

# Физико – химические основы горения

---

Расчет коэффициента горючести

Производственные предприятия могут содержать различные вещества, материалы, представляющие потенциальную опасность. Так, многие химические соединения способны гореть, и их воспламенение может привести к пожару. Поэтому необходимо уметь определять возможность горения определенного вещества. Так, все индивидуальные вещества могут быть охарактеризованы коэффициентом горючести.

Коэффициент горючести  $K$  является безразмерным коэффициентом и служит для определения горючести вещества. Рассчитанный коэффициент горючести может быть использован для приближенного вычисления температуры вспышки вещества, а также величины нижнего концентрационного коэффициента распространения пламени.

Для расчета коэффициента горючести можно использовать следующую формулу:

$$K = 4 \cdot n(C) + 4 \cdot n(S) + n(H) + n(N) - 2 \cdot n(O) - 2 \cdot n(Cl) - 3 \cdot n(F) - 5 \cdot n(Br) \quad (1.1)$$

где  $n(C)$ ,  $n(S)$ ,  $n(H)$ ,  $n(N)$ ,  $n(O)$ ,  $2 n(Cl)$ ,  $n(F)$ ,  $n(Br)$  – число атомов соответственно углерода, серы, водорода, азота, кислорода, хлора, фтора и брома в молекуле вещества.

Если коэффициент горючести  $K$  больше или равен единице ( $K \geq 1$ ), то вещество является **горючим**.

При значении  $K$  меньше единицы ( $K < 1$ ) – вещество **негорючее**.

Рассчитаем коэффициент горючести для следующих веществ:

- $C_6H_{12}O_6$
- $H_2CO_3$
- $C_3H_7OH$
- $C_8H_{15}ON_3$
- $C_5H_{11}OH$
- $C_3H_7F_5$
- $S_7Cl_3Br_4$
- $C_2Br_8N_4H_2S_3F_8O_2$

# Составление уравнений реакций горения в кислороде

---

Составляя уравнение реакции горения, следует помнить, что в пожарно-технических расчетах принято все величины относить к 1 молю горючего вещества. Это, в частности, означает, что в уравнении реакции горения перед горючим веществом коэффициент всегда равен 1.

В таблице 1.1. приведены элементы, входящие в состав горючего вещества, и вещества, образующиеся в результате сгорания.

Таблица 1.1

*Состав продуктов горения от состава исходного вещества*

Элементы, входящие в состав горючего вещества	Продукты горения
Углерод С	Углекислый газ $\text{CO}_2$
Водород Н	Вода $\text{H}_2\text{O}$
Сера S	Оксид серы (IV) $\text{SO}_2$
Азот N	Молекулярный азот $\text{N}_2$
Фосфор P	Оксид фосфора (V) $\text{P}_2\text{O}_5$
Галогены F, Cl, Br, I	Галогеноводороды HCl, HF, HBr, HI

Коэффициенты, стоящие в уравнении реакции, называются **стехиометрическими коэффициентами** и показывают, сколько молей (кмолей) веществ участвовало в реакции или образовалось в результате реакции.

Стехиометрический коэффициент, показывающий число молей кислорода, необходимое для полного сгорания вещества, обозначается буквой  $\beta$ .

Составим уравнение реакции горения в кислороде:

- Пропана  $C_3H_8$
- Глицерина  $C_3H_8O_3$
- Аммиака  $NH_3$
- Сероуглерода  $CS_2$

Приложение N 1:  
к Федеральным нормам и правилам  
в области промышленной безопасности  
"Инструкция по локализации и ликвидации  
последствий аварий на опасных  
производственных объектах, на которых  
ведутся горные работы", утвержденной  
приказом Федеральной службы  
по экологическому, технологическому  
и атомному надзору  
от 31 октября 2016 г. N 449

**ИНЖЕНЕРНЫЕ РАСЧЕТЫ,  
ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ В ПОДЗЕМНЫХ  
ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ**

**РАСЧЕТ ВЗРЫВООПАСНОСТИ РУДНИЧНОЙ АТМОСФЕРЫ**

Расчет взрывоопасности рудничной атмосферы выполняется по сумме горючих газов - метана (CH<sub>4</sub>), оксида углерода (CO) и водорода (H<sub>2</sub>) в смеси с кислородом (O<sub>2</sub>).

