

***Катализатор и процесс  
удаления бензола  
из риформатов***

**Санкт-Петербург, 2009 г**



**Нормы по содержанию бензола (% об.)**

ГОСТ Р 51105 - 97	ГОСТ Р 51866-2002	Евро-2	ТР
≤ 5	≤ 1	≤ 5	≤ 1

## Компонентный состав автобензинов в России

Компоненты	А-92	А-95
Прямогонный бензин	до 10	-
<b>Риформат</b>	<b>40-100</b>	<b>40-80</b>
Бензин каткрекинга	до 20	-
Алкилат, изомеризат	до 10	до 15
Толуол	до 2	до 20
МТБЭ	-	до 10

## Содержание бензола в компонентах автобензинов

Компонент	% мас.
Прямогонный бензин	0,5-1
<i>Риформат</i>	<b>3-6</b>
Бензин каткрекинга	< 1
Изомеризат, изопентан	0
Алкилат	0

## **Основные способы удаления бензола из риформата**

- **Предфракционирование**
- **Постфракционирование**
- **Алкилирование бензола**
- **Экстракция бензола**
- **Насыщение бензола на установке изомеризации**
- **Гидрирование бензола на отдельной установке**

## Предфракционирование

**Предфракционирование – удаление из сырья  $C_6$  - предшественников бензола**

### Недостатки :

- **Снижение потенциала нефти**
- **Тяжелый фр.состав риформата**
- **Образование бензола деалкилированием  $Ar_{7+}$**
- **Избыток низкооктановой нефти  $C_6$**

## **Постфракционирование**

**Постфракционирование – удаление бензольной фракции из риформата**

**Недостатки :**

- **Тяжелый фр.состав риформата**
- **Недостаток легкого высокооктанового компонента (изомеризата, алкилата, ПАФ)**
- **Избыток концентрата бензола**

## **Алкилирование бензола**

**Алкилирование бензола  
повышает ОЧ и выход бензина**

### **Недостатки :**

- **Потребность в олефинах (пропилен)**
- **Повышение доли Ar**



## **Экстракция бензола**

**Бензол – товарный продукт**

**Недостатки :**

- **Наличие свободной мощности по экстракции**
- **Существенные капитальные затраты (высокая себестоимость бензола)**

## **Насыщение бензола на установке изомеризации**

### **Вовлечение легкого риформата в сырье изомеризации**

#### **Недостатки :**

- **Наличие свободной мощности по изомеризации**
- **Снижение конверсии парафинов, ускоренное коксование катализатора**
- **Снижение ОЧ изомеризата**
- **Снижение выхода целевого продукта**

**Гидрирование бензола на  
отдельной установке**

**Недостатки :**

- **Снижение ОЧ продукта гидрирования**

**Новый эффективный процесс удаления  
бензола из риформатов**

**ДЕБОЛК –**

**процесс конверсии бензола  
с повышением ОЧ продукта**

## Октановые характеристики углеводородов

$C_6$

Углеводород	МОЧ	ИОЧ
<b>Бензол</b>	<b>108 (80-87)*</b>	<b>113</b>
<b>ЦГ</b>	<b>77</b>	<b>83</b>
<b>МЦП</b>	<b>81</b>	<b>91,3</b>
<b>2-мп</b>	<b>73</b>	<b>73,4</b>
<b>2,2-дмб</b>	<b>96</b>	<b>91,8</b>
<b>2,3-дмб</b>	<b>95</b>	<b>101,7</b>
<b>н-Гексан</b>	<b>25</b>	<b>24,8</b>
<b>Толуол</b>	<b>102</b>	<b>115,7</b>

\*Гуреев А.А., Азев В.С., Автомобильные бензины.  
Свойства и применение: - М.: Нефть и газ, 1996

