

А.Г. АБРАМЯН

О ФОРМАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА РАСЧЕТА ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙНЫХ ВЫБРОСОВ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ

Գնահատվում է թունավոր քիմիական նյութերի վթարային արտանետումների քանակի գնահատման համար անհրաժեշտ մոդելի ընտրության գործընթացի ձևակերպման մի մոտեցում: Առաջարկվում է ծրագրերի տրամաբանական սխեմաների լեզվով ներկայացրված հաշվարկի ալգորիթմ [4]:

Рассматривается подход к формализации процесса выбора модели для расчета количества аварийных выбросов токсичных веществ из резервуаров на основе некоторых исходных данных. Предлагается алгоритм расчета, записанный с использованием языка логических схем программ [4].

Ил. 1. Табл. 1. Библиогр.: 4 назв.

An approach to the model selection process formalization for accidental release amount evaluation of toxic chemical substances from the tanks based on certain initial data is developed. The evaluation algorithm with the use of logic programming language is suggested.

Ил. 1. Table 1. Ref. 4.

Для количественной оценки последствий аварийных ситуаций на хранилищах жидких химикатов как на заводах, так и в процессе транспортировки, выбросов с газопроводов и нефтепроводов, необходимо в первую очередь определить величину расхода с использованием известных моделей и на основании некоторых исходных параметров. В настоящее время в системах автоматизированного расчета последствий техногенных катастроф в основном применяется подход, основанный на экспертной оценке параметров выброса.

В настоящей работе предлагается формализованный алгоритм процесса автоматического выбора модели для расчета количества выбросов на основе некоторых исходных данных [1].

Рассмотрим общую структуру алгоритма расчета аварийных выбросов (см. рис.).

Этап А. Согласно введенным данным, рассматриваются параметры резервуара (объем, размеры) и его содержимого ($H_{\text{жид}}$, $M_{\text{жид}}$, $V_{\text{жид}}$), на основании чего рассчитывается давление паров по общеизвестным моделям, описанным в [2, 3].

Этап Б. Выбор метода расчета основан на алгоритме (рис.), вытекающем из основных понятий термодинамики и парожидкостного равновесия (табл.).

Условия выбора	Тип выброса
1. $T_{\text{кип}} > T_{\text{окр}}, H_{\text{отв}} > H_{\text{жид}}$	Нет выброса
2. $T_{\text{кип}} > T_{\text{окр}}, H_{\text{отв}} < H_{\text{жид}}$	Истечение по закону Бернулли
3. $T_{\text{кип}} < T_{\text{окр}}, H_{\text{отв}} > H_{\text{жид}}$	Дозвуковой или звуковой паровой/газовый выброс
4. $T_{\text{кип}} < T_{\text{окр}}, H_{\text{отв}} < H_{\text{жид}}$	Парожидкостная смесь

Этап В. Согласно выбору на этапе Б производится расчет на основании описанных ниже моделей.

