



# Оценка экологических показателей сжигания перспективных водоугольных композиций

Авторы: Няшина Г.С., Дорохов В.В., Стрижак П.А.

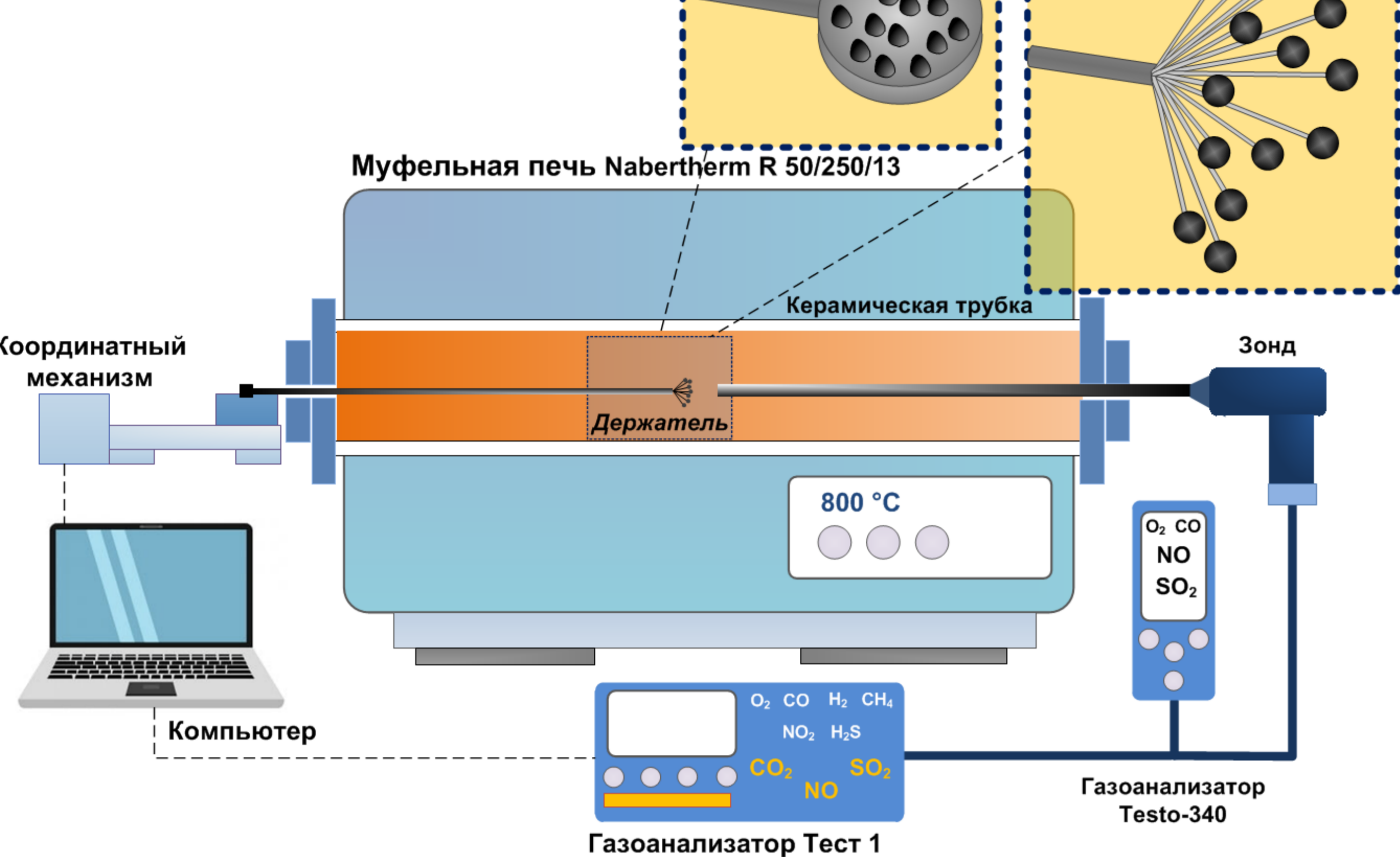
Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: gsn1@tpu.ru

Томский  
Политехнический  
Университет

**Аннотация:** Уголь по-прежнему остается перспективным и широко используемым энергетическим ресурсом во всем мире. Создание композиционных и смесевых топлив на основе угольных отходов является одним из перспективных вариантов использования энергетически потенциального сырья, утилизации отходов и снижения экологической нагрузки. В данной работе представлены результаты экспериментального исследования по регистрации концентраций основных газовых компонентов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ), выделяющихся при термическом разложении топливных компонентов по отдельности и в составе суспензионных топлив.

