Постановка лабораторной работы на ПЭВМ по исследованию утечки газа в аварийных режимах

Введение

Взаимодействие между природой и человеком изучает наука - экология. В процессе своей хозяйственной деятельности человек воздействует на природу, улучшая или разрушая ее. Масштабы производственной деятельности человека настолько велики, что не учитывать этого нельзя.

В свою очередь, природа воздействует на человека, создавая ему благоприятные или неблагоприятные условия для существования.

В настоящее время, в связи с тяжелым экономическим положением в стране снизилось финансирование строительства природозащитных сооружений, замены выработавшего свой ресурс оборудования, внедрения новых, более безопасных технологий. Следует отметить возросшую ответственность как физических, так и юридических лиц за нарушения природоохранного законодательства. В частности это касается выбросов, в общем случае, в окружающую среду, газов, жидкостей или твердых тел ( например утечки газа из газопроводов, выбросы цементной или угольной пыли, утечки нефти, бензина из цистерн ).

Моделирование утечек веществ, особенно с применением компьютерной техники, позволяет производить расчет защитных систем, планов по ликвидации последствий утечки, планов эвакуации местного населения. В рассматриваемом случае ( утеки газа ), следует учитывать биологическое воздействие рассматриваемого газа на живые объекты в районе утечки.

В соответствии с Законом об охране атмосферного воздуха выбросы предприятий не должны приводить к превышению нормативов предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Постановка задачи

Постановка лабораторной работы по исследованию утечки газа в аварийных режимах. Требуется разработать программу, определяющую:

* количество вредных веществ выделяющихся из оборудования работающего под давлением;
* количество вредных веществ выделяющихся из оборудования работающего под разрежением;
* максимальные концентрации при кратковременном выделении вредных веществ из наземных источников (для точечного источника);
* максимальные концентрации при кратковременном выделении вредных веществ из наземных источников (для линейного источника).

Определение количества вредных веществ, выделяющихся из оборудования

Для решения вопросов обеспечения чистоты атмосферного воздуха на химических и нефтехимических предприятиях, где широко используется открытая установка оборудования, необходимо определять поступление вредных веществ через фланцевые соединения оборудования, находящегося под давлением или разрежением. Существенным источников загрязнения воздуха является также автотранспорт.

3.3.1. Определение количества вредных веществ, выделяющихся из оборудования, работающего под давлением

Исходя из нормируемого коэффициента негерметичности, непревышение которого гарантируется испытаниями оборудования на плотность и проведением мероприятий, в результате которых достигается требуемая нормами герметичность оборудования, можно с достаточной для практических расчетов точностью найти величины выбросов вредных веществ в атмосферу, а следовательно, прогнозировать загрязнение приземного слоя атмосферы.

Количество газа вытекающего из оборудования под давлением определяется по следующей формуле:

;



,



G - количество газа вытекающего из оборудования (кг/ч);

V - объем газовой или паро-воздушной фазы в оборудовании (м3);

R - газовая постоянная для рабочей среды (Дж/(кг\*К));

Pн - рабочее давление газа (Па);

Т - температура газа (К);

m - коэффициент негермитичности оборудования и газопроводов, ч-1 (таблица 1);

- плотность газа при рабочем давлении и температуре (кг/м3).



По этой формуле можно определить количество вытекающего из оборудования газа только в том случае, если испытание на плотность производилось с тем же газом и при той же его температуре, которые будут в оборудовании в рабочем состоянии.

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Допустимый коэффициент негерметичности оборудования, ч-1 | | | | | | |
| Наибольшее рабочее давление в оборудовании, Па | До 2\*105 | 2\*105 | 7\*105 | 17\*105 | 41\*105 | 401\*105 |
| Допустимый коэффициент | 0.04 | 0.03 | 0.01 | 0.005 | 0.0005 | 0.0002 |

3.3.2. Определение количества вредных веществ, выделяющихся из оборудования, работающего под разряжением

Оборудование, токсичная среда в котором находится под разрежением до 103 Па, является источником загрязнения воздушной среды. При разрежении больше 1000 Па оборудование рассматривается, как вакуумное, и к его герметичности предъявляются повышенные требования.

