

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

Тема: Расчет температуры и времени самонагрева.

Цель работы: Закрепить необходимые навыки для выполнения данных практических занятий.

Результат выполнения практической работы № 5 - овладение умениями при проведении расчетов температуры и времени самонагрева:

Содержание работы:

1. Расчет температуры и времени самонагрева.
2. Расчет йодного числа жиров и масел.

ОПИСАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Самовозгорание – возникновение горения в результате превышения скорости тепловыделения за счет протекания внутренних экзотермических процессов над скоростью теплоотдачи в окружающую среду.

В зависимости от причины, вызывающей процесс первоначального саморазогрева вещества, различают три вида самовозгорания: микробиологическое, химическое, тепловое. В большинстве случаев процесс самовозгорания – это комбинация различных процессов, имеющих определенную первопричину.

Основными параметрами, характеризующими степень пожарной опасности вещества при самовозгорании являются:

Температура самонагрева – это самая низкая температура, при которой в веществе или материале, находящемся в атмосфере воздуха, возникают практически различные экзотермические процессы окисления, разложения и др. Температура самонагрева является самой низкой температурой вещества, нагревание до которой может потенциально привести к его самовозгоранию. Эта температура, определяемая по методике ВНИИПО, характеризует условия безопасного длительного нагрева вещества. Безопасной температурой постоянного нагрева данного вещества или материала следует считать температуру, не превышающую 90 % от температуры самонагрева.

✓ **Температура тления при самовозгорании** - это температура твердого вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций окисления твердых продуктов разложения, приводящее к возникновению очага тления.

✓ **Условия теплового самовозгорания** - это экспериментально выявленная зависимость между температурой окружающей среды, массой вещества и временем (время самонагрева) до момента его самовозгорания.

Температура самонагрева определяется опытным путем, но существуют и расчетные методы.

Для вычисления температуры самонагрева и времени нагрева твердого материала предложены следующие формулы:

$$\lg t = A_p + n_p \lg S$$

$$\lg t = A_b - n_b \lg \tau,$$

где t – температура окружающей среды, °C; A_p, n_p, A_b, n_b – константы, определяемые из опыта; S – удельная поверхность образца, m^{-1} ; τ – время нагревания образца, ч.

Удельная поверхность определяется отношением площади поверхности образца к объему образца.

, $S = \frac{S'}{V}$ где S' - площадь полной поверхности; V – объем.

Для конуса площадь полной поверхности и объем определяются по формулам

$$S_{\text{кон}} = \pi r l \quad V_{\text{кон}} = \frac{1}{3} \pi r^2 h \quad h = \sqrt{l^2 - r^2}$$

Для цилиндра площадь полной поверхности и объем определяются по формулам

$$S_{\text{кон}} = 2\pi r(h + r) \quad V_{\text{цил}} = \pi r^2 h$$

Температура самонагревания многих горючих веществ и материалов равна или ниже обычной температуры в помещениях, т. е. ниже 17—25 °C.

Вещества, имеющие температуру самонагревания ниже 50°C условно выделили в отдельную группу (например, порошки железа, кобальта, никеля) и стали называть *пирофорными веществами*.

К тепловому самовозгоранию склонны масла, жиры, каменные угли и некоторые химические вещества. Минеральные масла представляют собой смесь в основном предельных углеводородов, окисляющихся на воздухе при высоких температурах. Отработанные минеральные масла способны к самовозгоранию, так как содержат непредельные соединения.

Растительные и животные масла и жиры представляют собой смесь глицеридов жирных кислот: предельных пальмитиновой $C_{15}H_{31}COOH$ и стеариновой $C_{17}H_{35}COOH$, непредельных олеиновой $C_{17}H_{33}COOH$, линолевой $C_{17}H_{31}COOH$, линоленовой $C_{17}H_{29}COOH$ и др. Глицериды предельных кислот окисляются при температурах выше 150°C и не способны самовозгораться. Масла, содержащие большое количество глицеридов непредельных кислот, способны самовозгораться. О количестве глицеридов непредельных кислот в масле и жире судят по их йодному числу, т.е. по количеству йода, поглощенному 100 г масла. Чем больше йодное число масла или жира, тем большую пожарную опасность они представляют.

Пример 1. Определить температуру и время самонагревания кипы сена размером 0,8×0,8×0,8 м.

Решение.