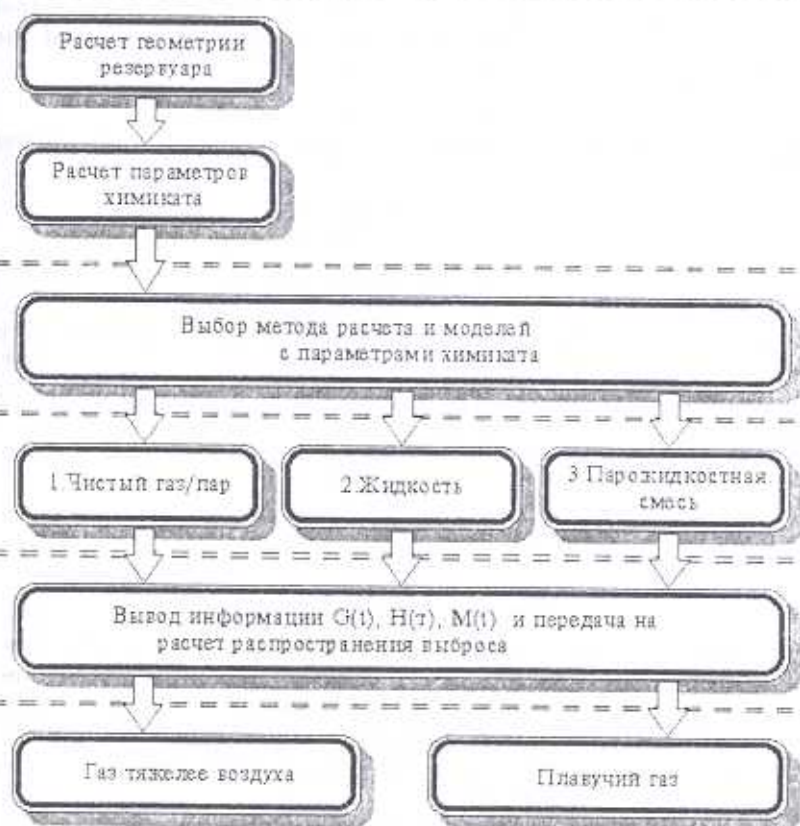


Рис. Структура алгоритма расчета выброса

Модель расчета жидкого выброса. В некоторых случаях возникают выбросы чисто жидкого вещества (рис). Так как описание такого процесса с учетом температуры кипения и давления содержимого достаточно сложно, поэтому рассматривается модель, основанная на классическом методе, описанном еще в работах Бернулли и Торричелли, с некоторыми современными поправками на коэффициент истечения [2, 3]. Уравнение для расчета количества

вещества, истекающего за единицу времени из отверстия в резервуаре, имеет следующий вид:

$$G_{\text{жид}} = C_d A \rho_{\text{жид}} \sqrt{\frac{2(P - P_{\text{окр}})}{\rho_{\text{жид}}} + 2gH_{\text{жид}}}, \quad (1)$$

где $G_{\text{жид}}$ - количество жидкости, вытекающей из отверстия; C_d - коэффициент расхода (0,65...0,98); A - площадь отверстия; $\rho_{\text{жид}}$ - плотность жидкости; P - давление в резервуаре; $P_{\text{окр}}$ - давление окружающей среды; g - ускорение свободного падения; $H_{\text{жид}}$ - высота жидкости над отверстием.

Модель расчета выброса газа/пара. Эта модель используется в случаях, когда имеет место выброс пара. В некоторых случаях скорость истечения струи газа может достигать скорости звука, которая и является максимальной. Для определения типа истечения (дозвуковое или звуковое) используется отношение давлений внутри и снаружи резервуара:

$$r = P / P_{\text{окр}}. \quad (2)$$

Если величина r больше критического значения $r_{\text{крит}}$, определяемого по выражению

$$r_{\text{крит}} = ((\gamma + 1) / 2)^{\gamma / (\gamma - 1)}, \quad (3)$$

где

$$\gamma = C_p / C_v, \quad (4)$$

то имеет место звуковое истечение, а в обратном случае - дозвуковое.

В обоих случаях величина расхода пара определяется по формуле

$$G_{\text{пар}} = \psi C_d A P / a_0, \quad (5)$$

где

$$a_0 = \sqrt{\gamma R T / M}. \quad (6)$$

Здесь $G_{\text{пар}}$ - количество пара, истекающего из отверстия; C_d - коэффициент выброса (0,65...0,98); A - площадь отверстия или трубы; ψ - потоковый фактор, зависящий от скорости истечения; P - давление в резервуаре или в трубе; a_0 - скорость звука для данного газа при температуре T ; R - универсальная газовая константа; M - молекулярная масса газа; T - температура пара/газа в резервуаре или трубе.

Модель расчета выброса парожидкостной смеси. Данная модель используется для описания выбросов веществ с температурой кипения меньше окружающей. Предполагается, что часть жидкости, истекающей из отверстия, в процессе истечения сразу же испаряется. Одним из подходов к определению закипающей части является предположение о том, что процесс протекает настолько быстро, что может быть принят за адиабатический. На основании этого предположения, принимая температуру постоянной, можно записать уравнение теплового баланса в виде

$$G_{\text{кип}} / G_{\text{жид}} = C_p (T - T_{\text{кип}}) / h, \quad (7)$$

где $G_{жид}$ - количество жидкости, вытекающей из отверстия (по выражению (1)); $G_{кип}$ - количество жидкости, закипающей при истечении; C_p - удельная теплоемкость жидкости (при температуре между T и $T_{кип}$); T - температура жидкости в резервуаре; $T_{кип}$ - температура кипения жидкости при окружающем давлении; h - теплота парообразования жидкости.

Этап Г. Формируются выходные данные (масса вещества, время выброса, средний расход и т.д) для последующей передачи моделям расчета распространения выброса в атмосфере. При необходимости имеется возможность расчета мгновенных данных $H(t)$, $M(t)$, $Q(t)$ по истечении произвольного промежутка времени с начала выброса и создания таблиц с некоторым шагом.