**Рис. 1.** Схема экспериментального стенда [1]



**Цель настоящей работы** – качественное и количественное определение **состава газа**, образующегося в ходе **термического разложения топливных суспензий**, а также отдельных компонентов в широком диапазоне температур от 100 до 1000 °С

**Научная новизна** состоит в изучение динамики изменения концентраций компонентов газовой смеси на **стадиях пиролиза** (400–700 °С), **газификации** (700–900 °С) и **сжигания** (700–1000 °С). Полученные результаты позволят оценить влияние каждого компонента в топливной смеси на состав газа. Зависимости, выявленные в ходе исследования, могут быть полезны для инженерных приложений использования суспензионных водосодержащих топлив для применения на разных типах установках (пиролиза, сжигания, газификации).

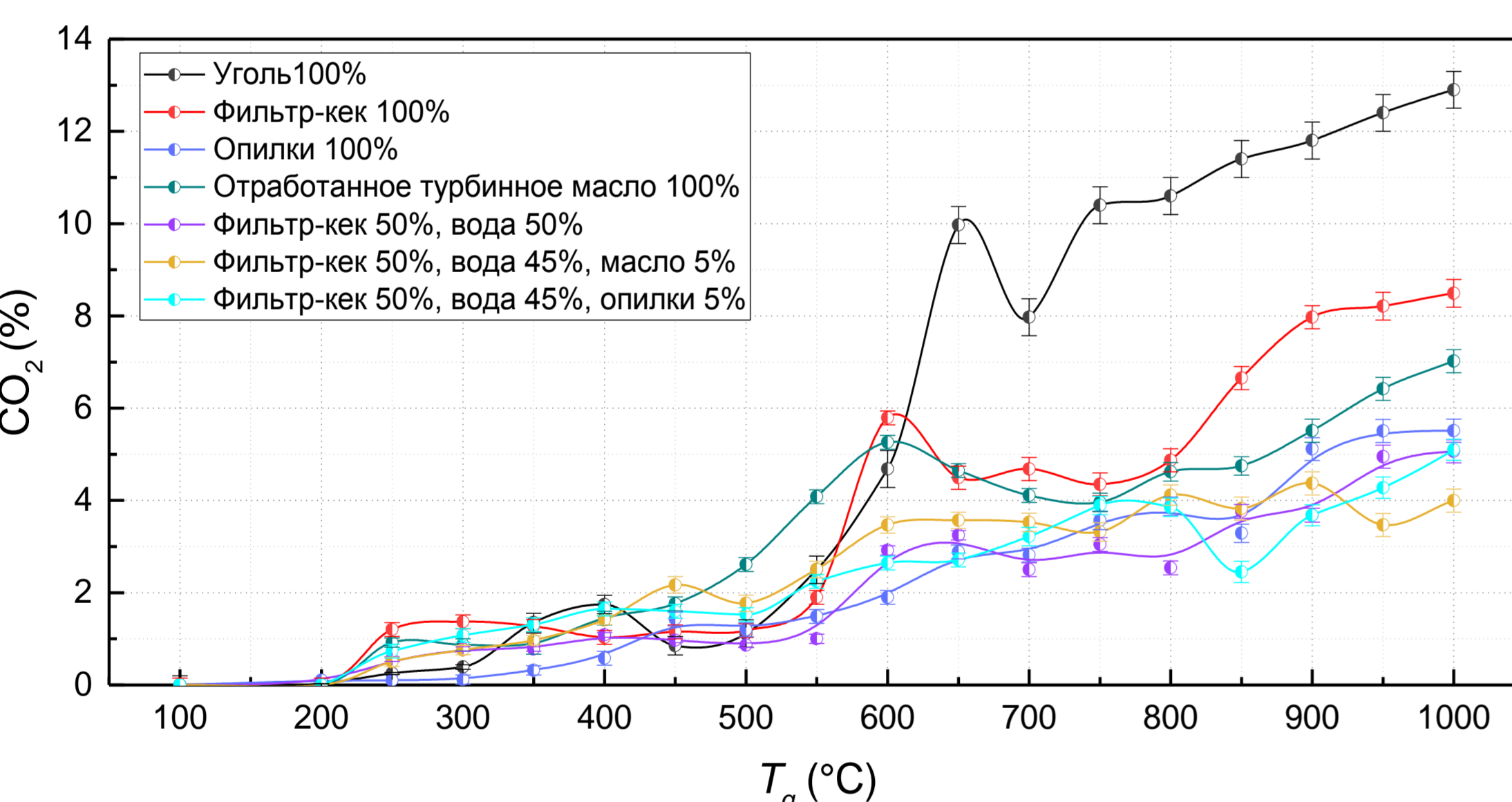
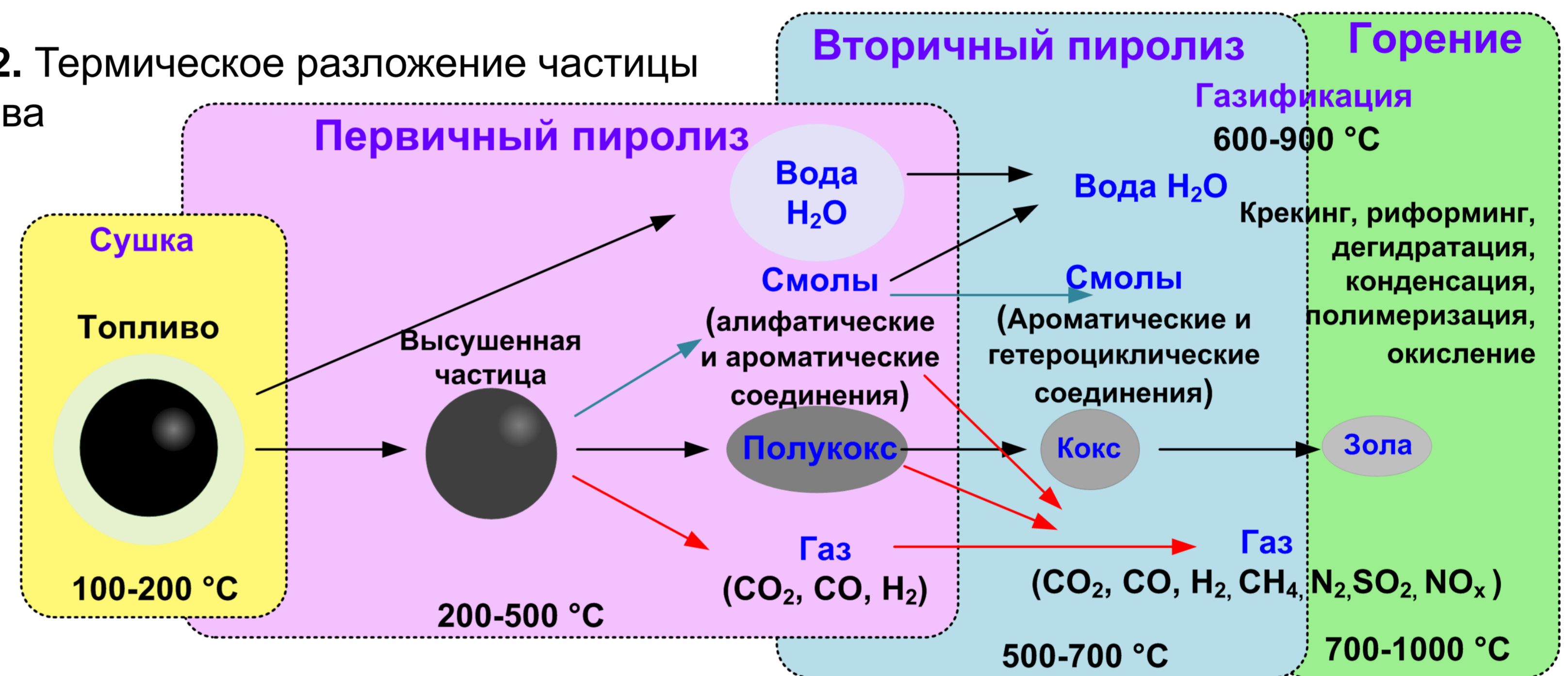
## Антропогенные выбросы