Взрывоопасность рудничной атмосферы рассчитывается в следующем порядке:

рассчитывается общее содержание в рудничной атмосфере горючих газов  $C_G$ , %, по формуле:

$$C_G = C_{CO} + C_{CH_4} + C_{H_2}, \quad (1)$$

где:  $C_{CO}$  - концентрация оксида углерода в рудничном воздухе, %;

$C_{CH_4}$  - концентрация метана в рудничном воздухе, %;

$C_{H_2}$  - концентрация водорода в рудничном воздухе, %.

рассчитывается доля CO, CH<sub>4</sub> и H<sub>2</sub> в смеси по формулам:

$$P_{CO} = \frac{C_{CO}}{C_G}, \quad (2)$$

$$P_{CH_4} = \frac{C_{CH_4}}{C_G}, \quad (3)$$

$$P_{H_2} = \frac{C_{H_2}}{C_G}. \quad (4)$$



При этом должно выполняться условие

$$P_{CO} + P_{CH_4} + P_{H_2} = 1. \quad (5)$$

Взрывоопасность рудничной атмосферы определяется по треугольникам взрываемости, представленным на рисунках 1 - 6 настоящего приложения. Для этого на рисунках 1 - 6 находится треугольник взрываемости, соответствующий рассчитанному по формуле (2) настоящего приложения значению  $P_{CO}$ , наносится точка с координатами (Cг, O2), где O2 - концентрация кислорода в рудничном воздухе, %. Если нанесенная точка находится внутри треугольника взрываемости, соответствующего рассчитанному по формуле (3) настоящего приложения значению  $P_{CH_4}$ , рудничная атмосфера находится во взрывоопасном состоянии.

