

МЕТОДИКА

за изчисляване на отделяните опасни вещества

Балансът на опасните вещества служи за определяне на необходимото количество въздух с оглед осигуряване на допустимата им концентрация.

Отделяне на въглероден диоксид (CO_2) от хора.
В резултат на газова дифузия белодробните капиляри отделят заедно с издишания въздух около 5 % по обем CO_2 (табл. 1). Концентрацията на CO_2 в помещение с общо предназначение в някои случаи може да достигне до 1 %. Повишаването на съдържанието на CO_2 предизвиква влошаване на здравословното състояние на хората (табл. 2). Обикновено концентрацията на CO_2 във въздуха на помещенията е под 0,1 %.

Таблица 1
Отделяне на CO_2 от хора

Характер на работата	CO_2	
	l/h	g/h
Покой, умствена работа	23	46
Лека физическа работа	30	60
Тежка физическа работа	45	90
Работа, извършвана от деца до 12 години	12	24

Таблица 2
Влияние на CO_2 върху човешкия организъм

Съдържание на CO_2 (по обем), %	Резултат от действието на CO_2
1 – 2	При непрекъснато действие се нарушава електролитният баланс в тялото на човека.
2	След няколко часа действие се появява слабо главоболие и задух.

Съдържание на CO ₂ (по обем), %	Резултат от действието на CO ₂
3	Силно главоболие, обилно потене, задух
5	Депресивно състояние
6	Влошава се зрението, появяват се тръпки.
10	Загуба на съзнание

Отделяне на газове и пари при химични реакции. Масата на газовете, които се отделят при химични реакции, се определя въз основа на стехиометричните уравнения на тези реакции.

Отделяне на газове и пари от свободна повърхност. Масовият разход на изпаряващ се разтвор ($\dot{m}_g$), съдържащ химични вещества, може да бъде определен с достатъчно приближение по формулата:

$$(1) \quad \dot{m}_g = M(0,352 + 0,786 v_a) \frac{p A}{1000}, \text{ kg/h},$$

където:

M – относителната молекулна маса на изпаряващата се течност;

v_a – скоростта на движение на въздуха над повърхността на течността, m/s;

p – парциалното налягане на парите в наситено състояние при температура 20 °C, Pa (табл. 3);

A – повърхнината на изпарение, m².

Таблица 3

Парциално налягане на наситените пари на някои течности при температура 20 °C

Видове течности	p, Pa	Видове течности	p, Pa
Етилов етер	5720	Бензол	532
Ацетон	3720	дихлоретан	
Етилов алкохол	2000	Анилин,	40
		нитробензол	
		Живак	0,16

Проникване на газове и пари през неплътности. Масовият разход на газове и прегрети пари ($\dot{m}_{pn}$), които се просмукват през неплътностите на работещите под налягане технологични апарати, инсталации и тръбопроводи, се определя по формулата:

$$(2) \quad \dot{m}_{pn} = k \psi V_{ins} \sqrt{\frac{M}{T}}, \text{ kg/h},$$

където:

k – коефициентът на запас, характеризиращ състоянието на технологичното оборудване (k = 1÷2);

ψ – коефициентът, характеризиращ налягането на газовете или парите в инсталацията (табл. 4);

V_{ins} – вътрешният обем на инсталацията, m³;

M – относителната молекулна маса на газовете или парите;

T – абсолютната температура на газовете или парите, K.

Масовият разход на опасни вещества ($\dot{m}_p$), отделящи се чрез салник на помпа, може да бъде определен по формулата:

$$(3) \quad \dot{m}_p = d k \sqrt{10 H_p}, \text{ kg/h},$$

където:

d – диаметърът на вала, mm;

H_p – напорът на помпата, Pa;

k – коефициент, отчитащ състоянието на салника и степента на токсичност на отделянията (k = 0,0002 ... 0,0003).

Таблица 4

Коефициент на налягането ψ

Налягане, МПа	ψ	Налягане, МПа	ψ
До 0,2	0,121	4,1	0,25
0,2	0,166	16,1	0,298
0,7	0,182	40,1	0,31
1,7	0,198	100,1	0,37

Изпарение на различни разтворители и лакове. Масовият дебит на парите на разтворители ($\dot{m}_{slv}$), които се отделят при боядисване или лакиране, се определя по формулата:

$$(4) \quad \dot{m}_{slv} = \frac{m_{pt} \psi}{100} A, \text{ kg/h},$$

където:

m_{pt} – разходът на лаково-бояджийски материали, kg/m²; определя се съгласно табл. 5;

ψ – съдържанието на летливи разтворители в лаково-бояджийския материал, %;

A – повърхнината на изделие, боядисвано или лакирано за един час, m²/h.

Таблица 5

Разход на лаково-бояджийски материали за покритието на изделия в един слой m_{pt} и съдържание на летливи разтворители в тях ψ

Видове материали	Начин на покриване	m_{pt} , kg/m ²	ψ , %
Безцветен аеролак		0,2	92
Нитрозамазка	на ръка	0,1 – 0,18	35÷40
Нитроклей		0,16	80÷85
Цветни аеролакове и емайли	чрез пулверизиране	0,18	75
Маслени лакове и емайли		0,06 – 0,09	35

Газоотделяне при изгаряне на гориво. Масовият дебит на газовете ($\dot{m}_{brn}$), които се отделят при изгаряне на гориво, се определя по формулата:

$$(5) \quad \dot{m}_{brn} = \dot{m}_f g_f, \text{ kg/h},$$

където:

$\dot{m}_f$ – масовият разход на гориво, kg/h;

g_f – масата на продуктите на изгаряне, kg/kg.

