

УДК 542.92

ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЛЕЙ

Е.В.Анцупов, С.М.Родивилов

Институт проблем горения, 050012 г.Алматы, ул. Богенбай батыра, 172
antsupov07@rambler.ru

Аннотация

Рассмотрена динамика разложения при нагревании до 1000 °С более 140 неорганических веществ. Показано, что только несколько веществ не разлагаются при плавном нагреве до этой температуры.

Ключевые слова: нагревание, разложение, соли, термогравиметрия

Введение

Как известно, при нагревании веществ происходит их разложение на отдельные молекулы и атомы. В литературе, чаще всего, приводятся температуры плавления, разложения и кипения солей и очень редко приведена динамика их разложения.

Для изучения процессов, происходящих при воздействии на пламя порошковых ингибиторов, которые в большинстве своем представляют неорганические соли, необходимо знать какие превращения происходят с веществами при высоких температурах.

Порошковые ингибиторы тушения пламен при воздействии на пламя также подвергаются нагреву, и в зоне горения происходит их разложение.

Постепенное нагревание веществ и кратковременное воздействие высокой температуры на них, это несколько разные процессы. Однако термическое разложение может показать пути преобразования веществ в газовой и конденсированной фазах. В данной работе приведены данные о термическом разложении солей, взятые из литературы, а также показаны результаты термогравиметрического анализа многих неорганических солей.

Экспериментальная часть

Термогравиметрический анализ порошков солей выполнялся с помощью дериватографа Q-1500D. Порошки имели частицы размером менее 80 мкм, к солям был добавлен аэросил АМ-1-300 в количестве 1,5 % мас. от навески, которая составляла 50 мг. Скорость нагрева составляла 10 градусов в минуту.

Результаты термогравиметрического анализа зависят от многих факторов: скорости нагрева, формы тиглей, величины навески, наличия окислительной или инертной среды в тигле [1]. Кроме того, присутствие аэросила также изменяет вид термограммы [2]. Поэтому приведенные в таблице данные, полученные нами, (выделенные курсивом) могут несколько отличаться от литературных.

Кристаллизационная вода, как правило, выделяется до 300 °С. Температура выделения кристаллизационной воды не считалась температурой разложения вещества.

Как хорошо известно, карбонаты щелочных металлов разлагаются на оксиды металлов и CO_2 , термическая устойчивость карбонатов при переходе от Li к K возрастает, а затем от калия к цезию уменьшается. Летучесть сульфатов изменяется по ряду $\text{Li} > \text{Na} < \text{K} < \text{Rb} < \text{Cs}$, а термическая устойчивость – по ряду $\text{Li} < \text{Na} < \text{K}, \text{Rb}, \text{Cs}$. Азиды щелочных металлов при нагревании разлагаются на элементы еще до достижения температур плавления. Безводные карбонаты не щелочных металлов, как правило, разлагаются еще до достижения точки плавления, кроме Ti_2CO_3 [3].

Анализ таблицы показывает, что бикарбонаты натрия и калия разлагаются при температурах ниже соответствующих карбонатов. По увеличению термической устойчивости карбонаты можно расположить в ряд: $\text{NaHCO}_3 < (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 < \text{KHCO}_3 < \text{MnCO}_3 < \text{CoCO}_3, \text{PbCO}_3 < \text{CaCO}_3 < \text{Li}_2\text{CO}_3, \text{KNaCO}_3 < \text{Na}_2\text{CO}_3 < \text{K}_2\text{CO}_3$.

Сульфаты располагаются в ряд: $\text{NH}_4\text{HSO}_4 < \text{Cs}_2\text{SO}_4 < \text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} < (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 < \text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} < \text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} < \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}, \text{NaHSO}_4, \text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} < \text{CoSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}, \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O} < \text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} < \text{MgSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} < \text{K}_2\text{SO}_4$.

Аммонийные соли: $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 < (\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O} < (\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7, < \text{NH}_4\text{Br},$
 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 < \text{NH}_4\text{HSO}_4, \text{NH}_4\text{I} < \text{NH}_4\text{F} < \text{NH}_4\text{Cl}, \text{Co}(\text{NH}_4)\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} < (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 < \text{NH}_4\text{BF}_4$
 $\text{NH}_4\text{NO}_3 < \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 < \text{NH}_4\text{VO}_3, < \text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}.$

Таблица - Термическое разложение веществ при нагревании

Вещество	Характер поведения при термическом разложении
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	Термическое разложение $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ начинается при 530 °С и заканчивается (образованием Al_2O_3) при 860 °С. Сильно вспучивается и превращается в губчатую массу. При температуре красного каления разлагается с образованием SO_3 и Al_2O_3 [4]. Температура разложения 770 °С [5]. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O} = \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{SO}_3 + 18\text{H}_2\text{O}$ <i>До температуры 1000 °С теряется ≈ 72 % массы. С 80 °С выделяются пары воды, выше 700 °С происходит разложение на SO_3 и Al_2O_3. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: H_2O – 48,6 %, SO_3 – 23 %.</i>
$\text{Ba}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	Выше 150 °С разлагается на карбонат бария и ацетон: $\text{Ba}(\text{CH}_3\text{COO})_2 = \text{BaCO}_3 + (\text{CH}_3)_2\text{CO}_2 \text{ (газ) [4].}$
$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	Разлагается выше 375 °С [4]. Температура разложения 595 °С [5]. $2\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{BaO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$ <i>До температуры 1000 °С теряется ≈ 41 % массы. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: NO_2 – 35,2 %, O_2 – 6,1 %.</i>
$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Выше 100 °С теряет кристаллизационную воду [4]. <i>До температуры 1000 °С теряется ≈ 56 % массы. Две молекулы воды выделяются до температуры 300 °С. Выше 800 °С начинает разлагаться. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: H_2O – 14,7 %, BaCl_2 – 41,3 %.</i>
BaCO_3	Разлагается и теряет CO_2 при 1450 °С [4]. Температура плавления более 810 °С, температура разложения 1400 °С [5]. $\text{BaCO}_3 = \text{BaO} + \text{CO}_2$
BaCrO_4	<i>До 1000 °С вес практически не изменился.</i>
BaO	Температура плавления 1920 °С. Температура кипения 2000 °С [5].
BaSO_4	При 1580 °С плавится, а потом улетучивается [4]. $\text{BaSO}_4 = \text{BaO} + \text{SO}_3$
$\text{BeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Полностью обезвоживается при 400 °С [3]. $\text{BeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} = \text{BeO} + \text{SO}_3 + 7\text{H}_2\text{O}$
$\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_6\text{SNa} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	До 300 °С: $2\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_6\text{SNa} \cdot 7\text{H}_2\text{O} = 2\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_6\text{SNa} + 14\text{H}_2\text{O}$ Выше 350 °С: $2\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_6\text{SNa} = \text{Na}_2\text{O} + 14\text{C} + 5\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_3$ <i>До температуры 1000 °С теряется ≈ 69 % массы (34 % кристаллизационной воды, 12,3 % образовавшейся воды и 22 % SO_3).</i>
$\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Распадается на карбонат кальция и ацетон [4]. $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 + \text{CH}_3\text{COCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Один моль воды выделяется в интервале 120 – 180 °С. При 230 °С потеря массы составляет 1,5 моль H_2O , до 335 °С удаляется 2,3 моль воды. Остальная вода (0,7 моль) выделяется в интервале температур 335-490 °С. Конечным продуктом при 700 °С является $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$. Выше 700 °С может происходить частичное выделение P_4O_{10} [6]. Температура разложения 200 °С [5]. $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 = \text{Ca}(\text{PO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $4\text{Ca}(\text{PO}_3)_2 = \text{P}_4\text{O}_{10} + 2\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ <i>До температуры 1000 °С теряется ≈ 26 % массы. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: H_2O – 21,4 %, P_4O_{10} ≈ 4 %.</i>
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	При температуре выше точки плавления (561 °С) реактив разлагается [4]: $2\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{CaO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$