1) Определяем удельную поверхность кипы. Для этого нужно знать площадь полной поверхности кипы и объем кипы:

$$S' = 6a^2; \quad a=0,8 \text{ м}; \quad S' = 6 \times 0,8^2 = 3,84 \text{ м}^2 - \text{площадь полной поверхности}$$

$$V = a^3; \quad V = 0,8^3 = 0,512 \text{ м}^3 - \text{объем}$$

$$S = \frac{S'}{V} = \frac{3,84}{0,512} = 7,5 \text{ м}^{-1}$$

- удельная поверхность теплоотвода

2) Определяем температуру самонагревания кипы:

$\lg t = A_p + n_p \lg S$, где t - температура окружающей среды, °C; A_p , n_p – константы, определяются по таблице №2 приложений); S - удельная поверхность образца.

$$A_p = 2,103 \quad n_p = 0,109 \quad \lg 7,5 = 0,875$$

$$\lg t = 2,103 + 0,109 \cdot \lg 7,5 = 2,103 + 0,109 \cdot 0,875 = 2,198$$

$$\lg t = 2,198$$

По таблице значений антилогрифмов, не обращая пока внимания на характеристику, по мантиссе 198 находим значение 1578. В характеристике логарифма цифра 2, следовательно, в найденном значении антилогрифма слева нужно оставить 2+1 значащих цифры. Получаем 157,8.

$$t \approx 158 \text{ °C}$$

3) Определяем время нагревания кипы:

$$\lg t = A_e - n_e \lg \tau,$$

где t -температура окружающей среды, °C; A_e , n_e – константы, определяются по таблице №2 приложений); τ – время нагревания образца в часах.

$$A_e = 2,311 \quad n_e = 0,058$$

$$\lg 158 = 2,311 - 0,058 \lg \tau \quad 2,311 - 2,198 = 0,058 \lg \tau$$

Находим $\lg 158$ по таблице «Мантиссы десятичных логарифмов» - 1987.

Характеристика логарифма содержит столько единиц, сколько цифр в целой части числа без одной. В нашем случае $3 - 1 = 2$. Следовательно, искомое число $\approx 2,199$

$$\text{Находим } \lg \tau = 1,9483.$$

$$\tau = 89 \text{ час.}$$

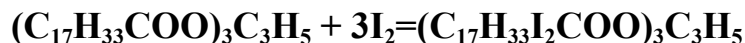
Вывод: при попадании влаги кипа сена нагреется до температуры $t = 158^\circ\text{C}$ за время $\tau = 89 \text{ час.}$, возможно самовозгорание.

Определение йодного числа.

Задача 2.

Определить йодное число свиного жира состава, указанного в таблице.

1. Глицериды пальмитиновой и стеариновой кислот являются предельными, поэтому при низких температурах не присоединяют йод.
2. Записываем химическое уравнение окисления йодом глицерида олеиновой кислоты:

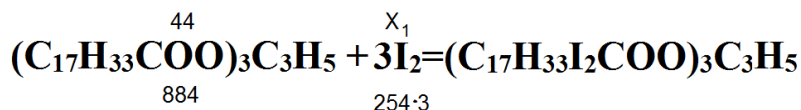


3. Определяем молярную массу глицерида олеиновой кислоты и йода:

$$M[(\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COO})_3\text{C}_3\text{H}_5] = 12 \cdot 57 + 1 \cdot 104 + 16 \cdot 6 = 884 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{I}_2) = 127 \cdot 2 = 254 \text{ г/моль}$$

4. Определяем количество йода, присоединяющегося к глицериду олеиновой кислоты



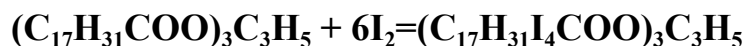
Составляем пропорцию: к 44 г глицерида присоединяется йода

884 г – 254·3 г йода

44 г – x_1

$$x_1 = \frac{44 \cdot 254 \cdot 3}{884} = 37,93 \text{ г}$$

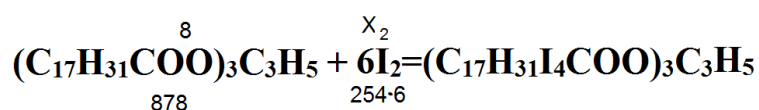
5. Записываем химическое уравнение окисления йодом глицерида линолевой кислоты:



6. Определяем молярную массу глицерида линолевой кислоты:

$$M(\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COO})_3\text{C}_3\text{H}_5 = 12 \cdot 57 + 1 \cdot 98 + 16 \cdot 6 = 878 \text{ г/моль}$$

7. Определяем количество йода, присоединяющегося к глицериду линолевой кислоты



к 8 г глицерида присоединяется йода

878 г – 254·6

8 г – x_2

$$x_2 = \frac{8 \cdot 254 \cdot 6}{878} = 13,89 \text{ г}$$

8. Йодное число свиного жира данного состава равно:

$$m(\text{I}_2) = x_1 + x_2 = 37,93 + 13,89 = 51,82 \text{ г}$$

Ответ: йодное число свиного жира 51,82 г, свиной жир данного состава практически не склонен к самовозгоранию.