Поскольку к оборудованию, работающему под разрежением, не предъявлялись требования относительно его герметичности, то оно не подвергалось испытаниям на плотность. Несмотря на разрежение, в результате молекулярной диффузии через неплотности навстречу потоку воздуха, происходит вынос вредных веществ в окружающую среду, особенно, если в оборудовании концентрации высокотоксичных веществ в 105 раз и более превышают предельно допустимые.

Например, согласно производственным исследованиям из ванн электролиза хлора при недостаточной их герметизации даже при разрежении 40 - 60 Па может выделяться до 70 г/ч хлора на одну ванну. Необходимый воздухообмен для удаления этого количества хлора составляет около 70000 м3/ч*.* При хорошей герметизации выделение хлора снижается в 3—4 раза.

Таким образом, герметизация оборудования способствует значительному сокращению капитальных и эксплуатационных расходов на вентиляцию, и обеспечению в цехах требуемой санитарными нормами чистоты воздушной среды.

В.М. Эльтерманом были выведены формулы, позволяющие определить количество вредных веществ, проникающих из оборудования навстречу потоку воздуха вследствие турбулентного или диффузионного переноса вещества.

Количество газа вытекающего из оборудования под разряжением определяется по следующей формуле:

,



G - количество вредных веществ выделяющихся из оборудования (г/с);

F - площадь отверстия в корпусе оборудования (м2);

а - длинна канала (м);

v - скорость воздуха (м/с);

С0 - концентрация вредного газа в оборудовании (г/м3);

D - коэффициент диффузии газа в воздухе (м2/с).

Нужно отметить, что при стационарном потоке бесконечной длины расход вредного газа из оборудования равен нулю. Если бы в помещении, где установлено оборудование, была совершенно невозмущенная воздушная среда, то поле концентраций вредных веществ, создающееся вокруг источников их выделения, не нарушалось бы, и расход вещества равнялся бы нулю. Но так как в вентилируемых помещениях воздух всегда подвижен, и воздушная среда в них турбулизуется приточными и тепловыми струями, то течение у всасывающего отверстия нарушается, и поле концентраций вокруг оборудования размывается. В результате этого концентрация вредных веществ вблизи оборудования снижается, из оборудования в помещение поступают вредные вещества.

Определение максимальных концентраций при кратковременном выделении вредных веществ из наземных источников

При авариях (разрывах трубопроводов, по которым транспортируется газ с большим содержанием вредных веществ, взрывах цистерн с вредными веществами, разливе на почве легкокипящих и летучих жидкостей) выделяется на несколько порядков больше вредных веществ, чем при нормальной работе оборудования. Как правило, такое выделение происходит кратковременно. Авария ликвидируется в течение одного-двух часов, разлившаяся химическая жидкость также в короткий срок собирается или сливается в закрытые емкости, или покрывается каким-либо изолирующим материалом, препятствующим ее испарению.

Главной Геофизической обсерваторией под руководством М. Е. Берлянда разработан метод расчета максимальных концентраций вредных веществ от наземных кратковременных источников.

3.4.1. Определение максимальных концентраций для точечного источника

,



Cм - максимальная концентрация при кратковременном выделении вредных веществ для точечного источника (мг/м3);

A - константа, по предварительным расчетам A = 0.11;

M - мощность выброса (мг/с);

t - определяемая технологами возможная продолжительность аварии с большими выделениями вредных веществ (с);

x - расстояние от источника (м).

3.4.2. Определение максимальных концентраций для линейного источника

,



Cм - максимальная концентрация при кратковременном выделении вредных веществ для линейного источника (мг/м3);

A - константа, по предварительным расчетам A = 0.17;

M1 - мощность выброса (мг/(с\*м)).

,



- суммарная величина всех низких выбросов на площадке (мг/с);



b - проекция границ промузла на линию, перпендикулярную оси промузел - город (м).

Данные о концентрации в приземном слое высотой 50 м были получены путем численного решения нестационарного уравнения диффузии. С увеличением расстояния от источника концентрации возрастают не сразу и максимум концентраций наступает через некоторое время после начала действия источника. На расстоянии x*=* 20 м и x = 40 м от источника максимум концентраций наступает после прекращения его действия.