Вещество	Характер поведения при термическом разложении
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	При нагревании до 100 °С легко обезвоживается [3]. Температура плавления 42,7 °С [5]. $2\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} = 2\text{CaO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O}.$ Выделение NO_2 и O_2 начинается выше 450 °С. До температуры 1000 °С теряется ≈ 79 % массы. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: H_2O – 30,5 %, NO_2 – 39 %, O_2 – 6,8 %.
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$2\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} = 2\text{CaO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 67 % массы. Вода выделяется до 200 °С. С 450 °С образуются NO_2 и O_2. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: H_2O – 9,8 %, NO_2 – 50,5 %, O_2 – 8,8 %.
$\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$	При сильном накаливании метафосфаты с отщеплением P_2O_5 переходят в пиро- и затем в ортофосфаты [3]: $2\text{Ca}(\text{PO}_3)_2 = \text{P}_2\text{O}_5 + \text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7 (> 900 \text{ }^\circ\text{C})$ $3\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7 = \text{P}_2\text{O}_5 + 2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 (> 1200 \text{ }^\circ\text{C})$
$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	При 200 °С обезвоживается, а при 430 °С разлагается на CaCO_3 и CO [3]. $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3 + \text{CO}$ $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 61 % массы. Выше 400 °С выделяется CO, с температуры 650 °С происходит выделение CO_2. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: H_2O – 12, 3 %, CO – 19,2 %, CO_2 – 30,1 %.
CaCl_2	Температура плавления 772 °С, температура кипения 1960 °С [5].
$\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Теряет 4 молекулы воды, при температуре красного каления полностью обезвоживается [4]. До температуры 1000 °С теряется ≈ 53 % массы. До 300 °С выделяется вода, а выше 750 °С разлагается CaCl_2. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: H_2O – 39,3 %, CaCl_2 – 14 %.
CaCO_3	Температура разложения более 500 °С [5]. $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 44 % массы. С 550 °С происходит выделение CO_2 (44,0 %).
CaHPO_4	$2\text{CaHPO}_4 = \text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}$ В газовую фазу выделилось 6,6 % паров воды с температуры 350 °С.
$\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Выше 113-118 °С происходит отщепление двух молекул воды [1]. Наблюдаются три эндотермических эффекта в интервале температур 360 – 450 °С. большая часть воды (20,9 %) удаляется до 210 °С, остаток воды выделяется в пределах 210 – 360 °С [11]. $2\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{CaHPO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ $2\text{CaHPO}_4 = \text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}$
CaSO_4	Температура плавления 1460 °С [5]. $\text{CaSO}_4 = \text{CaO} + \text{SO}_3$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 9 % массы.
$\text{Cd}(\text{OH})_2$	Температура разложения более 130 °С [5]. $\text{Cd}(\text{OH})_2 = \text{CdO} + \text{H}_2\text{O}$
CdBr_2	Температура плавления 568 °С, температура кипения 865 °С [5]. Разложение начинается выше 500 °С. Потеря веса при 1000 °С ≈ 90 %.
$\text{CdCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Потеря веса при 1000 °С ≈ 87 %. Вода выделяется до 150 °С, после 500 °С происходит разложение. В газовую фазу до 1000 °С выделяется: H_2O – 9 %, CdCl_2 – 78 %.
CdCO_3	При температуре 357 °С легко отщепляет CO_2 [3]. $\text{CdCO}_3 = \text{CdO} + \text{CO}_2$
CdI_2	Температура плавления 388 °С, температура кипения 918 °С [5]. Потеря веса при 1000 °С ≈ 63 %. Разложение начинается с 300 °С.
CdS	Возгоняется при 1380 °С [5].

Вещество	Характер поведения при термическом разложении
$\text{Co}(\text{NH}_4)\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$2\text{Co}(\text{NH}_4)\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} = 2\text{CoHPO}_4 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ $2\text{CoHPO}_4 = \text{Co}_2\text{P}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}$ <i>Потеря веса при 1000 °C ≈ 31 %. С 200 °C начинается разложение. В газовую фазу до 400 °C выделилось H_2O – 14,2 %, NH_3 – 8,9 %.</i>
$\text{Co}(\text{OH})_3$	Около 150 °C переходит в $\text{CoO}(\text{OH})$, а ≈ 250 °C в Co_3O_4 [3].
Co_3O_4	При нагревании выше 900 °C разлагается до CoO [7]. $2\text{Co}_3\text{O}_4 = 6\text{CoO} + \text{O}_2$
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	При 30-35 °C кристаллы выветриваются, при нагревании до 52 °C в течении 4 часов переходит $\text{CoCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ [4]. <i>Потеря веса при 1000 °C ≈ 70 %. До 300 °C выделяется кристаллизационная вода, выше 350 °C происходит разложение.</i>
CoCO_3	Температура разложения 427 °C [5]. $\text{CoCO}_3 = \text{CoO} + \text{CO}_2$ <i>Потеря веса при 1000 °C 34 %. Выделение CO_2 происходит выше 200 °C. В газовую фазу до 1000 °C выделилось CO_2 – 34 %.</i>
CoCr_2O_4	$\text{CoCr}_2\text{O}_4 = \text{CoO} + \text{Cr}_2\text{O}_3$ <i>Потеря веса при 1000 °C ≈ 15 %. Разложение начинается выше 100 °C.</i>
$\text{CoSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	До 420 °C теряет воду, выше 700 °C разлагается с выделением SO_3 [4]. $\text{CoSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = \text{CoO} + \text{SO}_3 + 5\text{H}_2\text{O}$ <i>Потеря веса при 1000 °C ≈ 67 %. В газовую фазу до 1000 °C выделилось: H_2O – 37 %, SO_3 – 30 %.</i>
Cs_2SO_4	Температура плавления 1015 °C [5]. $\text{Cs}_2\text{SO}_4 = \text{Cs}_2\text{O} + \text{SO}_3$ <i>Потеря веса при 1000 °C ≈ 9 %. Разложение начинается с 100 °C</i>
CsBr	Температура плавления 638 °C, температура кипения 1290 °C [5]. <i>Потеря веса при 1000 °C ≈ 83 %. Разложение начинается с температуры 650 °C.</i>
$\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Выше 100 °C теряет кристаллизационную воду [4]. Температура плавления 115 °C [5]. $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{CuCO}_3 + \text{CH}_3\text{COCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ <i>При разложении образуется: H_2O – 9 %, CH_3COCH_3 – 29 %.</i>
$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{CuO} \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{CuO} \cdot \text{H}_2\text{O} = 2\text{CuO} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2$ <i>При полном разложении образуется H_2O – 6,3 % и NO_2 – 16,1 %.</i>
$\text{Cu}(\text{OH})_2$	При 70-90 °C темнеет, разлагаясь на CuO и H_2O [4]. $\text{Cu}(\text{OH})_2 = \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$
$\text{CuC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{CuC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{O} + \text{CO} + \text{CuCO}_3$ $\text{CuCO}_3 = \text{CuO} + \text{CO}_2$
CuCl	Температура плавления 430 °C, температура кипения 1212 °C [5]. <i>Потеря веса при 1000 °C ≈ 62 %. Разложение начинается выше 400 °C.</i>
$\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	<i>Потеря веса при 1000 °C 100 %. Сначала теряет две молекулы воды (≈ 100 °C), а при достижении 350 °C происходит разложение вещества и к 1000 °C хлорид меди полностью переходит в газовую фазу. В газовую фазу до 1000 °C выделилось: H_2O – 21 %, CuCl_2 – 79 %.</i>
CuO	Распад на Cu_2O и кислород начинается при 800 °C [3]. $4\text{CuO} = 2\text{Cu}_2\text{O} + \text{O}_2$
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	В сухом воздухе частично выветривается и переходит в $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, нагревание которого ведет к дальнейшему отщеплению воды, причем сначала образуется $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, а затем (выше 225 °C) безводная сернокислая медь. Её термическое разложение становится заметным выше 650 °C [3]. Выше 100 °C начинает терять кристаллизационную воду, переходя последовательно в голубые гидраты $\text{CuSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ и $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, при 220 °C образует безводную CuSO_4 , при 653 °C начинается распад на CuO и SO_3 , который заканчивается при 720 °C [4].