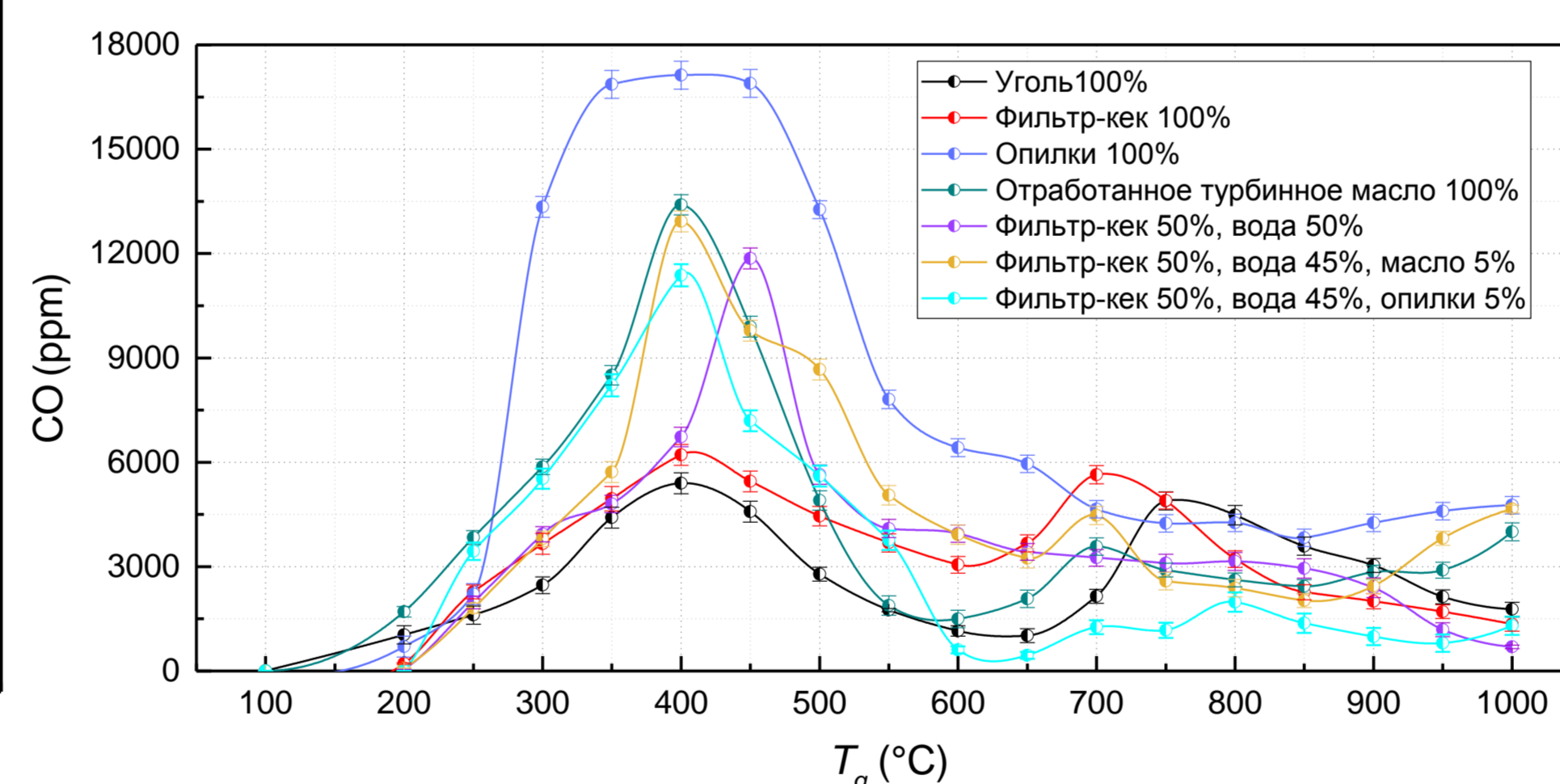
**Таблица 1.** Результаты технического, элементного анализа компонентов

