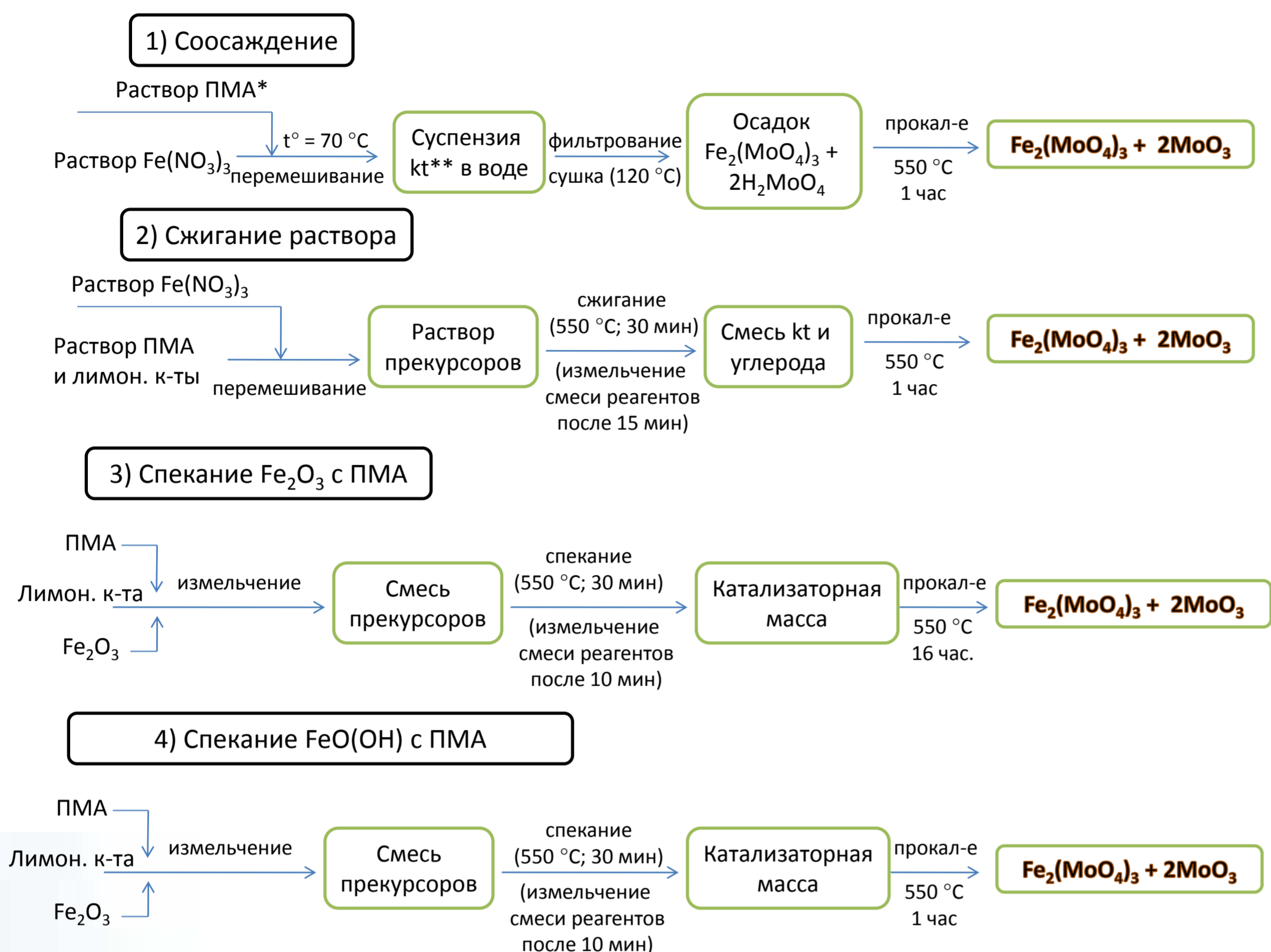


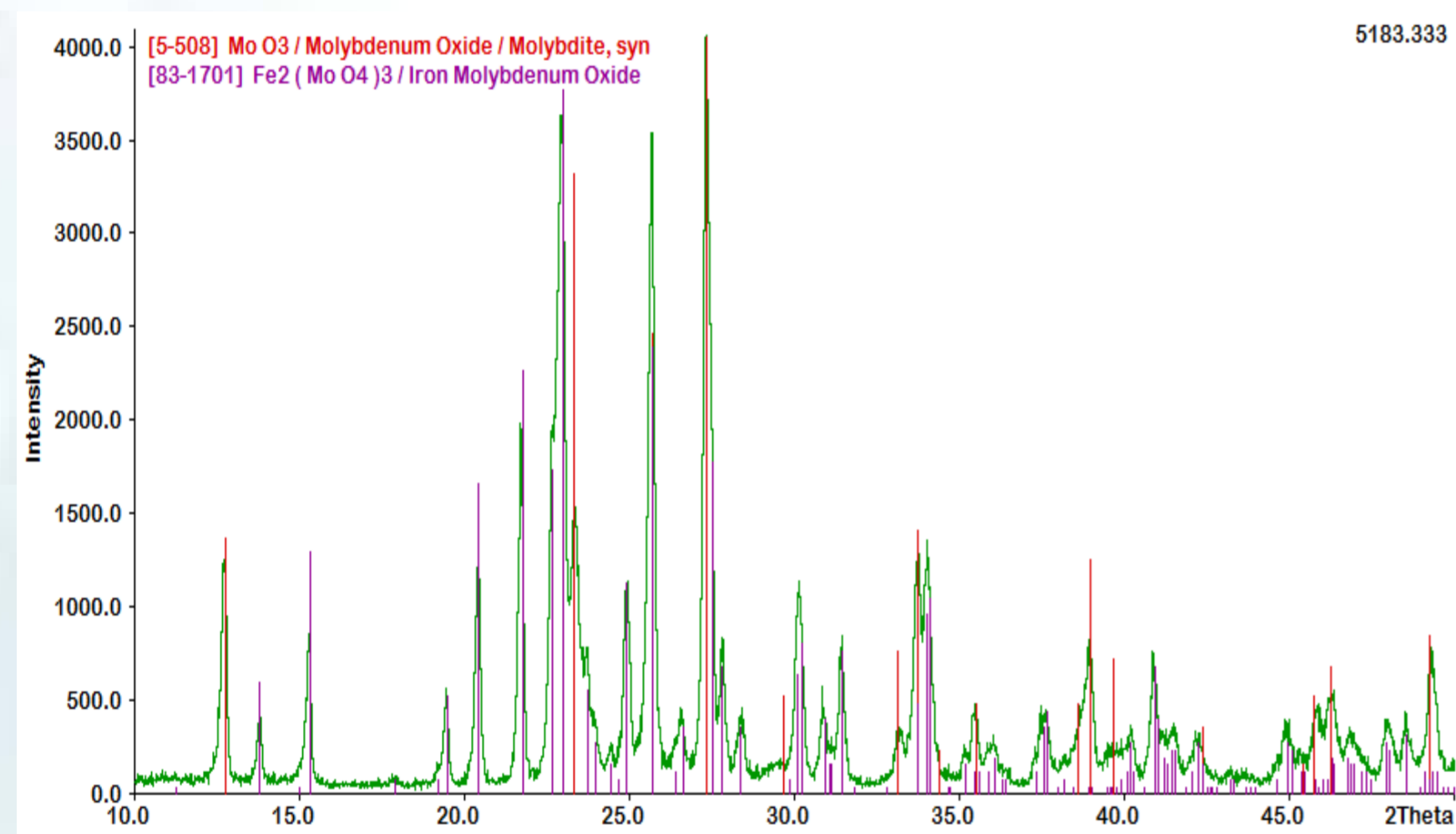
# Технология получения формованных катализаторов окислительного дегидрирования метанола в формальдегид на основе молибдата железа

