плотность автомобильного потока. Бенз(а)пирен определяли в воздухе, почве и снежном покрове.

Улицы, где отбирались пробы воздуха, застроены пятиэтажными домами и недостаточно озеленены. В отличие от других улиц, на проспекте Ибрагимова проезжая часть широкая, пешеходные дорожки с двух сторон асфальтированы и в 2—3 ряда обсажены деревьями, кроны которых достигают 4-го этажа. Контролем являлась ул. 8-го Марта, где плотность автотранспортного потока составляла 36 автомашин в час.

Следует отметить, что в новых районах значительно меньше перекрестков и светофоров, чем в старых. Средняя скорость движения автомашин на обследованных участках улиц составляет 30—60 км/ч.

Анализ проб воздуха показал, что более широкая проезжая часть улиц, лучшая возможность их проветривания создают благоприятные условия для рассеивания окиси углерода, пыли, окислов азота и др. Так, на тротуаре проспекта Ибрагимова концентрации токсичных веществ в 2—3 раза меньше, чем на проезжей части дороги. Это указывает на то, что при достаточной ширине улиц и наличии полосы зеленых насаждений до жилых зданий распространяется незначительная часть отработанных газов. Наибольшие концентрации окиси углерода и окислов азота определены в центральной части города — на улицах Нариманова, Жданова, Свердлова. При этом увеличение плотности автомобильного потока приводит к повышению концентрации токсических веществ. Более высокие концентрации окиси углерода на улицах Кирова и Булачная обусловлены тем, что эти улицы не озеленены, между проезжей частью улицы и тротуаром нет плотной непросматриваемой полосы зеленых насаждений. Самым низким содержание окиси углерода оказалось на ул. 8-го Марта.

Установлена зависимость концентрации анализируемых ингредиентов от метеорологических факторов. Наиболее высокие уровни вредных химических веществ зарегистрированы в весенний период при влажности воздуха 88% и скорости ветра 0,5 м/с.

В Бауманском районе, где нет промышленных предприятий, автотранспорт является основным источником загрязнения атмосферного воздуха. Интенсивное движение