| Компоненты                   | $W^a$ , % | $A^d$ , % | $V^{daf}$ , % | $Q_{s,v}^a$ , МДж/кг | $C^{daf}$ , % | $H^{daf}$ , % | $N^{daf}$ , % | $S^d$ , % | $O^{daf}$ , % |
|------------------------------|-----------|-----------|---------------|----------------------|---------------|---------------|---------------|-----------|---------------|
| <b>Угольные компоненты</b>   |           |           |               |                      |               |               |               |           |               |
| Уголь марки «Д»              | 5.17      | 13.9      | 41.59         | 25.79                | 77.11         | 5.77          | 2.62          | 0.40      | 14.10         |
| Фильтр-кек марки «Д»         | –         | 36.99     | 41.47         | 19.24                | 73.27         | 4.9           | 2.35          | 0.22      | 19.26         |
| <b>Добавки</b>               |           |           |               |                      |               |               |               |           |               |
| Опилки                       | 7.0       | 1.6       | 83.4          | 18.1                 | 52.5          | 6.58          | 0.22          | –         | 40.70         |
| Отработанное турбинное масло | –         | 0.03      | 98.9          | 44.99                | 85.1          | 14.1          | 0.3           | 0.4       | 0.1           |

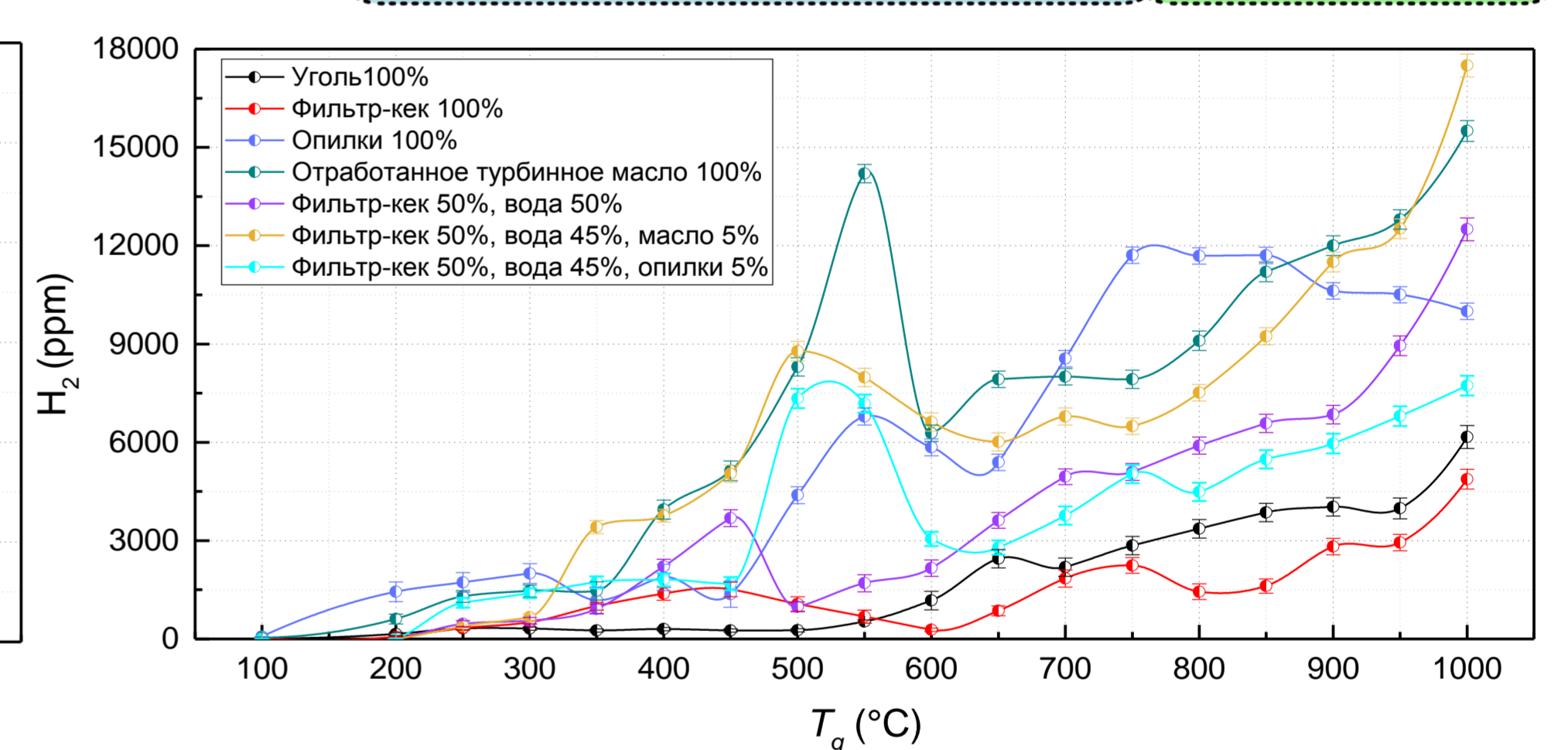
**Рис. 2.** Термическое разложение частицы топлива



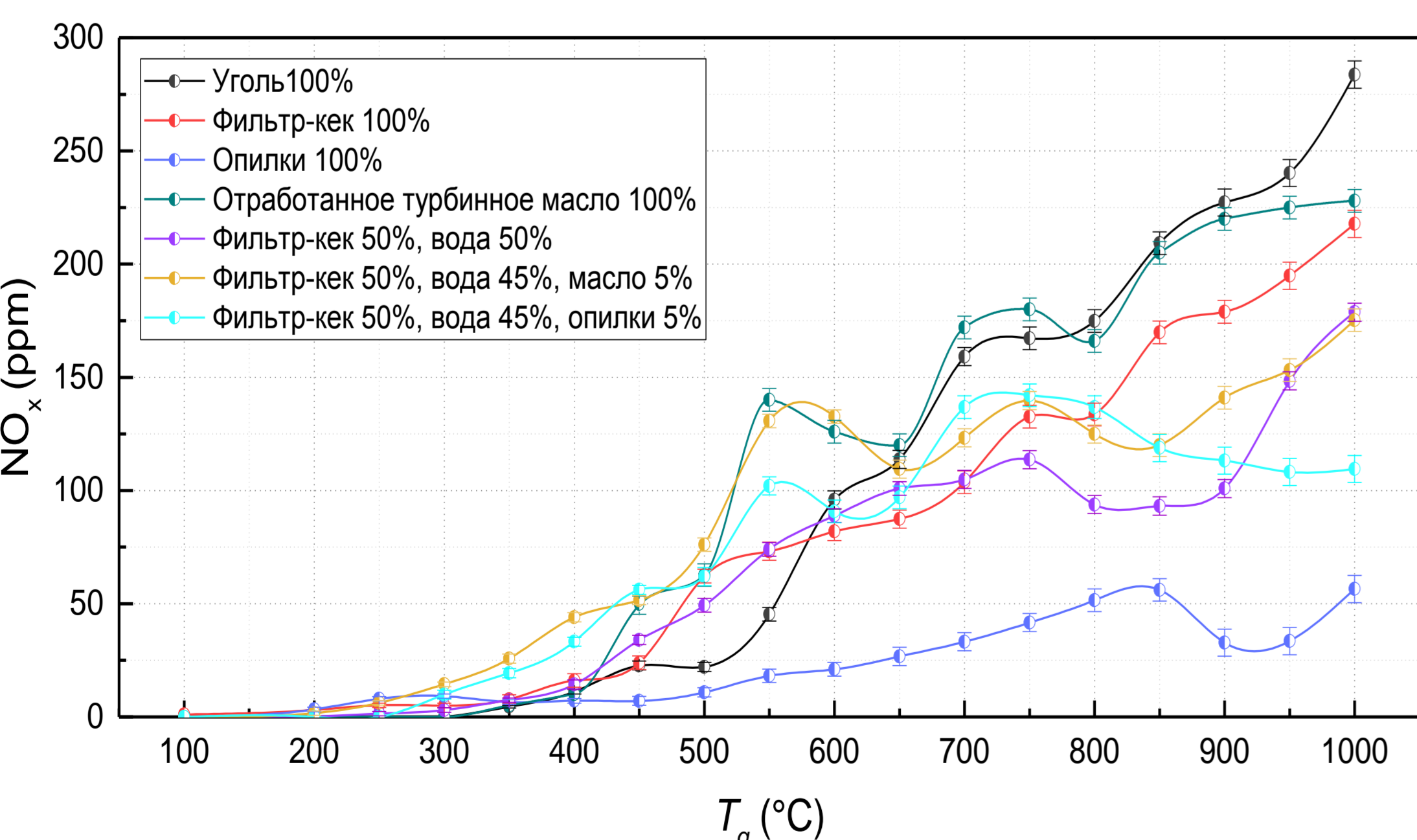
**Рис. 3.** Средние концентрации диоксида углерода при варьировании температуры в камере сгорания