Вещество	Характер поведения при термическом разложении
	Около 102 °С выкипает, оставляя твердую трехводную соль, которая при 114-115 °С переходит в одноводную. Окончательное обезвоживание гидрата наступает при 240-245 °С [1]. Два эндотермических эффекта (670-820 °С и 850-870 °С) получились за счет разложения сульфата меди. Диссоциация прошла в два этапа: за время первого эффекта (670 -820 °С) выделилась ровно половина SO₃. Вторая половина SO₃ выделилась в ходе второго эффекта (850-870 °С) [8]. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 5\text{H}_2\text{O} + \text{CuO} + \text{SO}_3$ <i>Потеря массы при 1000 °С составляет ≈ 72 %. В газовую фазу до 1000 °С выделилось H₂O – 36 %, SO₃ – 32 %. С температуры 650 °С образуется оксид меди и SO₃.</i>
(CuOH) ₂ CO ₃	При 200 °С разлагается и чернеет, переходя в CuO [4]. Температура разложения более 200 °С [5]. $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 = 2\text{CuO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ <i>Образуется 8 % паров воды и 20 % CO₂.</i>
Fe(CH ₃ COO) ₂ ·4H ₂ O	$\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} = \text{FeCO}_3 + \text{CH}_3\text{COCH}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$
Fe(NH ₄)(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O	Железо-аммонийные квасцы FeNH₄(SO₄)₂·12H₂O - двойная соль сульфата аммония и сульфата железа (III) - светло-аметистовые октаэдрические кристаллы. При стоянии на воздухе поверхность их становится светло-коричневой, примерно при 41 °С они плавятся, при 150 °С теряют часть кристаллизационной воды, при 750 °С полностью обезвоживаются, растворимы в воде, нерастворимы в спирте [3]. Температура плавления 40 °С. $2\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} = 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{SO}_3 + 24\text{H}_2\text{O}$ <i>Потеря массы при 1000 °С составляет ≈ 78 %. До температуры 200 °С выделяется 8 молекул воды, далее выделяется в газовую фазу аммиак и оставшиеся 4 молекулы воды. При температуре выше 550 °С разлагается Fe₂(SO₄)₃ на Fe₂O₃ и SO₃. Выше 700 °С выделяется в газовую фазу серная кислота. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: H₂O – 44,8 %, NH₃ – 3,5 %, SO₃ – 24,9 %.</i>
FePO ₄ ·2H ₂ O	В интервале температур 60-160 °С (потеря массы 0,3 моль H₂O) наблюдается небольшой размытый эндотермических эффект и налагающийся на него глубокий эндотермический эффект с минимумом при 250 °С (потеря массы 1,8 моль H₂O). Избыток выделившейся воды, сверх 2 моль, объясняется наличием адсорбированной влаги. Экзотермический эффект в интервале температур 550-630 °С и эндотермический эффект при 720 °С отвечают процессам полиморфных превращений. После 750-770 °С содержатся орто-, ди-, три- и тетрафосфатные анионы [6]. <i>В газовую фазу выделилось 19,2 % воды.</i>
FeSO ₄	Распад происходит по уравнению $2\text{FeSO}_4 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 + \text{SO}_3$ [3].
H ₃ BO ₃	При 100 °С начинает переходить в HBO₂, которая имеет три формы с температурами плавления 176, 201 и 236 °С [3]. Выше 70 °С теряет воду и частично переходит в метаборную кислоту HBO₃, при температуре красного каления теряет всю воду, оставляя борный ангидрид B₂O₃ [4]. Температура разложения 171 °С [5]. $2\text{H}_3\text{BO}_3 = 3\text{H}_2\text{O} + \text{B}_2\text{O}_3$ <i>До температуры 1000 °С теряется 100 % массы. В газовую фазу до 1000 °С выделилось H₂O – 43,7 %.</i>
K ₂ B ₄ O ₇ ·4H ₂ O	$\text{K}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{O}$ <i>До температуры 1000 °С теряется ≈ 28 % массы. Кристаллизационная вода выделяется от 100 °С до 400 °С (23,6 %).</i>
K ₂ C ₂ O ₄ ·H ₂ O	При 100 °С начинает терять кристаллизационную воду, полностью теряет при 160 °С, далее разлагается на K₂CO₃ и CO [4]

Вещество	Характер поведения при термическом разложении
	$\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{O} + \text{CO} + \text{K}_2\text{CO}_3,$ $\text{K}_2\text{CO}_3 = \text{K}_2\text{O} + \text{CO}_2$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 54 % массы. С температуры более 80 °С выделяется кристаллизационная вода. При нагреве более 450 °С выделяется оксид углерода, оксалат калия переходит в карбонат калия, а с температуры 750 °С образуется диоксид углерода и оксид калия. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: H_2O – 9,8 %, CO_2 – 23,9 %, CO – 15,2 %.
$\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 39 % массы. При низких температурах выделяется вода, выше 750 °С выделяется CO_2. В газовую фазу до 1000 °С выделяется: H_2O – 11,5 %, CO_2 – 28,2 %.
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	При 398 °С плавится в темно-коричневую жидкость, выше 500 °С разлагается Cr_2O_3, O_2, K_2CrO_4 [4]. Температура плавления 397 °С [5]. Бихромат калия разлагается выше 500 °С по уравнению: $4\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow 3\text{O}_2 + 2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 4\text{K}_2\text{CrO}_4,$ $4\text{K}_2\text{CrO}_4 = 4\text{K}_2\text{O} + 2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{O}_2$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 19 % массы. Кислорода выделяется 8,2 %.
K_2MoO_4	До температуры 1000 °С масса не изменилась.
$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$	В сухом воздухе устойчив. При температуре красного каления разлагается: $2\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5 = 2\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2 + \text{S}$ [4]. Температура разложения 190 °С [5]. До температуры 1000 °С теряется ≈ 15 % массы. В газовую фазу до 1000 °С выделилось SO_2 – 14,4 %. Разложение происходит в диапазоне температур от 190 °С до 300 °С.
K_2SO_3	Сульфиты наиболее активных металлов разлагаются при температуре около 600 °С с образованием соответствующих солей серной и сероводородной кислот. Процесс этот аналогичен образованию перхлоратов и хлоридов при прокаливании хлоратов [3]. $4\text{K}_2\text{SO}_3 = 3\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{S}$
K_2SO_4	Температура плавления 1069 °С, температура кипения около 1700 °С [5]. $\text{K}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{O} + \text{SO}_3$ До температуры 1000 °С вес практически не изменился.
$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$	$6\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] = 2\text{Fe}_3\text{C} + 18\text{KCN} + \text{N}_2 + 8\text{C}_2\text{N}_2.$ Потеря веса при 1000 °С ≈ 58 %. В газовую фазу до 1000 °С согласно уравнению выделилось: C_2N_2 – 21 %, KCN – 36 %, N_2 – 1 %. При разложении 6 молекул образуется: $2\text{Fe}_3\text{C}$ – 18,2 %, 18KCN – 59,4 %, N_2 – 1,4 %, $8\text{C}_2\text{N}_2$ – 21,0 %. Из термограммы можно предположить, что до 300 °С выделяется C_2N_2, в области 350 °С происходит присоединение кислорода воздуха, далее удаляется KCN, после 1000 °С остается Fe_3C и часть KCN.
$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Выше 87,3 °С превращается в безводную, в вакууме выше 600 °С разлагается на KCN, Fe и $(\text{CN})_2$, в инертной атмосфере на KCN, Fe, C, K и N_2 [7]. $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O} = 3\text{H}_2\text{O} + \text{C}_2\text{N}_2 + 4\text{KCN} + \text{Fe}$ Потеря веса при 1000 °С ≈ 34 %. Воды в молекуле 12,7 %. В области температур от 300 до 500 °С происходит реакция с кислородом воздуха. Выше 500 °С происходит выделение C_2N_2, а далее (более 650 °С) – KCN. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: H_2O – 12,7 %, C_2N_2 – 12 %, KCN – 10 %.
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	При 93 °С плавится в своей кристаллизационной воде, а затем легко обезвоживается. [3]. До 120 °С теряет кристаллизационную воду [4]. Температура плавления 92,5 °С [5].