**ДЕБОЛК – процесс удаления бензола из риформата путем его гидроизомеризации в метилциклопентан.**

### **ЦЕЛЕВЫЕ РЕАКЦИИ**

**Гидроизомеризация:**

**Бензол  $\leftrightarrow$  Циклогексан  $\leftrightarrow$  Метилциклопентан**

**Изомеризация:**

**н-Гексан  $\leftrightarrow$  Изогексаны**

**Монозамещённые парафины  $\leftrightarrow$  Разветвлённые парафины.**

### **ПОБОЧНЫЕ РЕАКЦИИ**

**Гидрокрекинг парафинов сырья:**

**Гексаны, гептаны  $\rightarrow$  Пропан, бутаны**

**Алкилирование парафинов:**

**Гептаны  $\rightarrow$  изооктаны**

**ДЕБОЛК – процесс удаления бензола из риформата путем его гидроизомеризации в метилциклопентан.**

<i>Давление, ати</i>	10-25
<i>Температура, °С</i>	250-330*
<i>Объёмная скорость подачи сырья, час<sup>-1</sup></i>	2-4
<i>Кратность циркуляции ВСГ/сырье, нм<sup>3</sup>/м<sup>3</sup></i>	600-800
<i>Потребление водорода</i>	<i>По стехиометрии на гидрирование</i>

**ДЕБОЛК – процесс удаления бензола из риформата путем его гидроизомеризации в метилциклопентан.**

**КАТАЛИЗАТОР K-150Б**

Количество марок	2
Благородный металл	Платина
Носитель	Высокоочищенный оксид алюминия
Цеолит	+
Промоторы	+
Насыпная плотность, т/м <sup>3</sup>	0,70±0,05
Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г, не менее	300
Средний коэффициент прочности, кг/мм, не менее	1,2
Диаметр экструдатов, мм	1,2±0,2



**ДЕБОЛК – процесс удаления бензола из риформата путем его гидроизомеризации в метилциклопентан.**

**Сырье процесса - головная фракция риформата НК – 85°С**

ТИПОВОЙ СОСТАВ СЫРЬЯ, масс. %:

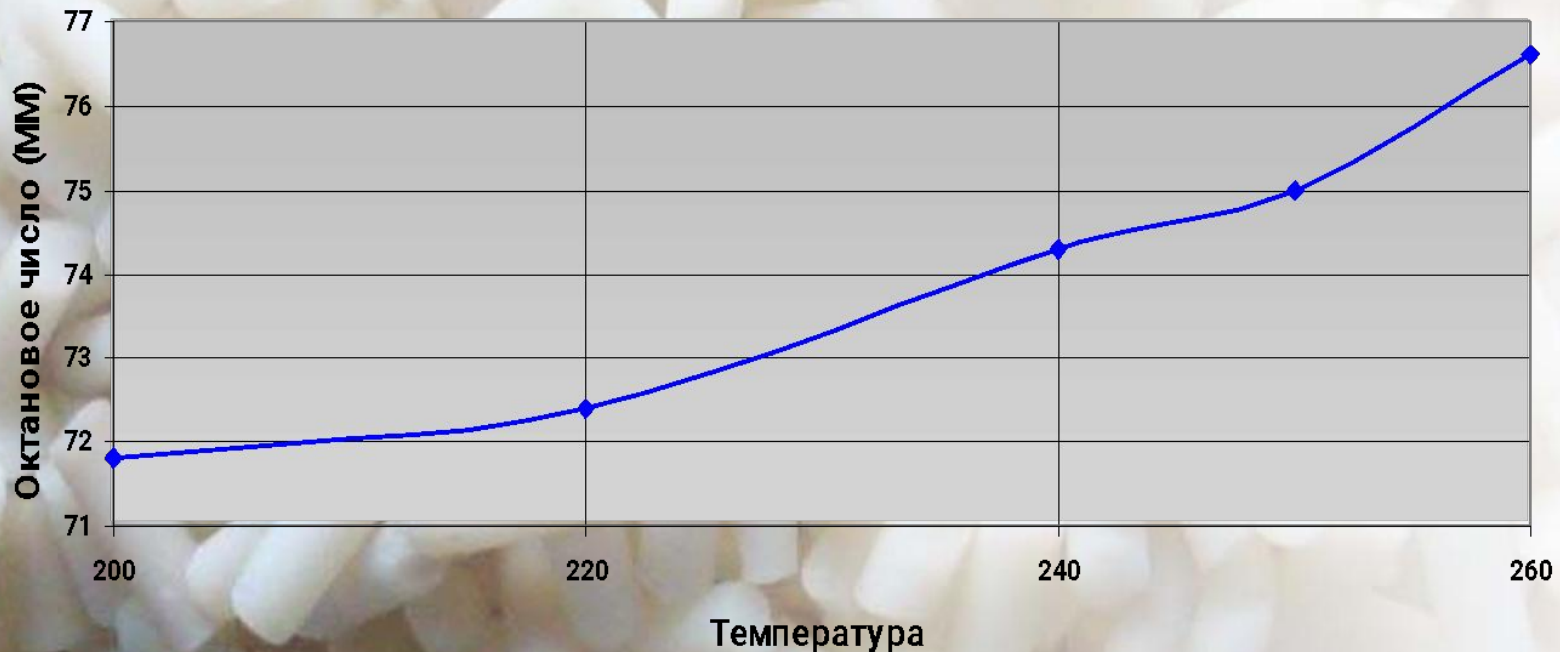
Бутаны	1- 2
Пентаны	14-18
Гексаны	32-36
<b>Бензол</b>	<b>18-24</b>
Гептаны	остальное