Приведенными выше формулами можно также воспользоваться для определения максимальной концентрации в жилых районах от наземных источников при нормальной работе оборудования, но при кратковременных особо неблагоприятных метеорологических условиях (штиль, инверсия). Тогда в формулах время t - длительность непрерывных особо неблагоприятных метеорологических условий (в с).

Для каждой точки x соответствуют свои неблагоприятные метеорологические условия. Сочетание малых скоростей ветра и ослабленного турбулентного обмена приводит к максимальным значениям наземных концентраций вредных веществ вблизи источника. На больших расстояниях x неблагоприятные условия загрязнения атмосферы проявляются при усиленном перемешивании и значительных скоростях ветра.

То обстоятельство, что при аварийном выбросе вредных, в большинстве своем, взрывоопасных веществ концентрации на расстоянии от места аварии возрастают не мгновенно, дает возможность принять меры против возможных взрывов и отравлений на соседних объектах. Рекомендуется при аварии по всей территории подать сигнал и начать проводить противовзрывные мероприятия: отключить приточные системы, закрыть в приточных шахтах клапана и окна в зданиях, находящихся на заветренной стороне по отношению к месту аварии, и другие мероприятия, разрабатываемые конкретно для каждого производства.

Исходные данные и описание работы программы для исследования утечки газа в аварийных режимах

Программа для исследования утечки газа в аварийных режимах, разработанная в данном дипломном проекте, использует следующие исходные данные, вводимые пользователем с терминала ПЭВМ.

Для исследования количества газа вытекающего из оборудования под давлением:

V - объем газовой или паро-воздушной фазы в оборудовании, м3 (1.0-5.2);

m - коэффициент негермитичности оборудования и газопроводов, ч-1(0.04-0.0002);

- плотность газа при рабочем давлении и температуре, кг/м3 (10-100).



Для исследования количества газа вытекающего из оборудования под разрежением:

F - площадь отверстия в корпусе оборудования, м2 (0.001-0.01);

а - длинна канала, м (0.01-0.31);

v - скорость воздуха, м/с (0.2-1);

С0 - концентрация вредного газа в оборудовании, г/м3 (0.1-1);

D - коэффициент диффузии газа в воздухе, м2/с (0.01-0.2).

Для исследования максимальной концентрация при кратковременном выделении вредных веществ для точечного источника:

A - константа, по предварительным расчетам A = 0.11;

M - мощность выброса, мг/с (10-100);

t - определяемая технологами возможная продолжительность аварии с большими выделениями вредных веществ, с (10-70);

x - расстояние от источника, м (5-50).

Для исследования максимальной концентрация при кратковременном выделении вредных веществ для линейного источника:

A - константа, по предварительным расчетам A = 0.17;

M1 - мощность выброса, мг/(с\*м) (10-100).

t - определяемая технологами возможная продолжительность аварии с большими выделениями вредных веществ, с (10-70);

x - расстояние от источника, м (5-50).

В результате работы программы на терминале компьютера появляется набор искомых числовых величин с комментариями, а именно:

* количество газа вытекающего из оборудования под давлением, кг/ч;
* количество вредных веществ выделяющихся из оборудования при разряжении, г/с;
* максимальная концентрация при кратковременном выделении вредных веществ для точечного источника, мг/м3;
* максимальная концентрация при кратковременном выделении вредных веществ для линейного источника, мг/м3.

Программа, производящая исследование утечки газа в аварийных режимах, написана на языке Javascript и встроена в текст гипертекстового документа, просмтр которого возможен броузером Интернет типа Internet Explorer в ОС Windows95.

Для запуска программы необходимо открыть в браузере Интернет файл index.html. Ввод данных осуществляется путем заполнения соответствующих полей с клавиатуры. Вычисления производятся при нажатии указателем мыши на клавишу “Вычислить результат”.

Выводы

Отметим инженерные решения, обеспечивающие чистоту атмосферного воздуха на химических и нефтехимических предприятиях по санитарно-гигиеническим и технико-экономическим показателям.