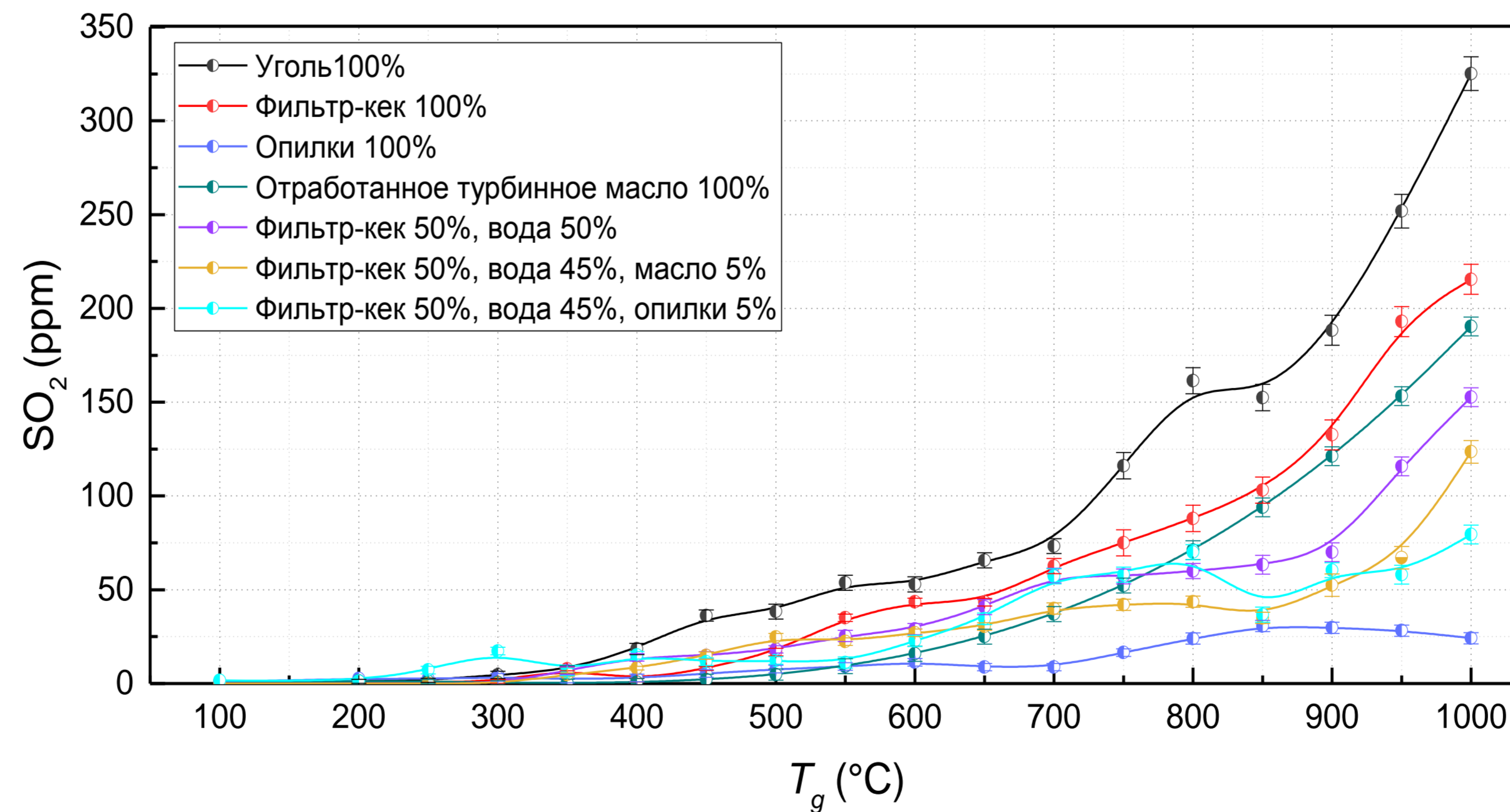
**Рис. 4.** Средние концентрации монооксида углерода при варьировании температуры в камере сгорания