**ДЕБОЛК – процесс удаления бензола из риформата путем его гидроизомеризации в метилциклопентан.**

<i>Основные показатели</i>	<i>K-150Б-1</i>	<i>K-150Б-2</i>
<i>Остаточное содержание бензола, % об., не более</i>	0,1	0,5
<i>Прирост октанового числа, п.</i>	1-3	1-2
<i>Выход гидроизомеризата, % мас.</i>	97	98
<i>Межрегенерационный цикл, год</i>	> 3	> 3

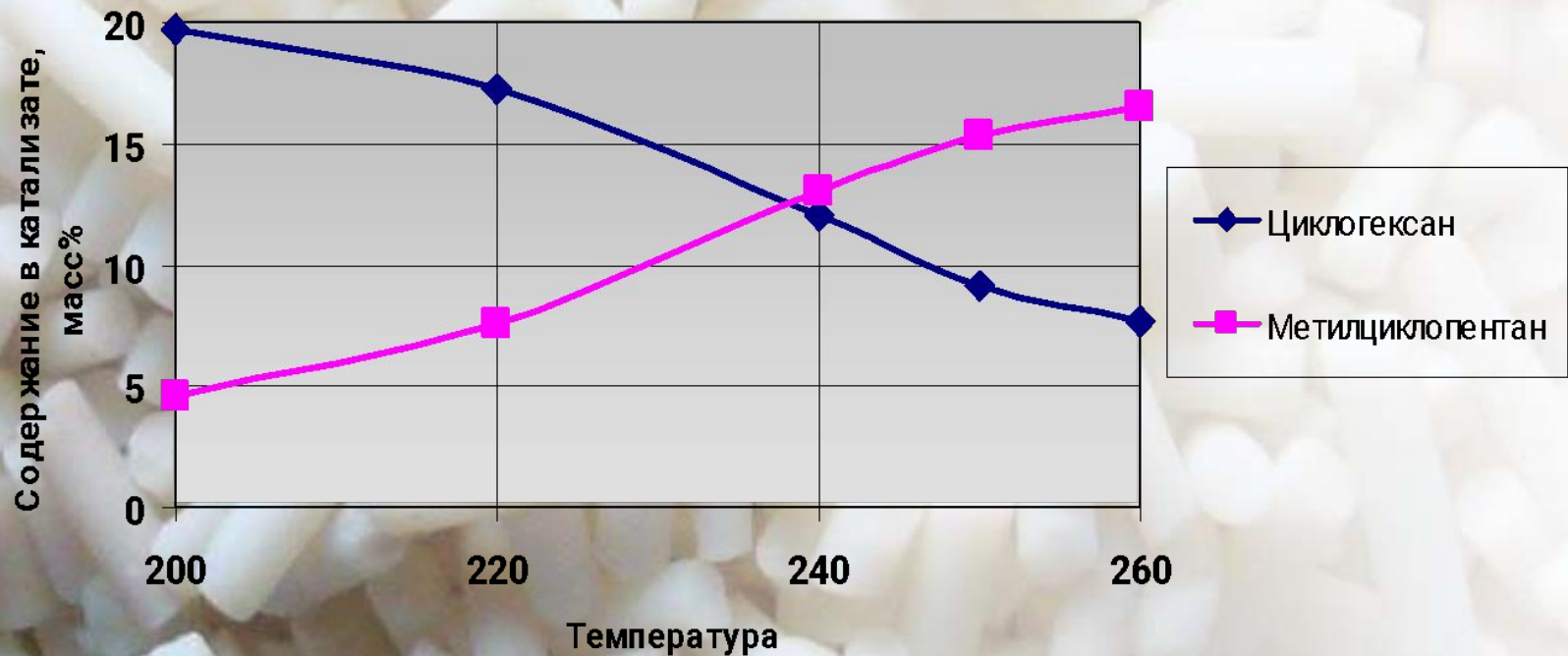
# **ДЕБОЛК – процесс удаления бензола из риформата путем его гидроизомеризации в метилциклопентан.**

Влияние температуры на изменение октанового числа катализата  
(ОЧ ММ сырья - 74,7 п).