Вещество	Характер поведения при термическом разложении
	$2\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} = \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{O} + 24\text{H}_2\text{O} + 4\text{SO}_3$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 64 % веса. С 650 °С выделяется SO_3 . В газовую фазу до 1000 °С выделилось: H_2O – 45,5 %, SO_3 ≈ 19 % (всего SO_3 – 33,7 %).
KBF_4	До температуры 1000 °С теряется ≈ 34 % веса. Разложение начинается с 350 °С.
KBr	Теряет вес после точки плавления, вероятно, происходит сублимация [3]. Температура плавления 734 °С, температура кипения 1380 °С [5]. Потеря веса при 1000 °С составляет более 65 %. Разложение начинается с 750 °С.
KBrO_3	Около 370 °С плавится с разложением на KBr и O_2 [4]. Температура разложения 370 °С [5]. $2\text{KBrO}_3 = 2\text{KBr} + 3\text{O}_2$ Возле точки разложения теряется ≈ 28% веса (выделяется кислород), в интервале от 700 °С до 1000 °С – около 70 %, общая потеря веса при 1000 °С составляет ≈ 96 %.
KCH_3COO	Разлагается до карбоната при температуре 600-1100 °С [3]. $2\text{KCH}_3\text{COO} = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CH}_3\text{COCH}_3$ $\text{K}_2\text{CO}_3 = \text{K}_2\text{O} + \text{CO}_2$ Потеря массы при 1000 °С составляет ≈ 56 %. С 100 °С происходит выделение ацетона и образование K_2CO_3 . После 600 °С происходит разложение K_2CO_3 на K_2O и CO_2 . В газовую фазу до 1000 °С выделилось CO_2 – 8,4 %, CH_3COCH_3 – 29,2 %.
KCl	Растрескивается и плавится при 770 °С в жидкость, кипящую при 1406 °С [4]. Уменьшение веса навески начинается с температуры плавления. До 1000 °С теряется ≈ 63 %.
KClO_3	Около 400 °С переходит в KClO_4 и KCl , при 550 °С выделяется весь кислород и остается KCl . В присутствии катализаторов (MnO_2 , Fe_2O_3 , CuO и др.) температура разложения значительно снижается (до ~ 200 °С) [4]. Температура плавления 357 °С [5]. $2\text{KClO}_3 = \text{KClO}_4 + \text{KCl} + \text{O}_2$ $\text{KClO}_4 = \text{KCl} + 2\text{O}_2$ Выше 500 °С происходит разложение KClO_3 . До 1000 °С теряется ≈ 86 % массы. До 1000 °С выделилось: O_2 – 39,1 %, KCl – 46 %.
$\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	До 100 °С теряет часть воды, полное обезвоживание происходит при 350 °С [4]. Температура плавления 89 °С [5]. $2\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{O} + \text{Cr}_2\text{O}_3 + 4\text{SO}_3 + 24\text{H}_2\text{O}$ До 1000 °С теряется 68 % массы. С температуры более 600 °С происходит разложение $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2$. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: H_2O – 43,3 %, SO_3 – 24,7 %.
KH_2PO_4	При 252,6 °С кристаллы плавятся в прозрачную жидкость, застывающую при охлаждении в непрозрачную стекловидную массу метафосфата калия [4]. Дигидрофосфат калия разлагается в интервале температур 192 – 342 °С в две ступени: $2\text{KH}_2\text{PO}_4 = \text{K}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{K}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7 = 2\text{KPO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ первая ступень дегидратации заканчивается при температуре 290 °С с потерей массы 6,7 %. Максимальная скорость второй ступени дегидратации наблюдается при 325 °С. Общая потеря массы составляет экспериментально 13,4 % [6]. В газовую фазу выделилось 13,4 % воды.
KHCO_3	При 100 °С и еще быстрее при 200 °С распадается на K_2CO_3 , H_2O и CO_2 [4]. Температура разложения 100-120 °С [5].

Вещество	Характер поведения при термическом разложении
	$2\text{KHCO}_3 = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ $\text{K}_2\text{CO}_3 = \text{K}_2\text{O} + \text{CO}_2$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 53 % веса. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: H_2O – 9 %, CO_2 – 44 %.
KI	Температура плавления 686 °С, температура кипения 1324 °С [5]. После точки плавления происходит интенсивное испарение, до температуры 1000 °С теряется более 80 % массы.
KIO ₃	Плавится при 560 °С, при значительно более высокой температуре разлагается подобно KClO_3 на O_2 и KI [4]. $2\text{KIO}_3 = 2\text{KI} + 3\text{O}_2$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 75 % веса. Разложение начинается с 450 °С. До 1000 °С выделилось: O_2 – 22,4 %, KI – 53 %.
KMnO ₄	Выше 240 °С разлагается с выделением O_2 и образованием K_2MnO_4, K_3MnO_3, MnO_2 [7]. $8\text{KMnO}_4 = \text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{K}_3\text{MnO}_3 + 5\text{MnO}_2 + 6\text{O}_2$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 15 % массы. Кислород выделяется при температуре от 200 до 300 °С в количестве 15 %.
KNaC ₄ H ₄ O ₆ ·4H ₂ O	При 100 °С переходит в моногидрат $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$ при 130 °С теряет последнюю молекулу воды, далее разлагается с выделением CO и H_2O [4]. Температура плавления 70-80 °С. Температура кипения 215 °С [5]. Условно реакции разложения можно представить следующим образом: $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O} = \text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 + 4\text{H}_2\text{O}$ $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 = \text{KNaCO}_3 + \text{CO} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{C}$ $2\text{KNaCO}_3 = \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + 2\text{CO}_2$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 68 % массы. До 200 °С выделяется кристаллизационная вода. С 200 °С начинается разложение $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$, выделяется вода и CO. Выше 500 °С разлагается KNaCO_3. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: H_2O – 38,2 %, CO_2 – 15,6 %, CO – 10 %.
KNaCO ₃ ·3H ₂ O	Температура плавления < 800 °С [5]. $2\text{KNaCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + 2\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 55 % массы. С температуры 600 °С начинается выделение CO_2. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: H_2O – 30 %, CO_2 – 25 %.
KNO ₃	Выше температуры плавления (334 °С) разлагается с выделением O_2 сначала до KNO_2 а далее до K_2O [7]. Температура плавления 334 °С, температура разложения более 400 °С [5]. $2\text{KNO}_3 = 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2$ $2\text{KNO}_2 = \text{K}_2\text{O} + \text{NO} + \text{NO}_2$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 53 % массы. Существенное разложение начинается с 500 °С. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: O_2 – 15,6 %, NO_2 – 22,8 %, NO – 14,9 %.
LaCl ₃ ·7H ₂ O	Температура разложения 94 °С [5]. До температуры 1000 °С теряется ≈ 54 % массы. В газовую фазу до 1000 °С выделилось H_2O – 34 %. До 200 °С выделяется кристаллизационная вода.
Li ₂ CO ₃	Разлагается на Li_2O и CO_2 значительно легче, чем карбонаты других щелочных металлов [3]. Температура плавления 732 °С [5]. $\text{Li}_2\text{CO}_3 = \text{Li}_2\text{O} + \text{CO}_2$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 59 % массы. Разложение начинается после 600 °С (выделяется CO_2). В газовую фазу до 1000 °С выделилось CO_2 – 59,5 %.
Li ₂ SO ₄ ·H ₂ O	$\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Li}_2\text{O} + \text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 27 % массы. С температуры 80

