

В. Ф. Е ф и м о в

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОПАСНОСТИ ТЕХНОГЕННЫХ АВАРИЙ И ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Показано, что одним из важнейших факторов защитных мероприятий по снижению числа пострадавших при техногенных авариях является время эвакуации из зоны действия поражающих факторов. Проведен анализ временных параметров динамики развития химической аварии, в том числе поражающих факторов. Определены основные составляющие времени, необходимого для проведения защитных мероприятий и экстренной эвакуации людей из опасной зоны.

Не останавливаясь на многочисленных причинах сохранения высокого уровня техногенных угроз, отметим, что в нашей стране главная причина техногенных катастроф заключается в значительной (50...80%) выработке ресурсов основных фондов. Многие важнейшие объекты энергетической, транспортной, нефтяной, газовой, химической промышленности, машиностроительного комплекса работают за пределами проектного ресурса, что является прямой предпосылкой для возникновения аварий.

Машиностроительная отрасль в целом и ее отдельные предприятия при реализации своей основной деятельности максимально зависят от состояния инфраструктуры страны, степени износа основных фондов и от сложных процессов внутри самой отрасли.

Наиболее опасными для предприятий любого профиля являются аварии с быстроразвивающимися поражающими факторами (ПФ), к которым можно отнести, в первую очередь, аварии на химически опасных объектах, пожары и взрывы.

Обеспечение безопасности людей при авариях техногенного характера, взрывах, пожарах и других чрезвычайных ситуациях (ЧС) — это одна из важнейших задач любого предприятия, в том числе и машиностроительного [1]. Защита персонала такого объекта (предприятия) при любом типе аварии может быть реализована посредством экстренной эвакуации из зоны воздействия ПФ аварии. В действующих стандартах [2] и правилах безопасности приведены параметры защиты людей в виде временных факторов:

$$T_{\text{нб}} \geq T_{\text{н.э}} + T_{\text{эв}},$$

где $T_{нб}$ — время, необходимое для спасения людей; $T_{н.э}$ — время задержки начала эвакуации; $T_{эв}$ — время эвакуации (движения людей в безопасную зону).

В настоящее время существуют различные подходы к определению и времени задержки начала эвакуации ($T_{н.э}$).

Исследования, проведенные в различных странах, показали, что среднее время задержки начала эвакуации может составлять несколько минут и существенно влияет на общее время эвакуации из здания. Факторами, влияющими на $T_{н.э}$, могут быть тип системы оповещения, назначение здания, тренированность эвакуируемых, их эмоциональные и возрастные характеристики и т.д.

В существующем британском стандарте ДД 240 время задержки начала эвакуации определяется только типами здания и системы оповещения, а его среднее арифметическое значение составляет ≈ 5 мин.

В 2005 г. был разработан новый документ для строительного комплекса Москвы [2], в котором время $T_{н.э}$ также ставится в соответствие типу системы оповещения и назначению здания, а его среднее арифметическое значение составляет ≈ 4 мин.

Анализ последствий реальных экстремальных ситуаций, пожаров, аварий техногенного характера показывает, что при организации экстренной эвакуации людей как основного способа их защиты недостаточно оперировать только параметрами $T_{н.э}$ и $T_{эв}$. Главными причинами тяжелых последствий несвоевременной эвакуации людей в безопасную зону можно назвать следующие факторы: отсутствие на местах технических средств обнаружения поражающего фактора, что требует введения параметра $T_{обн}$; отсутствие технических средств оповещения, алгоритмов принятия решения об эвакуации, что требует введения параметра $T_{опов}$; недостаточные обученность и тренированность спасаемых, что учитывается параметром $T_{эв.к}$; недостаточная подготовка дежурного персонала, способного организовать экстренную эвакуацию людей.

Интервал времени, на котором достигается необходимая степень защиты персонала ($T_{дост.необх.заш}$), — это время последовательной реализации необходимых защитных мероприятий.