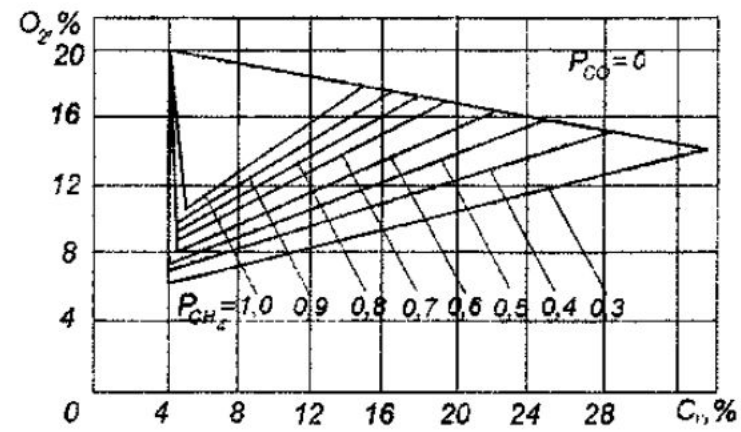


Рис. 1. Треугольник взрываемости при  $P_{CO} = 0,0$

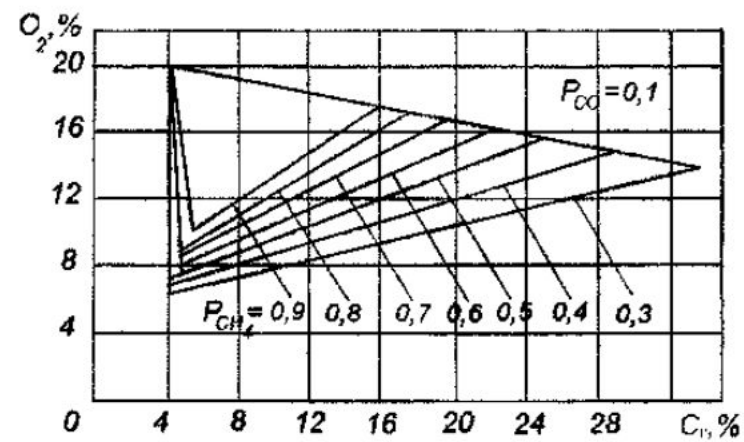


Рис. 2. Треугольник взрываемости при  $P_{CO} = 0,1$

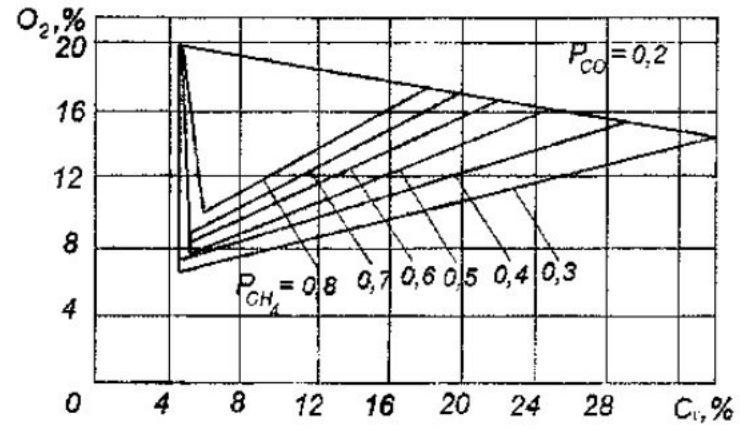


Рис. 3. Треугольник взрываемости при  $P_{CO} = 0,2$

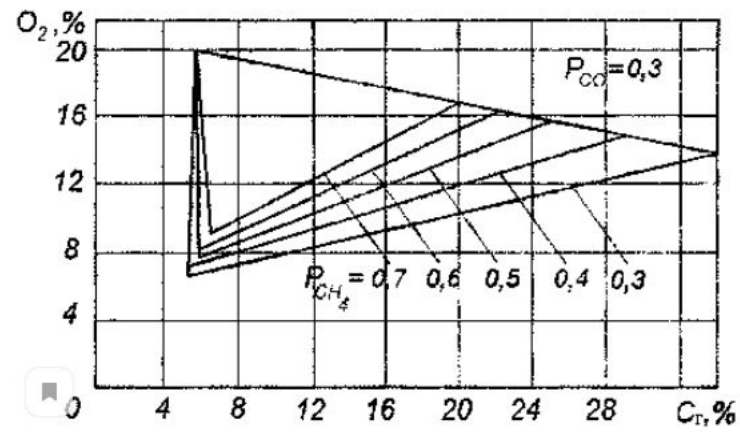


Рис. 4. Треугольник взрываемости при  $P_{CO} = 0,3$

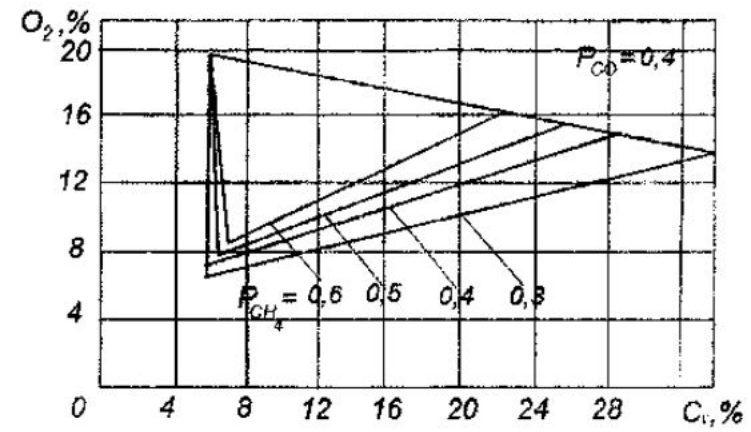


Рис. 5. Треугольник взрываемости при  $P_{CO} = 0,4$

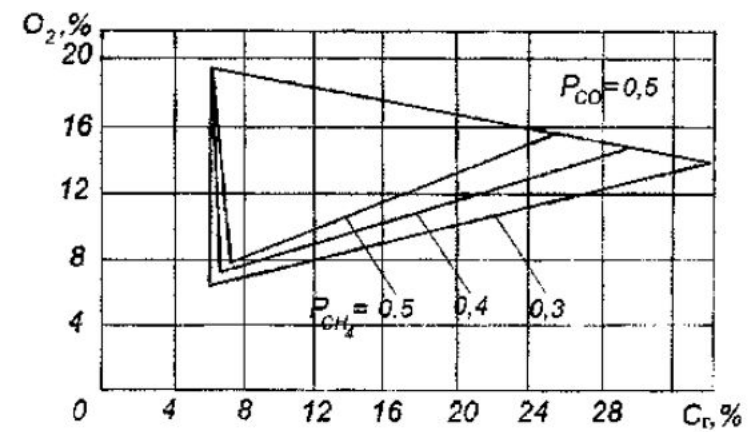


Рис. 6. Треугольник взрываемости при  $P_{CO} = 0,5$