Вещество	Характер поведения при термическом разложении
	<i>°C выделяется кристаллизационная вода. Разложение начинается с 150 °C. В газовую фазу до 1000 °C выделилось: H₂O – 14,2 %, SO₃ – 12 %.</i>
LiBO ₂ , NaBO ₂ KBO ₂	Весьма термически устойчивы и при достаточном нагревании испаряются без разложения [3].
LiF	Температура плавления 849 °C, температура кипения 1700 °C [5]. Разлагается, начиная с 700 °C. До температуры 1000 °C теряется ≈ 22 % массы.
LiNO ₃ ·H ₂ O	$\text{LiNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Li}_2\text{O} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ <i>Температура разложения 450 °C. До температуры 1000 °C теряется ≈ 86 % массы. Молекула воды выделяется до 150 °C, с 450 °C происходит разложение LiNO₃. В газовую фазу до 1000 °C выделилось: H₂O – 20,7 %, NO₂ – 52,9 %.</i>
LiOH·H ₂ O	При красном калении разлагается до Li ₂ O, в то время как другие гидроксиды MOH возгоняются без разложения [3]. $2\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Li}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$ <i>До температуры 1000 °C теряется ≈ 59 % массы. После 700 °C разлагается Li₂O. В газовую фазу до 1000 °C выделилось H₂O – 42,8 %.</i>
MgSO ₄ ·5H ₂ O	Полностью обезвоживается при 200 °C, термическое разложение становится заметным лишь при температуре выше 1000 °C [3]. До 238 °C образуется безводная соль MgSO ₄ , при 1127 °C разлагается с выделением SO ₃ [4]. Температура разложения 74 °C [5]. $\text{MgSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 5\text{H}_2\text{O} + \text{MgO} + \text{SO}_3$ <i>До температуры 1000 °C теряется ≈ 75 % массы. До 300 °C выделяется кристаллизационная вода. Разложение наблюдалось после 850 °C. В газовую фазу до 1000 °C выделилось: H₂O – 42,7 %, SO₃ – 32 %.</i>
MnCl ₂ ·4H ₂ O	При 58 °C теряет часть воды, переходя в MnCl ₂ ·2H ₂ O, при 200-230 °C происходит частичное разложение соли с выделением HCl [4]. Температура плавления 58 °C [5]. <i>До температуры 1000 °C теряется ≈ 66 % массы. С 400 °C интенсивно разлагается MnCl₂. В газовую фазу до 1000 °C выделилось H₂O – 36,5 %.</i>
MnCO ₃	$\text{MnCO}_3 = \text{MnO} + \text{CO}_2$ <i>До температуры 1000 °C теряется ≈ 39 % массы. Разложение начинается с 150 °C. В газовую фазу до 1000 °C выделилось CO₂ – 38,3 %.</i>
MnHPO ₄ ·3H ₂ O	$\text{MnHPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O} = \text{MnHPO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ $2\text{MnHPO}_4 = \text{Mn}_2\text{P}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}$ <i>До температуры 1000 °C теряется ≈ 26 % массы. В газовую фазу до 1000 °C выделилось H₂O – 26 %.</i>
MnSO ₄ ·H ₂ O	При 54°C плавится в кристаллизационной воде, при 850 °C (по другим данным 1155 °C) разлагается, оставляя Mn ₃ O ₄ [4]. $3\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} = 2\text{SO}_3 + \text{SO}_2 + \text{Mn}_3\text{O}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ <i>До температуры 1000 °C теряется ≈ 47 % массы. По нашим данным, до 250 °C выделяется вода, при температуре 750 °C начинает выделяться SO₂ и SO₃ при температуре более 1000 °C остается Mn₃O₄. В газовую фазу до 1000 °C выделилось: H₂O – 10,6 %, SO₂ – 12,6 %, SO₃ – 31,6 %.</i>
MoO ₃	В присутствии водяного пара летучесть заметно повышается, при плавлении на воздухе частично улетучивается в виде белых паров [4]. Температура плавления 795 °C. Температура кипения 1155 °C [5]. <i>До температуры 1000 °C теряется ≈ 60 % массы.</i>
Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	Плавится при 75 °C, затем вспучивается, теряя кристаллизационную воду, и переходит в стекловидную массу, до 200 °C Na ₂ B ₄ O ₇ ·H ₂ O устойчив, полное обезвоживание достигается при 400-450 °C [4]. <i>До температуры 1000 °C теряется ≈ 47 % массы. В газовую фазу до 1000 °C выделилось: H₂O – 47,2 %</i>
Na ₂ C ₂ O ₄	Разлагается на Na ₂ CO ₃ и CO [4]. Температура разложения 250 °C [5].

Вещество	Характер поведения при термическом разложении
	$\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 57 % массы. Разложение начинается с 450 °С (выделяется CO). Выше 700 °С разлагается Na₂CO₃ (выделяется CO₂). В газовую фазу до 1000 °С выделилось: CO₂ – 32,8 %, CO – 20,9 %.
Na ₂ C ₄ H ₄ O ₆ ·2H ₂ O	Условно реакции разложения можно представить следующим образом: $\text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$ Выше 200 °С Na₂C₄H₄O₆ = Na₂CO₃ + CO + 2H₂O + 2C $\text{Выше } 550\text{ }^\circ\text{C } \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 98 % массы. С 80 °С начинает выделяться кристаллизационная вода. Выше 200 °С начинается разложение Na₂C₄H₄O₆. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: H₂O – 31,2 %, CO₂ – 19,1 %, CO – 12,2 %.
Na ₂ CO ₃ ·2H ₂ O	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ С 80 °С выделяется кристаллизационная вода. Выше 700 °С происходит разложение Na₂CO₃. До температуры 1000 °С теряется ≈ 60 % массы. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: H₂O – 26,7 %, CO₂ – 31 %.
Na ₂ CO ₃ ·8H ₂ O	На воздухе выветривается, переходя в Na₂CO₃·5H₂O, при 34,5 °С плавится в кристаллизационной воде, выделяя гидраты с меньшим содержанием воды [4]. До температуры 1000 °С теряется ≈ 78 % массы. При низких температурах выделяется кристаллизационная вода. Свыше 750 °С выделяется CO₂. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: H₂O – 57,6 %, CO₂ – 17,6 %.
Na ₂ Cr ₂ O ₇	Температура плавления 357 °С [5]. $4\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = 2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 4\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 3\text{O}_2$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 11 % массы. В газовую фазу до 1000 °С выделилось O₂ – 9,2 %.
Na ₂ Cr ₂ O ₇ ·2H ₂ O	Выше 110 °С полностью обезвоживается. Безводный реактив при 400 °С разлагается 4Na₂Cr₂O₇ = 4Na₂CrO₄ + 2Cr₂O₃ + 3O₂ [4]. $4\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{O}_2 + 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 4\text{Na}_2\text{CrO}_4$ До температуры 150 °С выделяется кристаллизационная вода, а далее начинается разложение Na₂Cr₂O₇. До температуры 1000 °С теряется ≈ 28 % массы. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: H₂O – 12 %, O₂ – 8 %.
Na ₂ S ₂ O ₃ ·5H ₂ O	Температура плавления 40-50 °С [5]. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 5\text{H}_2\text{O}$ Кристаллизационная вода выделяется до 200 °С. До температуры 1000 °С теряется ≈ 36 % массы. В газовую фазу до 1000 °С выделилось H₂O – 36 %.
Na ₂ SiF ₆	$\text{Na}_2\text{SiF}_6 = 2\text{NaF} + \text{SiF}_4$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 39 % массы. Основная потеря массы происходит в интервале температур от 400 °С до 550 °С.
Na ₂ SO ₃	Температура плавления 911 °С [5]. $\text{Na}_2\text{SO}_3 = \text{Na}_2\text{O} + \text{SO}_2$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 11 % массы. Доля SO₂, составляет 51 %.
Na ₂ SO ₄	Na₂SO₄ кипит с некоторым разложением при 1430 °С [3]. Температура плавления 884 °С [5]. $\text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{O} + \text{SO}_3$ До температуры 1000 °С вес неизменен.
Na ₂ SO ₄ ·4H ₂ O	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{O} + \text{SO}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 33 % массы. До 100 °С выделяются пары воды. В газовую фазу до 1000 °С выделилось H₂O – 33 %.