Некоторые мероприятия выполняются с помощью технических средств и поэтому время их реализации зависит еще и от технических характеристик этих средств (с учетом целого ряда субъективных факторов). К ним относятся средства обнаружения факта аварии. Следовательно, время $T_{обн}$ целиком зависит от технических средств, с помощью которых определяется опасность и соответствующая информация доводится до дежурных служб отдела управления.

В этот фактор времени входят также оценка обстановки дежурной сменой предприятия, принятие решения об эвакуации и доведение принятого решения до всего персонала.

Анализ времени, необходимого для спасения людей. Анализ рассмотренных подходов к определению времени, необходимого для спасения людей, показывает, что рекомендации по его определению носят достаточно общий характер и не учитывают специфику той или иной техногенной аварии — время формирования полей ПФ, время реализации их поражающего действия, уровень создаваемых полей ПФ и т.п.

В качестве примера рассмотрим временные параметры и динамику развития техногенной *химической аварии* как одной из наиболее вероятных на предприятиях машиностроения.

Поражающим фактором такой аварии будет токсичное химическое вещество (ТХВ), вызывающее различные поражения у людей, находящихся на предприятии — 1 и 2-я степени тяжести поражения и летальный исход (пороговые эффекты).

Исходя из условий достижения максимальной защиты людей, оказавшихся в зоне аварии, главным критерием должна быть принята пороговая доза токсичных веществ (токсодоза PD), при которой воздействие ТХВ ощущается без снижения работоспособности персонала. При этом $PD = PC\tau$, где C — концентрация ТХВ в месте пребывания людей; τ — время набора (экспозиции) пороговой токсодозы; P — признак пороговой дозы (концентрации).

Такое поражающее действие может быть достигнуто на интервале времени от момента начала набора токсодозы (начало экспозиции) $t_{\text{нач.эксп}}$ до момента достижения верхнего предела PD ($t_{\text{дост}} PD$), поэтому, исходя из условия максимальной безопасности людей, следует принять τ , равным минимально допустимому значению времени набора пороговой экспозиционной дозы $\tau_{\text{мин}} = T_{\text{доп.эксп}}$ в момент достижения пороговой токсодозы ($t_{\text{нач.эксп}}$):

$$T_{\text{доп.эксп}} = t_{\text{дост}}PD - t_{\text{нач.эксп}}.$$

Следует также учесть, что важным параметром химической аварии является время подхода переднего фронта зараженного облака к зоне размещения людей. Если предположить, что время подхода переднего фронта облака ТХВ к объекту будет равно $t_{\text{подх}}$, то соответствующий ему временной интервал будет лежать в пределах от момента времени начала аварии $t_{\text{нач.ав}}$ до момента времени подхода облака, т.е.

$$T_{\text{подх}} = t_{\text{подх}} - t_{\text{нач.ав}}.$$

С момента подхода переднего фронта облака ТХВ к объекту начинается набор экспозиционной токсодозы, поэтому

$$t_{\text{подх}} = t_{\text{нач.эксп}}.$$

Линейный временной график развития ПФ химической аварии приведен на рис. 1, из которого видно, что интегральным параметром

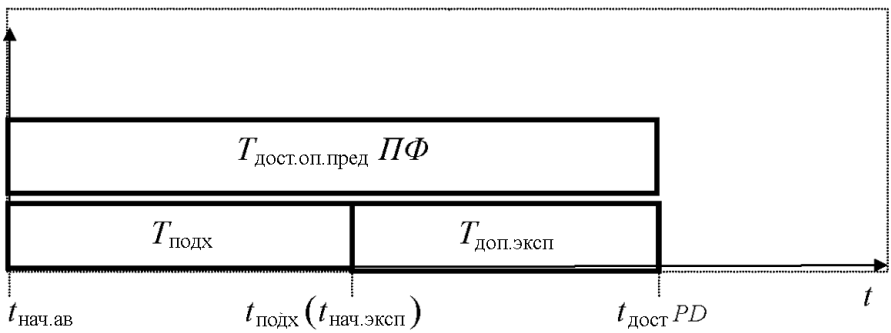


Рис. 1. Линейный временной график развития ПФ химической аварии

опасности химической аварии может считаться временной интервал, равный сумме времени подхода зараженного облака и времени набора допустимой экспозиционной токсодозы, т.е. времени достижения опасного предела ПФ