## Схемы получения катализатора

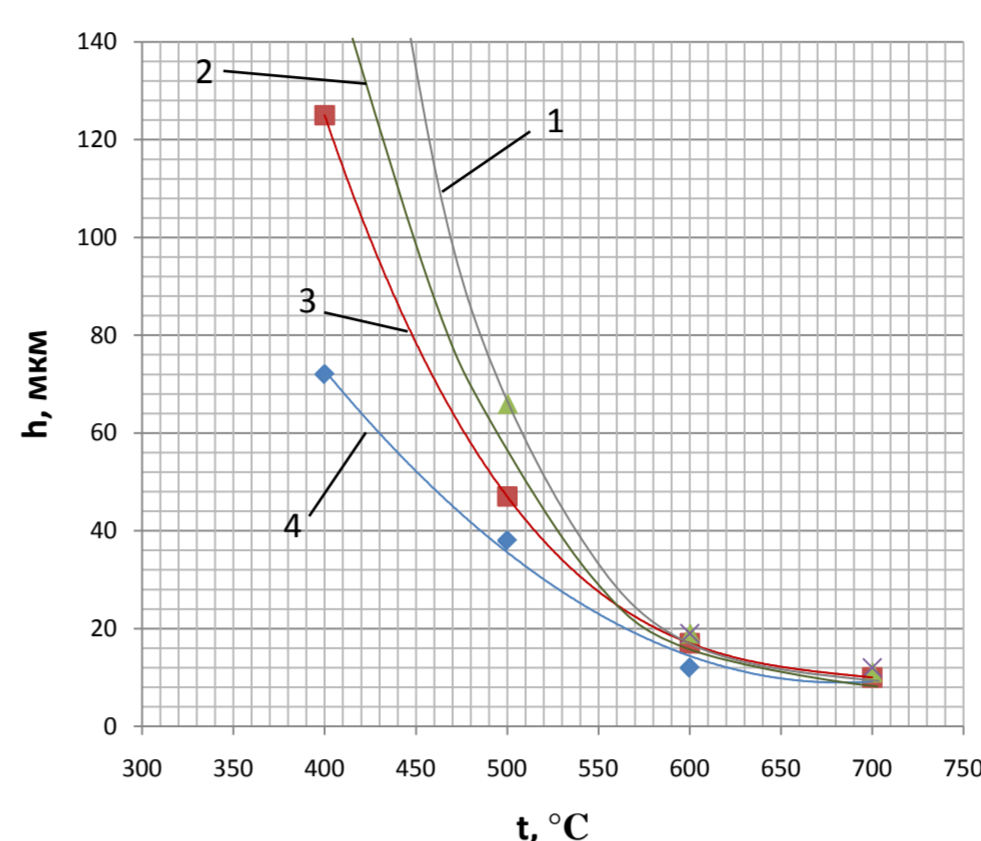


ПМА\* – парамолибдат аммония ((NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>)  
kt\*\* – катализатор

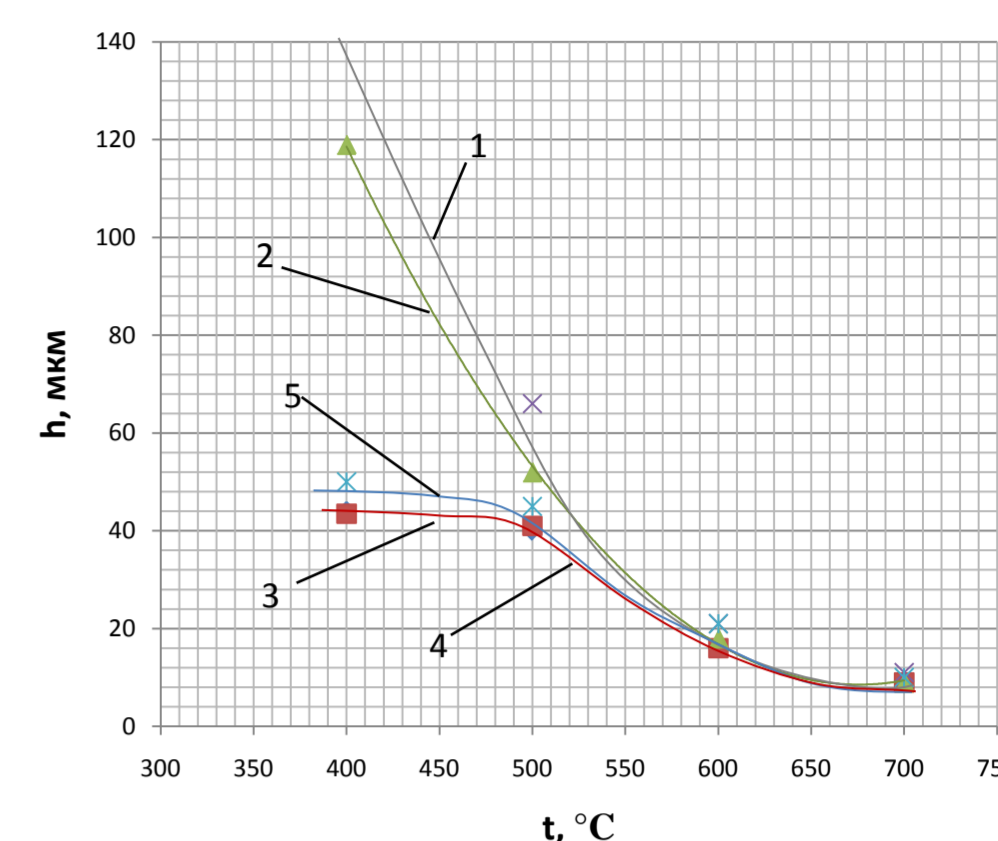
## Рентгенофазовый анализ полученных катализаторов