Для формализации алгоритма введем следующие операторы:

$$A(a,b) = a + b, \quad (8)$$

$$S(a,b) = a - b, \quad (9)$$

$$M(a,b) = a \times b, \quad (10)$$

$$D(a,b) = a / b \quad (11)$$

$$R(a) = \sqrt{a}, \quad (12)$$

$$\bar{N}() = 0; \text{ нет выброса.} \quad (13)$$

С использованием (8)-(13) перепишем модели (1), (5) и (7):

$$M(C_p, M(A, M(\rho_{жид}, R(A(D(M(2, S(P, P_{окр}))), \rho_{жид})), M(2, M(g, H_{жид}))))),$$

$$M(C_p, M(\psi, D(M(A, P), a_n))),$$

$$D(M(G_{жид}, M(C_p, S(T, T_{кип}))), h).$$

Определим переменные x , y , z и w следующим образом:

$$x = \begin{cases} 1, & \text{если } T_{кип} > T_{окр} \text{ и } H_{отв} > H_{жид} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (14)$$

$$y = \begin{cases} 1, & \text{если } T_{кип} > T_{окр} \text{ и } H_{отв} < H_{жид} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (15)$$

$$z = \begin{cases} 1, & \text{если } T_{кип} < T_{окр} \text{ и } H_{отв} > H_{жид} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (16)$$

$$w = \begin{cases} 1, & \text{если } T_{кип} < T_{окр} \text{ и } H_{отв} < H_{жид} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (17)$$

Таким образом, используя (14)-(17), сформируем следующие четыре предиката:

$$P_1(x,y,z,w) = x \wedge \bar{y} \wedge \bar{z} \wedge \bar{w}, \quad P_2(x,y,z,w) = \bar{x} \wedge y \wedge \bar{z} \wedge \bar{w},$$

$$P_3(x,y,z,w) = \bar{x} \wedge \bar{y} \wedge z \wedge \bar{w}, \quad P_4(x,y,z,w) = \bar{x} \wedge \bar{y} \wedge \bar{z} \wedge w.$$

Используя сформированные предикаты, а также модели (1), (5) и (9), записанные с использованием операторов (8)-(11), получим следующий алгоритм расчета при помощи логических схем программ, описанных в [4]:

$$[W, S, H_{\text{ж}}, M_{\text{ж}}, V_{\text{ж}}, P_1(x, y, z, w) \uparrow^1 N() \downarrow^1 P_2(x, y, z, w) \uparrow^2 M(C_{\text{д}}, M(A, M(\rho_{\text{жид}}, R(A(D(M(2, S(P, P_{\text{окр}})), \rho_{\text{жид}}), M(2, M(g, H_{\text{жид}})))))) \downarrow^2 P_3(x, y, z, w) \uparrow^3 M(C_{\text{д}}, M(\psi, D(M(A, P), a_0))) \downarrow^3 P_4(x, y, z, w) \uparrow^4 D(M(G_{\text{жид}}, M(C_{\text{р}}, S(T, T_{\text{крит}}))), h) \downarrow^4]$$

ЛИТЕРАТУРА

1. **Абрамян А.Г.** К автоматизации расчета аварийных выбросов из резервуаров. Деп. В АрмНИИНТИ, 05.08.98. № 114-Ар98.
2. **Hanna S.R., Drivas P.J.** Guidelines for use of vapour dispersion models.- New York: American Institute of Chemical Engineers, 1987. - 177 p.
3. **Fryer L.S., Kaiser G.D.** DENZ - A computer program for the calculation of the dispersion of dense toxic or explosive gases in the atmosphere /SRD R 152 UKAEA.- Culcheth, 1979. - P.
4. **Ляпунов А.А.** О логических схемах программ // Проблемы кибернетики. Сб.- М.: Гостехиздат, 1957. - Вып. 1. - С. 57-74.

ГИУА

28.01.1998

Изв. НАН и ГИУ Армении (сер. ТН), т. LI, № 3, 1998, с. 356-360.

УДК 681.515

**АВТОМАТИЗАЦИЯ И
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

А.В. БАРСЕГЯН

МОДЕЛЬ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ПОРТФЕЛЕЙ БАНКА

Նախագծված է բանկի պորտֆելների հաստատարի օպտիմալ կառավարման դինամիկ մոդել, որը ենթադրում է օպտիմալ կառավարումների որոշումը, ի սկզբանե որոշված, վերջնական նպատակին հասնելու համար: Որոշված է օպտիմալության չափանիշը: Առաջարկվում է մոդելի օպտիմալ կառավարման ալգորիթմը:

Разработана динамическая модель оптимального управления системой портфелей банка. Данная модель предполагает определение оптимальных управлений для достижения требуемой, изначально установленной конечной цели. Определен критерий оптимальности. Предлагается алгоритм оптимального управления модели.

Библиогр.: 2 назв.

A dynamic model for optimal management of the bank portfolios system is developed. This model determines the optimal controls for reaching the required, primary established, finite objective. The optimality criterion is determined. An optimal control algorithm of the model is proposed.

Ref. 2.