$$T_{\text{дост.оп.пред ПФ}} = T_{\text{подх}} + T_{\text{доп.эксп}}$$

Анализ времени проведения мероприятий защиты. Поскольку защита персонала предприятия при аварии с выбросом ТХВ представляет собой последовательность определенных мероприятий, то очевидно, что ее основной количественной характеристикой будет интервал времени, в течение которого всему персоналу, оказавшемуся в зоне аварии, будет предоставлена необходимая степень защиты, $T_{\text{дост.необх.защ}}$.

Тогда $T_{\text{дост.необх.защ}}$ — это интервал времени от момента начала аварии до момента достижения необходимой степени защиты, при этом этот интервал времени может рассматриваться как сумма времен таких основных мероприятий, как обнаружение факта химической аварии $T_{\text{обн}}$; оповещение защищаемого персонала об опасности $T_{\text{опов}}$; экстренная эвакуация защищаемых людей из зоны аварии $T_{\text{эвак}}$, следовательно,

$$T_{\text{дост.необх.защ}} = T_{\text{обн}} + T_{\text{опов}} + T_{\text{эвак}}$$

В свою очередь, $T_{\text{опов}}$ представляет собой последовательность таких мероприятий, как оценка обстановки, принятие решения о проведении эвакуации и доведение необходимой информации до защищаемого персонала. Следовательно,

$$T_{\text{опов}} = T_{\text{оц.обст}} + T_{\text{прин.реш}} + T_{\text{дов.инф}}$$

Параметр $T_{\text{эвак}}$ состоит из времени, необходимого для сбора людей, $T_{\text{сб}}$, и времени их движения до безопасной зоны $T_{\text{движ}}$:

$$T_{\text{эвак}} = T_{\text{сб}} + T_{\text{движ}}$$

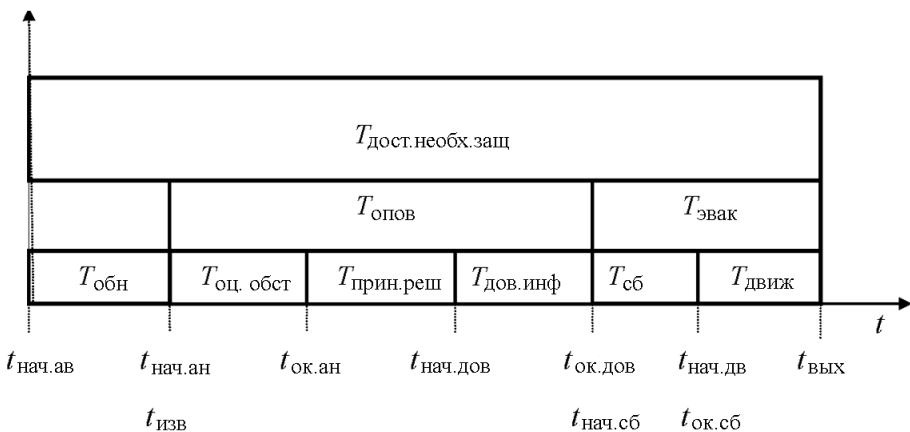


Рис. 2. Временной линейный график достижения необходимой степени защиты при аварии с выходом АХОВ

Временной линейный график достижения необходимой степени защиты при аварии с выходом ТХВ приведен на рис. 2, где обозначено: $t_{\text{нач.ав}}$ — время начала аварии; $t_{\text{изв}}$ — время получения извещения об опасности; $t_{\text{нач.ан}}$ и $t_{\text{ок.ан}}$ — время начала и время окончания анализа данных об аварии соответственно; $t_{\text{нач.дов}}$ и $t_{\text{ок.дов}}$ — время начала и время окончания оповещения защищаемого персонала; $t_{\text{нач.сб}}$ и $t_{\text{ок.сб}}$ — время начала и время окончания сборов эвакуируемых соответственно; $t_{\text{нач.дв}}$ — время начала движения эвакуируемого персонала; $t_{\text{вых}}$ — время выхода последнего эвакуируемого из зоны аварии.