## Определение прочностных характеристик

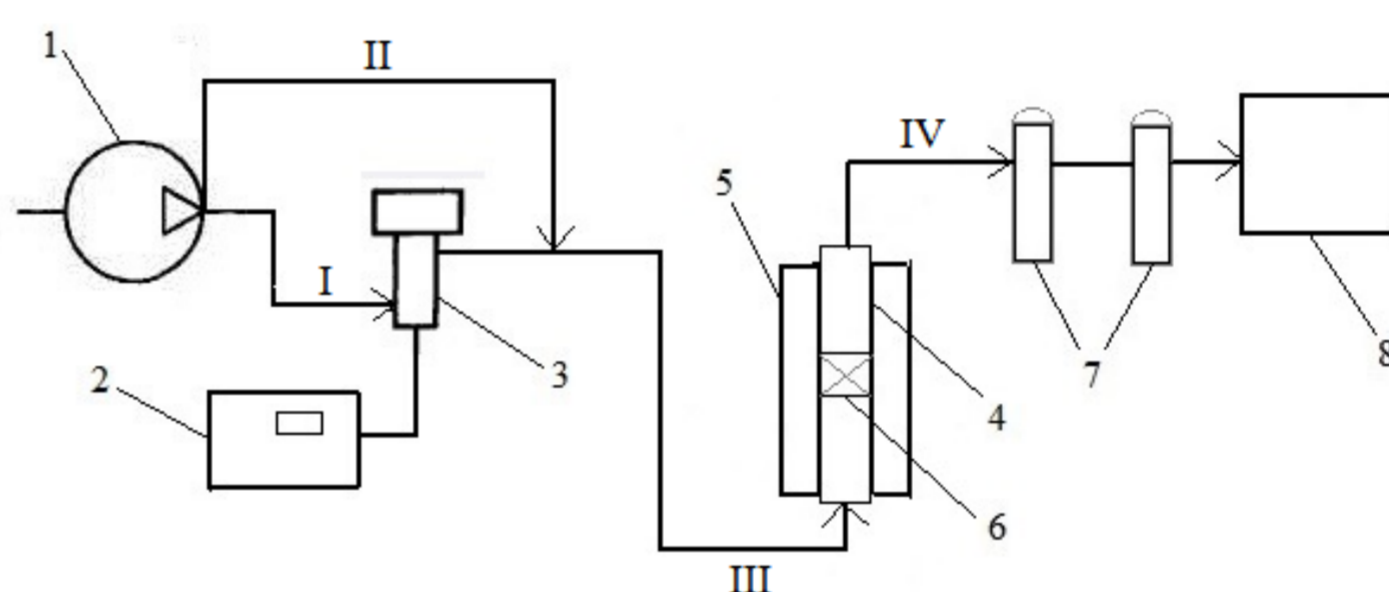


1 – 5 %<sub>масс</sub>; 2 – 10 %<sub>масс</sub>; 3 – 15 %<sub>масс</sub>; 4 – 20 %<sub>масс</sub>