Вещество	Характер поведения при термическом разложении
$\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	До 100 °С теряет кристаллизационную воду [4]. Температура плавления 696 °С [5]. До температуры 1000 °С теряется ≈ 11 % массы. Кристаллизационная вода в количестве 10,9 % выделилась до 300 °С.
$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Условно реакции разложения можно представить следующим образом: $2\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{O}$ Выше 250 °С $2\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 = 3\text{Na}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O} + 3\text{CO}_2 + 9\text{C}$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 69 % массы. До 200 °С выделяются пары кристаллизационной воды. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: H_2O – 27,5 %, CO_2 – 22,4 %.
NaBr	Температура плавления 747 °С. Температура кипения 1390 °С [5]. Разложение начинается с 650 °С. До температуры 1000 °С теряется ≈ 60 % массы.
$\text{NaBr} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Кристаллизационная вода легко выделяется при нагревании выше 50 °С [4]. До температуры 1000 °С теряется ≈ 87 % массы. Выше 700 °С происходит разложение NaBr . В газовую фазу до 1000 °С выделилось H_2O – 25,9.
$\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Обезвоживается при 120 °С, при нагревании до 400 °С образует ацетон, разлагается до карбоната при температуре 600-1100 °С [7]. При 58 °С плавится в кристаллизационной воде [4]. $2\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O} = 6\text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CH}_3\text{COCH}_3$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 70 % массы. Вода удаляется до 150 °С. С температуры 300 °С выделяется ацетон. Выше 400 °С происходит разложение Na_2CO_3 . В газовую фазу выделилось: H_2O – 39,7 %, CH_3COCH_3 – 21,3 %, CO_2 – 16,2 %.
NaCl	Температура плавления 801 °С, температура кипения 1465 °С [5]. До температуры 1000 °С теряется ≈ 30 % массы. Разложение начинается с температуры плавления.
NaF	Температура плавления 996 °С, температура кипения 1787 °С [5]. До температуры 1000 °С масса остается неизменной.
NaHSO_4	Плавится при 186 °С, а при дальнейшем нагревании с отщеплением воды переходит в пиросульфат ($2\text{NaHSO}_4 = \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$) [3]. $2\text{NaHSO}_4 = \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_3$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 32 % массы. С температуры плавления начинает выделяться вода, а далее происходит разложение $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_7$ (выше 650 °С). В газовую фазу до 1000 °С выделилось: H_2O – 7,5 %, SO_3 – 24 %.
$\text{NaI} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Температура разложения 68,9 °С [5]. До температуры 1000 °С теряется ≈ 85 % массы. Кристаллизационная вода выделяется до 150 °С. С температуры 350 °С происходит разложение NaI . В газовую фазу до 1000 °С выделилось H_2O – 19,3 %.
NaNO_2	Выше 320 °С разлагается до NO , NO_2 , N_2 , N_2O [7]. Температура плавления 284 °С, температура разложения 320 °С [5]. $8\text{NaNO}_2 = 4\text{Na}_2\text{O} + 2\text{NO}_2 + 4\text{NO} + \text{N}_2 + 2\text{O}_2$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 60 % массы. Основное разложение начинается выше 500 °С. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: O_2 – 13 %, NO_2 – 15,9 %, NO – 21,7 %, N_2 – 5,1 %.
NaNO_3	Выше 380 °С начинает разлагаться до NaNO_2 и O_2 . Конечные продукты разложения Na_2O , NO_2 , NO , O_2 , в небольшом количестве N_2 [7]. Температура плавления 306,5 °С, температура разложения 380 °С [5]. $8\text{NaNO}_3 = 8\text{NaNO}_2 + 4\text{O}_2$

Вещество	Характер поведения при термическом разложении
	$8\text{NaNO}_2 = 4\text{Na}_2\text{O} + 2\text{NO}_2 + 4\text{NO} + \text{N}_2 + 2\text{O}_2$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 64 % массы. Основное разложение начинается выше 500 °С. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: O_2 – 14,3 %, NO_2 – 13,1 %, NO – 23,2 %, N_2 – 6,8 %.
NaHCO_3	При 350-400 °С теряет воду и CO_2 и переходит в Na_2CO_3 [4]. $2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ Выше 700 °С $\text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 78 % массы. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: H_2O – 10,7 %, CO_2 – 52,4 %.
NH_4BF_4	Температура возгонки 350 °С [5]. $\text{NH}_4\text{BF}_4 = \text{NH}_3 + \text{HF} + \text{BF}_3$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 95 % массы. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: NH_3 – 16,2 %, BF_3 – 64,7%, HF – 19 %.
NH_4Br	Температура возгонки 394 °С [5]. $\text{NH}_4\text{Br} = \text{NH}_3 + \text{HBr}$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 99 % массы. Разлагается при более 200 °С. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: NH_3 – 17,3 %, HBr – 82 %.
NH_4Cl	Возгоняется с диссоциацией при температуре 338 °С на аммиак и HCl, которые улетучиваются и, соединяясь вне сферы нагревания, образуют плотный белый «дым», состоящий из мельчайших кристаллов NH_4Cl (размером $6 \cdot 10^{-5}$ см) [4]. Температура плавления 520 °С [5]. $\text{NH}_4\text{Cl} = \text{NH}_3 + \text{HCl}$ До температуры 1000 °С теряется 100 % массы. Разлагается при температуре более 200 °С. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: NH_3 – 31,8 %, HCl – 68 %.
NH_4ClO_4	Разлагается при 210 °С $2\text{NH}_4\text{ClO}_4 = \text{N}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ [4].
NH_4F	$\text{NH}_4\text{F} = \text{NH}_3 + \text{HF}$ Разложение начинается с температуры 100 °С. До температуры 1000 °С теряется 100 % массы. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: NH_3 – 46 %, HF – 54 %.
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	При температуре ≈ 140 °С теряет аммиак, давая дигидропирофосфат $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$, выше 140 °С образуется также дигидротрифосфат $(\text{NH}_4)_3\text{H}_2\text{P}_3\text{O}_{10}$. При температуре выше 190 °С реактив разлагается и, теряя NH_3 и H_2O, образует смесь полифосфатов $(\text{NH}_4\text{PO}_3)_n$ и H_3PO_4 [4]. До 300 °С $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \longrightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{HPO}_3$ [9]. Характер кривых нагревания показывает, что потеря массы в процессе поликонденсации происходит в шесть ступеней. Минимальная температура, при которой начинает выделяться конституционная вода, равна 170 °С. Наличие дифосфатного аниона свидетельствует о начале процесса поликонденсации. Эндотермический эффект при 200 °С связан с процессом плавления исходной соли. Одновременно продолжается процесс поликонденсации с образованием ди- и три- фосфатов. При температуре 220 °С наблюдается резкое увеличение потери воды и образование тетрофосфат-аниона. Максимальная потеря связанной воды протекает в интервале температур 220-350 °С. При 300-440 °С происходит более глубокая поликонденсация. В интервале температур 440-530 °С имеется небольшой экзотермический эффект, вызванный частичной кристаллизацией полифосфатов аммония. При температуре 660 °С начинается интенсивное разложение продуктов поликонденсации, сопровождаемое быстрой потерей массы [6]. Температура плавления 190 °С, температура разложения 240 °С [5]. До температуры 1000 °С теряется ≈ 36 % массы. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: NH_3 – 14,8 %, H_2O – 15,7 %.