Таким образом, временную характеристику защиты персонала предприятия можно представить следующим выражением:

$$T_{\text{дост.необх.защ}} = T_{\text{обн}} + T_{\text{оц.обст}} + T_{\text{прин.реш}} + T_{\text{дов.инф}} + T_{\text{сб}} + T_{\text{двиг}}.$$

Время обнаружения $T_{\text{обн}}$ определяется комплексом заблаговременно подготовленных организационно-технических мероприятий: создание дежурных сил и установка технических средств, организация взаимодействия с местными органами МЧС, размещение муниципальной системы оповещения на предприятии и т.д.

Время оценки обстановки $T_{\text{оц.обст}}$ — это время, необходимое дежурным службам и администрации предприятия для правильной оценки ситуации и подготовки решения о необходимости экстренной эвакуации людей из зоны аварии. Оно определяется степенью готовности дежурных служб, их оснащенностью и подготовкой, а также степенью организации связей и взаимодействия с органами МЧС и другими факторами.

Время принятия решения на проведение экстренной эвакуации $T_{\text{прин.реш}}$ может определяться своевременностью, полнотой, достоверностью информации об аварии и рациональным распределением полномочий между администрацией предприятия и дежурными службами.

Время доведения информации до персонала предприятия $T_{\text{дов.инф}}$ зависит от степени готовности службы оповещения, технических средств оповещения, от типа системы оповещения, полноты, надежности и эффективности самого процесса оповещения.

Время сбора $T_{\text{сб}}$ в значительной степени зависит от типа системы оповещения, от подготовки персонала и может быть сокращено благодаря подготовке сотрудников к действиям в условиях аварий, демаркации путей эвакуации, проведению тренировок и учений.

Время движения $T_{\text{движ}}$ — это интервал времени, в течение которого происходит движение людского потока из области воздействия ПФ аварии в безопасную зону. Этот временной интервал формируется по сложным закономерностям, может быть описан математически, а его величина определяется практически или алгоритмически.

Выводы. В качестве параметра развития химической аварии был выбран временной интервал, на котором достигается опасный предел ПФ — время набора минимальной пороговой экспозиционной токсодозы — $T_{\text{дост.оп.пред}}$ ПФ, а в качестве параметра достижения пределов неуязвимости персонала предприятия — временной интервал, на котором достигается необходимая степень защиты персонала, $T_{\text{дост.необх.защ}}$.

Защищенность персонала предприятия от ПФ химической аварии может быть достигнута при условии, что интегральный параметр $T_{\text{дост.необх.защ}}$ будет меньше интегрального параметра $T_{\text{дост.оп.пред}}$ ПФ.

Проведенный анализ составляющих интегральных параметров позволяет сформулировать требования, предъявляемые к организационным структурам и техническим системам предприятия машиностроения, обеспечивающим безопасность персонала при техногенных авариях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Х о л щ е в н и к о в В. В. Исследования людских потоков и методология нормирования эвакуации людей из зданий при пожаре. – М.: МИПБ МВД России, 1999. – 94 с.
2. ГОСТ 12.1.004–91. “Пожарная безопасность. Общие требования”.
3. МГСН 4.19–2005. “Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий комплексов в г. Москве”.

Статья поступила в редакцию 23.10.2007

Виктор Федорович Ефимов родился в 1952 г., окончил Военную инженерную радиотехническую академию ПВО в 1979 г. Проректор МГТУ им. Н.Э. Баумана по ГО и ЧС. Почетный работник образования РФ, автор 10 научных работ в области защиты при чрезвычайных ситуациях.

V.F. Yefimov (b. 1952) graduated from the Military Engineering Radio-technical Academy of Air Defense in 1979. Vice-rector of the Bauman Moscow State Technical University for Civilian Defense and Emergency. Honored Worker of Education of the Russian Federation. Author of more than 10 publications in the field of defense in emergencies.