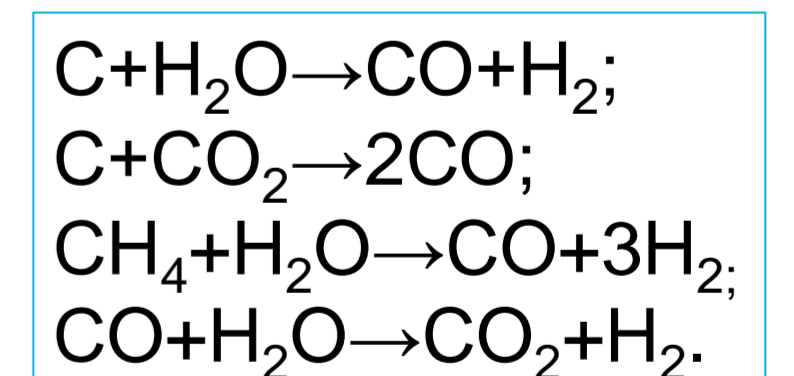
**Рис. 5.** Средние концентрации водорода при варьировании температуры в камере сгорания



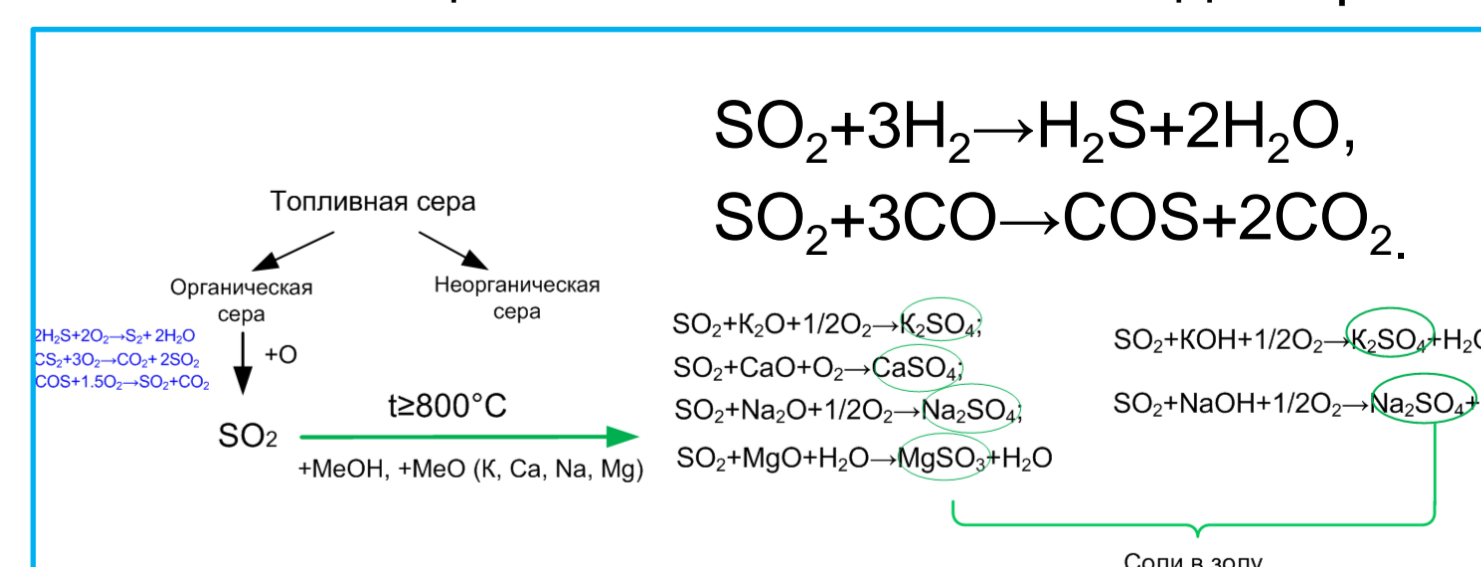
**Рис. 6.** Средние концентрации оксидов азота при варьировании температуры в камере сгорания