В табл. 6 са показани типичните стойности и диапазонът на изменение на масата на продуктите на изгаряне на някои горива.

Таблица 6

Маса на продуктите на изгаряне на някои горива при теоретична маса на въздуха

Видове горива	Маса на продуктите на изгаряне g_f (с отчитане на влагата), kg/kg
Дърва с влажност до 20 %	5,6 ÷ 5,9
Торф с влажност до 25 %	5,5 ÷ 6,5
Кафяви въглища	5,6 ÷ 7,8
Черни въглища	10 ÷ 10,5
Антрацит	10,6 ÷ 11,5
Кокс	9,5 ÷ 11,5
Мазут	14,9
Бензин	15,9
Природен газ	7,5
Генераторен газ	2,46

Газоотделяне при работа на дизелови двигатели. Масовият дебит на газовете ($\dot{m}_d$), които се отделят във въздуха в машинни зали през неплътностите на дизеловите двигатели, се определя по формулата:

$$(6) \quad \dot{m}_d = P(3K_{cl} + 3K_{cr}), \text{ mg/h,}$$

където:

P е ефективната мощност на дизеловия двигател, kW;

K_{cl} и K_{cr} са коефициенти на отделяне в цилиндрите и в картера, чиито стойности са дадени в табл. 7.

Таблица 7

Стойности на коефициентите K_{cl} и K_{cr}

Видове газове	K_{cl}	K_{cr}	Видове газове	K_{cl}	K_{cr}
Акролеин	0,9	0,04	CO ₂	0,0	160
Азотни окиси	0,6	0,0	Въглеводороди	0,7	0,3
Въглероден окис	0,8	1,3			

Газоотделяне при работа на дизелови и карбураторни автомобилни двигатели. Масовият дебит на газове (акролеин и въглеродни окиси) ($\dot{m}_{dk}$), които се отделят в помещението при работа на дизелови и карбураторни двигатели на автомобилите, се определя по формулата:

$$(7) \quad \dot{m}_{dk} = m_{g,f} \dot{m}_f \frac{P}{100}, \text{ kg/h,}$$

където:

$m_{g,f} = 15 \text{ kg/kg}$ е масата на изпускните газове, образуващи се от 1 kg гориво;

$\dot{m}_f$ – разходът на гориво на един автомобил, kg/h;

P – съдържанието на въглеродни окиси или акролеин в изпускните газове, % (табл. 8).

Разходът на гориво от един автомобил, работещ на място или при маневриране, зависи от работния обем (V_{cl}) на двигателя му:

$$(8) \quad \dot{m}_f = 0,6 + 0,8 V_{cl}, \text{ kg/h.}$$

Таблица 8

Съдържание на въглеродни окиси и акролеин в изпускните газове от автомобилните двигатели, %

Режим на работа	Въглеродни окиси	Акролеин
Запалване, загряване на двигателя и излизане на автомобила от мястото му	4	0,15
Отпътуване и маневриране на автомобила при гариране	2	0,13
Регулиране	4	0,15
Изпитване на стенд	3	0,13

Взривоопасност на газове и пари. С повишена взривоопасност се отличават смесите на въздуха с ацетилен, етилен, бензол, метан, CO, NH₃, H₂ и др.

„Долна граница на взривяване“ е минималното съдържание на газ или пара във въздуха, което при източник на огън може да доведе до взрив.

„Горна граница на взривяване“ е максималното съдържание на газ или пара във въздуха, което при източник на огън може да доведе до взрив.

Опасната зона на взривяване лежи между долната и горната граница на взривяване. Типични стойности на границите на взривоопасните концентрации на някои газове и пари са дадени в табл. 9.

Таблица 9

Взривоопасни концентрации на някои газове и пари

Видове газове и пари	Долна и горна граница на взривяване		Видове газове и пари	Долна и горна граница на взривяване	
	по обем, %	по маса, mg/l		по обем, %	по маса, mg/l
NH ₃	16 и 17	111,2 и 187,65	Метан	5,3 и 14	34,45 и 91
Ацетилен	3 и 11	77,1 и 260,7	CO	12,5 и 74	142,5 и 843,6
Бензин	2,3 и 4,9	137 и 281	Етил-ацетат	2,25 и 11	82,4 и 403
Бензол	1,4 и 7	44,66 и 223,3	Етилов алкохол	4 и 19	75,2 и 357,2
H ₂	4,1 и 74	3,362 и 60,68	Етилов етер	1,7 и 26	21,51 и 787,8

Границата на взривяване на газозвъздушни смеси (Ex_{cm}) в % може да бъде определена по формулата:

$$(9) \quad Ex_{cm} = \frac{100}{\frac{V_1}{Ex_1} + \frac{V_2}{Ex_2} + \dots + \frac{V_n}{Ex_n}},$$

където:

$V_1, V_2 \dots V_n$ е съдържанието на отделените газове в сместа (по обем), %;

$Ex_1, Ex_2 \dots Ex_n$ – границата на взривяване на съставните газове (по обем), %.

Концентрацията на газове от гледна точка на осигуряване на взривобезопасност в помещенията на производствените сгради не трябва да превишава 30 % от долната граница на взривяване.“