По санитарно-гигиеническим показателям на первом месте находятся все инженерные мероприятия, уменьшающие выделения вредных веществ в атмосферу. Даже если эти мероприятия связаны со значительными капитальными и эксплуатационными затратами, они могут оказаться выгоднее, если учесть ущерб, наносимый вредными веществами в атмосфере промышленным предприятиям: ускорение износа технологического оборудования и конструкций зданий, коррозия металлов и дополнительные нагрузки в результате выпадения твердых частиц на перекрытия, в воздуховодах и на поверхности оборудования, организация, благоустройство и эксплуатация санитарно-защитных зон, площадь которых можно уменьшить, сокращая выбросы вредных веществ.

Ущерб, наносимый персоналу предприятий и населению, не занятому на данном производстве, выражается в ухудшении условий труда, увеличении заболеваемости и травматизма, увеличении затрат на медицинское обслуживание населения и выплаты по социальному страхованию.

Ухудшается также состояние окружающей среды, вызывающее деградацию лесного хозяйства и сельскохозяйственных угодий, ускоряется износ жилого фонда и коммунального хозяйства, загрязняются водоемы, ухудшается работа дорожного хозяйства, транспортных средств и средств связи и др.

В настоящее время ведутся исследования всех указанных видов ущерба и разрабатываются укрупненные показатели зависимости ущерба от выброса вредных веществ, принятых инженерных решений для защиты атмосферы, характерных метеорологических условий для данной местности и других факторов.

Рациональный выбор места для промышленного узла и жилого района, ширины защитной зоны, их планировка не требуя сравнительно больших затрат может в значительной мере способствовать наилучшему проветриванию этих территорий, сокращению плохо проветриваемых зон аэродинамической тени и предотвращению переноса вредных веществ из промузла в жилой район. Для выбора оптимального места для промузла и жилого района и их планировки необходимы данные о метеорологических условиях в местности, где предполагается строительство, за возможно более длительный срок. Во многих случаях, особенно в новых районах Сибири, Дальнего Востока, Средней Азии, таких данных недостаточно. Поэтому целесообразно начинать их сбор еще до разработки первых стадий проекта промышленного узла. Затраты на экспедиции для проведения измерений вполне окупаются принятием обоснованного решения.

Нахождению оптимального решения планировки промышленного узла и жилых районов во многом может способствовать моделирование распространения вредных веществ. Физическое моделирование, широко применяемое для решения вопросов водоснабжения и обеспечения чистоты рек, к сожалению, не используется при проектировании охраны атмосферного воздуха. Проведение исследований в специальных аэродинамических трубах позволило бы избежать многих неудачных планировок промышленных узлов и населенных пунктов.

Создание лабораторий, оснащенных аэродинамической трубой и комплектом необходимых приборов, которыми могли бы пользоваться все проектные институты и действующие предприятия, проводящие реконструкцию в целях улучшения состояния атмосферы на промузле и в жилом районе могли бы способствовать успешному решению поставленной задачи.

Особо нужно остановиться на целесообразности применения высоких труб для выброса загрязненного воздуха в верхние слои атмосферы. Несмотря на кажущуюся техническую доступность, дешевизну и надежность достижения малых концентраций вредных. веществ в приземном слое атмосферы, при строительстве высоких труб нужно учитывать, что увеличивается район загрязнения, хотя и с меньшими концентрациями. При строительстве (проектировании) высоких труб необходимо учитывать фон, который может быть создан выбросами из высоких труб соседних промышленных узлов. Высокие трубы приходится устанавливать в случаях, для которых в настоящее время нет достаточно эффективных способов очистки. Но необходимо во избежание глобального загрязнения атмосферы предусматривать в проектах место и возможность в дальнейшем устройства очистных сооружений, рассматривая выброс через высокие трубы как временное устройство. При установке высоких труб рекомендуется централизовать выбросы и вместо нескольких труб строить одну-две трубы. Это дает уменьшение суммарной стоимости труб и обеспечивает меньшие концентрации вредных веществ в приземном слое атмосферы при том же диаметре и высоте труб.

Таким образом, в настоящее время имеются инженерные решения, рациональное применение которых дает возможность обеспечить чистоту приземного слоя воздуха на химических и нефтехимических предприятиях и в прилегающих к ним населенных пунктах с минимальными капитальными и эксплуатационными затратами.