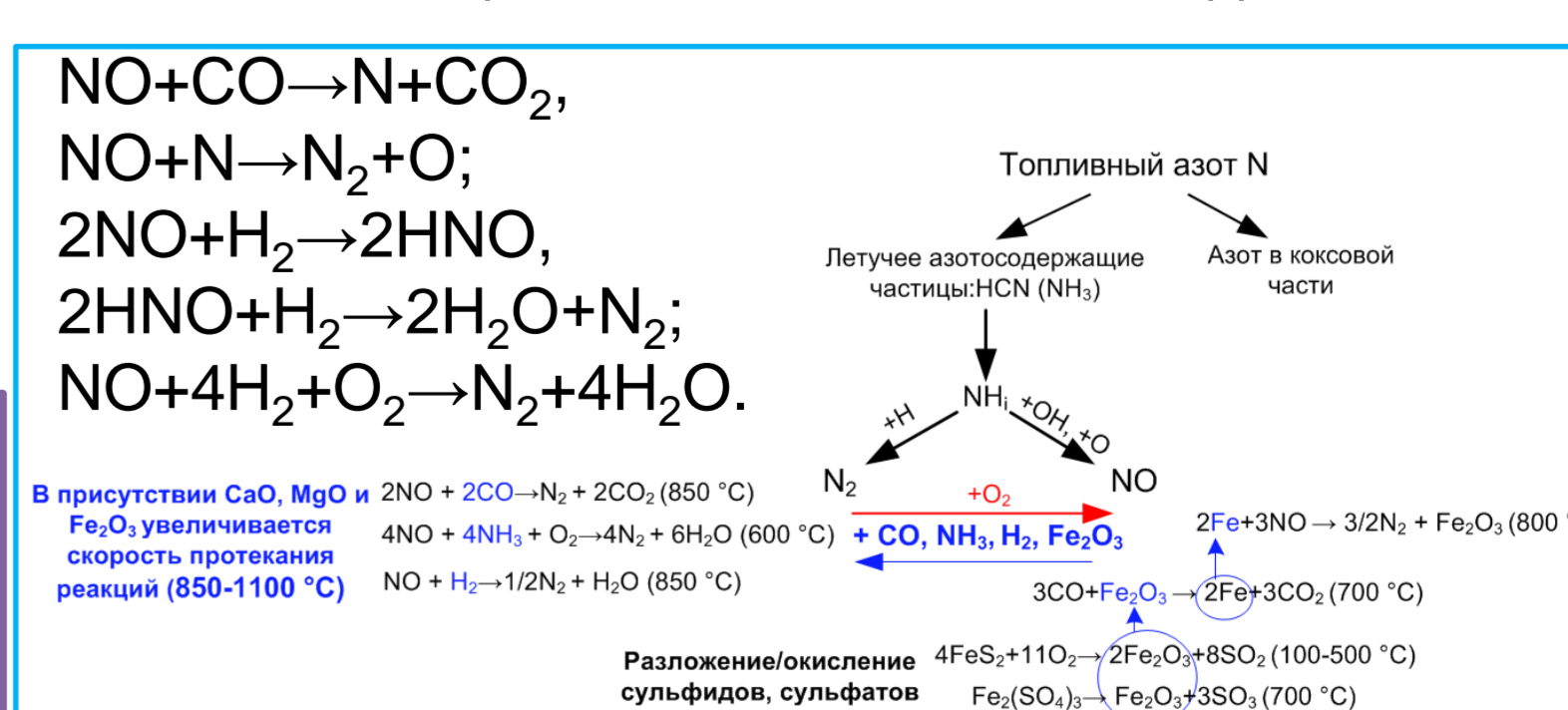
**Рис. 7.** Средние концентрации оксидов серы при варьировании температуры в камере сгорания



**Рис. 8.** Реакции восстановления оксида серы



**Рис. 9.** Реакции восстановления оксида азота



- Выводы**
- Интенсивное выделение диоксида углерода регистрировалось при температурах свыше 550 °С на стадии вторичного пиролиза и в момент начала активного горения. Разница в концентрациях  $\text{CO}_2$  между суспензиями и сухими угольными топливами для температурного диапазона 700–1000 °С варьировалась от 25 до 56%.
  - Показано, что применение **водосодержащих топлив на стадии пиролиз** характеризуется повышенными (до 96%) концентрациями основных **горючих газов ( $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ )**, причем температуры достижения пиковых значений ниже на 50–100°С, в сравнении с каменным углем.
  - С точки зрения основных антропогенных выбросов ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ) **горение суспензий также оказалось экологичнее угля на 20–77%** в зависимости от температурных условий и состава топлива. Максимальный **положительный эффект** от применения в составе водоугольных суспензий **добавок биомассы** достигался в температурном диапазоне от 850 до 1000 °С.