1 – 0; 2 – 0,27 %<sub>масс</sub>; 3 – 0,55 %<sub>масс</sub>; 4 – 0,83 %<sub>масс</sub>; 5 – 1,10 %<sub>масс</sub>

## Схема лабораторной установки для синтеза формальдегида из метанола на ЖМК



**Условия проведения процесса:**  
t<sub>реак</sub> = 350 ± 1 °C  
t<sub>исп</sub> = 25 ± 0,2 °C  
Время – 45 мин  
m<sub>kt</sub> = 4,500 г  
Расход метанола – 0,033 г/мин  
Расход воздуха – 1000 ± 20 мл/мин

1 – компрессор; 2 – термостат; 3 – испаритель (CH<sub>3</sub>OH); 4 – реактор; 5 – печь; 6 – слой катализатора; 7 – поглотительные колонки с раствором Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>; 8 – хроматограф. Поток: I – воздух в испаритель; II – воздух в реактор; III – спирто-воздушная смесь; IV – продукты реакции.

## Протекающие реакции

**Целевая:**  
CH<sub>3</sub>OH + 0,5O<sub>2</sub> → CH<sub>2</sub>O + H<sub>2</sub>O + 147,4 кДж/моль

**Основные побочные:**  
CH<sub>3</sub>OH + O<sub>2</sub> → CO + 2H<sub>2</sub>O + 393,6 кДж/моль  
CH<sub>2</sub>O + 0,5O<sub>2</sub> → CO + 2H<sub>2</sub>O + 230,0 кДж/моль

**В поглотительных колонках:**  
CH<sub>2</sub>O + Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O → NaOH + HO – CH<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>Na

## Формованный методом экструзии железо-молибденовый катализатор (ЖМК) – типоразмер «звезда»



**Характеристики:**  
Размер 5x6 мм  
Насыпная плотность ρ<sub>нас</sub> = 1,2 г/см<sup>3</sup>  
Удельная поверхность S<sub>уд</sub> = 3,77 ± 0,16 м<sup>2</sup>/г

## Зависимость выхода формальдегида от различных характеристик полученных ЖМК

### 1. От способа получения ЖМК

Способ получения ЖМК	Выход CH <sub>2</sub> O, %	Выход CO, %
Осаждение	96,1	0
Сжигание раствора	98,3	0
Спекание Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> с ПМА	68,4	30,1

ЖМК, содержащие 10 %<sub>масс</sub> связующего (глина), прокаленные после формования при 400 °C

### 2. От температуры прокалывания

t <sub>прок</sub> , °C	Выход CH <sub>2</sub> O, %	Выход CO, %
400	68,4	0
600	8,7	0
700	6,6	0

ЖМК, полученные спеканием Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> с ПМА, содержащие 10 %<sub>масс</sub> связующего (глина)

t <sub>прок</sub> , °C	Выход CH <sub>2</sub> O, %	Выход CO, %
400	54,7	0
500	46,0	0
600	30,3	0

ЖМК, полученные сжиганием раствора, содержащие 10 %<sub>масс</sub> связующего (бентонит)

### 3. От содержания связующего

а	Бемит, % <sub>масс</sub>	Выход CH <sub>2</sub> O, %	Выход CO, %
5	71,3	25,3	
10	57,8	39,0	
15	29,6	68,6	

б	Бемит, % <sub>масс</sub>	Выход CH <sub>2</sub> O, %	Выход CO, %
5	68,5	26,8	
10	54,8	35,2	
15	34,2	55,4	

ЖМК, полученные сжиганием раствора; а – с добавлением раствора Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>; б – без добавления Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> прокаленные после формования при 400 °C

### 4. От наличия Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>

Наличие Fe(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	Выход CH <sub>2</sub> O, %	Выход CO, %
Да	41,2	58,8
Нет	53,1	46,9

ЖМК, полученные спеканием FeO(OH) с ПМА, содержащие 10 %<sub>масс</sub> связующего (бемит)