Вещество	Характер поведения при термическом разложении
NH_4HSO_4	Не только плавится, но и кипит без разложения ($T_{\text{кип}} = 490^\circ\text{C}$) [3]. Температура плавления $146,9^\circ\text{C}$ [5]. $\text{NH}_4\text{HSO}_4 = \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3$ До температуры 1000°C теряется $\approx 96\%$ массы. Разложение начинается с 80°C. В газовую фазу до 1000°C выделилось: $\text{NH}_3 - 14,8\%$, $\text{H}_2\text{O} - 15,6\%$, $\text{SO}_3 - 69,5\%$.
NH_4I	$\text{NH}_4\text{I} = \text{NH}_3 + \text{HI}$ До температуры 1000°C теряется 100% массы. Температура разложения более 80°C. В газовую фазу до 1000°C выделилось: $\text{NH}_3 - 11,7\%$, $\text{HI} - 88\%$.
NH_4NO_3	Возгоняется с диссоциацией при температуре $\approx 300^\circ\text{C}$ на аммиак и HNO_3 [10]. При нагревании до 357°C разлагается с частичным отщеплением аммиака [3]. Температура плавления $169,6^\circ\text{C}$, температура разложения 210°C [5]. $4\text{NH}_4\text{NO}_3 = 4\text{NH}_3 + 4\text{HNO}_3$ $4\text{HNO}_3 = 2\text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 5\text{O}_2$ До температуры 1000°C теряется $\approx 89\%$ массы. В газовую фазу выделилось: $\text{NH}_3 - 21,2\%$, $\text{H}_2\text{O} - 11,2\%$, $\text{N}_2 - 17,5\%$, $\text{O}_2 - 50\%$.
NH_4VO_3	При прокаливании на воздухе переходит в пятиокись ванадия V_2O_5. При нагревании выше 210°C в инертной или восстановительной атмосфере образуются низшие окислы, в частности VO_2 и V_2O_3. При 400°C образуется VO_2 [4]. Температура разложения $100-150^\circ\text{C}$ [5]. $2\text{NH}_4\text{VO}_3 = 2\text{NH}_3 + \text{V}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$ До температуры 1000°C теряется $\approx 21\%$ массы. Выше 150°C и до 300°C выделяются аммиак и вода. В газовую фазу до 1000°C выделилось: $\text{NH}_3 - 14,5\%$, $\text{H}_2\text{O} - 7,7\%$.
$(\text{NH}_2)_2\text{CO}$	При нагревании до 150°C последовательно превращается в NH_4NCO, NH_3, CO_2, биурет, циануровую кислоту. При сплавлении с содой (Na_2CO_3) разлагается на NaNCO, CO_2, CO_2NH_3, H_2O [7]. Температура плавления 133°C [5]. $4(\text{NH}_2)_2\text{CO} = 4\text{NH}_4\text{NCO}$ $4\text{NH}_4\text{NCO} = 2\text{NH}_3 + 2\text{NH}(\text{NH}_2\text{CO})_2$ $2\text{NH}(\text{NH}_2\text{CO})_2 = \text{C}_3\text{N}_3(\text{OH})_3 + \text{NHCO} + 2\text{NH}_3$ $\text{C}_3\text{N}_3(\text{OH})_3 = 3\text{NHCO}$ $\text{NHCO} + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_3 + \text{CO}_2$ До температуры 1000°C теряется 100% массы. До 200°C выделяются аммиак и циановая кислота, выше 250°C циануровая кислота переходит в циановую, которая при температуре более 400°C полностью переходит в газовую фазу, где может соединиться с парами воды и перейти в аммиак и углекислый газ.
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	На воздухе постепенно переходит в кислую соль и в карбаминовокислый аммоний. При температуре 58°C соль разлагается на NH_3, CO_2 и H_2O [4]. Температура разложения 58°C [5]. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 = 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ До температуры 1000°C теряется 100% массы. В газовую фазу до 1000°C выделилось: $\text{H}_2\text{O} - 18,7\%$, $\text{NH}_3 - 35,4\%$, $\text{CO}_2 - 45,8\%$.
$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	Разлагается при 280°C на N_2 (г), $4\text{H}_2\text{O}$ (г) и Cr_2O_3 (тв) [10]. Температура разложения 170°C [5]. $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ До температуры 1000°C теряется $\approx 56\%$ массы. Выделение в газовую фазу закончилось до 400°C. В газовую фазу до 1000°C выделилось: $\text{H}_2\text{O} - 28,5\%$, $\text{N}_2 - 11,1\%$.
$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	На воздухе постепенно теряет NH_3 и переходит в $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ [4]. Разлагается на аммиак и фосфорные кислоты, при температуре $130-140^\circ\text{C}$

Вещество	Характер поведения при термическом разложении
	образуется дигидрофосфат аммония и аммиак. Механизм разложения гидрофосфата аммония и дигидрофосфата аммония при температурах до 300 °С можно представить следующим образом [9]: $\begin{aligned}(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 &\longrightarrow \text{NH}_3 + \text{NH}_4(\text{H}_2\text{PO}_4), \\ \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 &\longrightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{HPO}_3.\end{aligned}$ В молекуле гидрофосфата аммония содержится аммиака 25,8 %, воды 13,6 %, согласно термограмме, аммиак и вода выходят в газовую фазу до 300 °С. Далее образуются полифосфаты. При температуре нагрева вещества от 500 °С до 1000 °С вес мало изменяется. До температуры 1000 °С теряется ≈ 62 % массы.
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	При 355 °С разлагается на аммиак и кислую соль NH_4HSO_4 [4]. Температура разложения более 220 °С [5]. $\begin{aligned}(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 &= \text{NH}_4\text{HSO}_4 + \text{NH}_3 \\ \text{NH}_4\text{HSO}_4 &= \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \\ \text{H}_2\text{SO}_4 &= \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3\end{aligned}$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 87 % массы. В газовую фазу до 1000 °С выделилось: H_2O – 11,2 %, NH_3 – 25,7 %, SO_3 – 50 %.
$(\text{NH}_4)_2\text{HCO}_3$	При нагревании до 49 °С легко разлагается $(\text{NH}_4)_2\text{HCO}_3 = \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ [3, 5].
$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	На воздухе соль выветривается, теряя часть NH_3; при нагревании до 150 °С разлагается на MoO_3, H_2O, NH_3 [4]. Температура разложения более 150 °С [5]. $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O} = 6\text{NH}_3 + 7\text{H}_2\text{O} + 7\text{MoO}_3.$ В молибдате аммония в процентном соотношении воды – 10,2 %, аммиака – 8,2 %, оксида молибдена – 81,6 %. До температуры 1000 °С теряется ≈ 25 % массы. Согласно термограмме до 200 °С выходит вода, далее до 300 °С аммиак, а начиная с 750 °С начинается возгонка MoO_3.
$\text{Ni}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	$\text{Ni}(\text{CH}_3\text{COO})_2 = \text{NiCO}_3 + \text{CH}_3\text{COCH}_3$
$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	До температуры 1000 °С теряется ≈ 78 % массы. До 300 °С выделилось 45,5 воды, остальные 32,5 % приходятся на потери NiCl_2 .
NiCr_2O_4	$\text{NiCr}_2\text{O}_4 = \text{NiO} + \text{Cr}_2\text{O}_3$
NiO	Температура плавления 1955 °С [5].
NiSO_4	$\text{NiSO}_4 = \text{NiO} + \text{SO}_3$ SO_3 выделяется с температуры 840 °С.
$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	Температура плавления 280 °С [5]. $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 = \text{PbCO}_3 + \text{CH}_3\text{COCH}_3$
PbC_2O_4	Температура разложения 300 °С [5]. $\begin{aligned}\text{PbC}_2\text{O}_4 &= \text{PbCO}_3 + \text{CO} \\ \text{PbCO}_3 &= \text{PbO} + \text{CO}_2\end{aligned}$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 32 % массы. В температурном интервале от 300 °С до 400 °С выделяется CO (9,5 %) и CO_2 (14,9 %).
PbCl_2	Температура плавления 501 °С, температура кипения 956 °С [5]. До температуры 1000 °С теряется ≈ 74 % массы. Разложение начинается после точки плавления.
PbCO_3	При 180 °С переходит в PbO [4]. Температура разложения 315 °С [5]. $\text{PbCO}_3 = \text{PbO} + \text{CO}_2$ До температуры 1000 °С теряется ≈ 23 % массы. Разлагается с температуры более 200 °С. До 350 °С выделяется CO_2 в количестве 16,5 %.
RbCl	Температура плавления 723 °С, температура кипения 1390 °С [5]. До температуры 1000 °С теряется ≈ 67 % массы. Разложение в основном начинается после 700 °С.

Вещество	Характер поведения при термическом разложении
Sb_2O_3	При 656 °С плавится в желтоватую или серую жидкость, при более высокой температуре (без доступа воздуха) возгоняется [4]. Температура плавления 656 °С, температура кипения 1456 °С [5]. <i>До температуры 1000 °С теряется ≈ 24 % массы.</i>
$\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	При 61,5 °С переходит в дигидрат $\text{SrCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, при 100 °С полностью обезвоживается и при 873 °С сплавляется в стекловидную массу [4]. Температура плавления 874 °С, температура кипения 1240 °С [5]. <i>До температуры 1000 °С теряется ≈ 47 % массы. В газовую фазу выделилось H_2O – 40,5 %.</i>
SrSO_4	Температура плавления 1605 °С [5]. <i>До 1000 °С потерял ≈ 7 % массы.</i>
TiO_2	Нагревание выше 2200 °С ведет к частичному отщеплению кислорода с образованием синего Ti_3O_5 (т.е. $\text{TiO}_2\text{Ti}_2\text{O}_3$) и затем темно-фиолетового Ti_2O_3 [3]. Температура плавления 1870 °С [5].
$\text{TiOC}_2\text{O}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	Разлагается на CO и CO_2 , в интервале от 20 до 181 °С теряется один моль CO , в интервале температур 181-223 °С протекает процесс частичной декарбонизации титанил карбоната с образованием дититанил карбоната и выделяется CO_2 , в интервале 223-317 °С дититанил карбонат разлагается с образованием тетратитанил карбоната и CO_2 . В интервале 317-457 °С образуется полититанил карбонат и CO_2 [11]. $20 - 181^\circ\text{C} \text{ TiOC}_2\text{O}_4 = \text{TiOCO}_3 + \text{CO}$ $181-223^\circ\text{C} 2\text{TiOCO}_3 = \text{Ti}_2\text{O}_3\text{CO}_3 + \text{CO}_2$ $223-317^\circ\text{C} 2\text{Ti}_2\text{O}_3\text{CO}_3 = \text{Ti}_2\text{O}_7\text{CO}_3 + \text{CO}_2$ $317-457^\circ\text{C} 6,5\text{Ti}_4\text{O}_3\text{CO}_3 = \text{Ti}_{26}\text{O}_{51}\text{CO}_3 + \text{CO}_2$ $790-870^\circ\text{C} \text{Ti}_{26}\text{O}_{51}\text{CO}_3 = \text{Ti}_{26}\text{O}_{52} + \text{CO}_2$ $\text{TiOC}_2\text{O}_4 = \text{TiOCO}_3 + \text{CO}$ $\text{TiOCO}_3 = \text{TiO}_2 + \text{CO}_2$ <i>До температуры 1000 °С теряется ≈ 47 % массы. До 300 °С выделяются $0,5\text{H}_2\text{O}$, CO и CO_2.</i>
ZnCO_3	При температуре 297 °С легко отщепляет CO_2 [3]. $\text{ZnCO}_3 = \text{ZnO} + \text{CO}_2$
ZnSO_4	$\text{ZnSO}_4 = \text{ZnO} + \text{SO}_3$ Температура разложения 740 °С [5]. <i>До температуры 1000 °С теряется ≈ 4 % массы.</i>
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	При 39 °С плавится в кристаллизационной воде, переходя в $\text{ZnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, при 250-280 °С обезвоживается, при температуре красного каления разлагается на ZnO и SO_3 [4]. $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} = \text{ZnO} + \text{SO}_3 + 7\text{H}_2\text{O}$

Хлориды: $\text{LaCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O} < \text{NH}_4\text{Cl} < \text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} < \text{ZnCl}_2 \cdot 3\text{NH}_4\text{Cl} < \text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} < \text{CuCl}$, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} < \text{CdCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{PbCl}_2 < \text{RbCl} < \text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} < \text{KCl} < \text{NaCl} < \text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} < \text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Оксалаты: $\text{TiOC}_2\text{O}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O} < \text{CoC}_2\text{O}_4 < \text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} < \text{PbC}_2\text{O}_4 < \text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} < \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$.

Фториды: $\text{NH}_4\text{F} < \text{KBF}_4 < \text{NH}_4\text{BF}_4 < \text{Na}_2\text{SiF}_6 < \text{LiF} < \text{NaF} < \text{CaF}_2$.

Иодиды: $\text{NH}_4\text{I} < \text{CdI}_2 < \text{NaI} \cdot 2\text{H}_2\text{O} < \text{KIO}_3 < \text{KI}$.

Нитраты: $\text{NH}_4\text{NO}_3 < \text{NaNO}_3 < \text{KNO}_3 < \text{LiNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} < \text{Ba}(\text{NO}_3)_2$.

При нагревании до 1000 °С следующие вещества практически не претерпевают

изменений: BaO , BaCrO_4 , CaSO_4 , Na_2SO_4 , SrSO_4 , ZnSO_4 , K_2MoO_4 , K_2SO_4 , NaF , CaF_2 .

Литература

1. Берг А.Г. Введение в термографию. – М.: Наука, 1969. – 395 с.
2. Шабанова С.В., Апанович В.Н. Термоаналитическое исследование огнетушащих порошков на основе смеси фосфатов аммония и хлорида калия. Средства порошкового пожаротушения. Сб. науч. тр. – М.: ВНИИПО, 1992. – С. 106-114.
3. Некрасов Б.В. Основы общей химии. – М.: Химия, 1973. – Т.1-2 – 656 с.

4. Карякин, Ю.В., Ангелов И.И. Чистые химические вещества.—М.:Химия, 1974. —406 с.

5. Ефимов А.И. и др. Свойства неорганических соединений. Справочник. — М.: Химия, 1983. — 392 с.

6. Лепилина Р.Г., Смирнова Н.М. Термограммы неорганических фосфатных соединений. — Л.: Наука, 1984. — 334 с.

7. Химическая энциклопедия. — М.: Сов. энцикл., 1990. — Т.1-Т.5. — 671 с

8. Цветков А.И., Вальяшихина Е.П. Термоаналитические характеристики сульфатных минералов // Труды института геоло-

гических наук. Петрографическая серия. — 1955. — Вып. 157. — С. 30-68.

9. Калниньш А.Я. и др. Консервирование и защита лесоматериалов. Справочник. — М.:Лесная промышленность, 1971.—421 с.

10. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Основы неорганической химии. —М.:Мир, 1979. —678 с.

11. Погибко В.М., Приседский В.В., Сидак И.Л., Верещак В.Г. Механизм термического разложения титанилоксалата. Наукові проці Донецького національного технічного університету. Сер. Хімія і хімічна технологія, 2010. — Вып. 14(162). — С.48-52.

Дата поступления апрель 2012 г.

THERMAL DECOMPOSITION OF INORGANIC SALTS

E. V. Antsupov, S. M. Rodivilov

Institute of Combustion Problems, 050012, Almaty, Bogenby batyr, 172
antsupov07@rambler.ru

Abstract

The decomposition dynamics to 1000 °C on heating of more then 140 inorganic salts was examined. It was demonstrated that only a few compounds is stable to such heat.

БЕЙОРГАНИКАЛЫҚ ТҰЗДАРДЫҢ ТЕРМИЯЛЫҚ ЫДЫРАУЫ

Е.В.Анцупов, С.М.Родивилов

Жану проблемалары институты
antsupov07@rambler.ru

Аннотация

140-тан астам бейорганикалық заттардың 1000 °C қыздырғанда ыдырау динамикасы қарастырылған. Бірнеше қосылыстар ғана осы температурада байсалды жылыту кезінде ыдырайты көрсетілген.