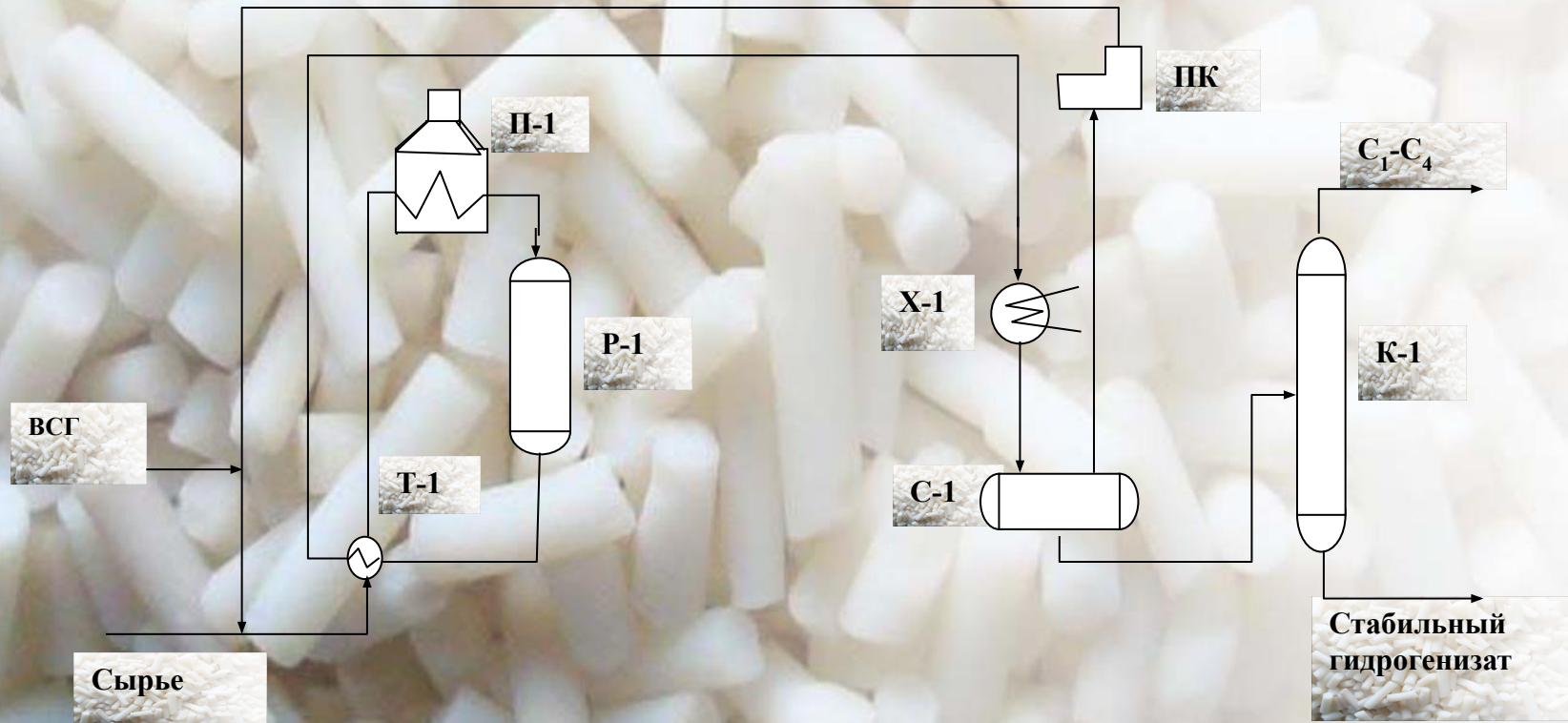
# **ДЕБОЛК – процесс удаления бензола из риформата путем его гидроизомеризации в метилциклопентан.**

Влияние температуры на степень превращения циклогексана в метилциклопентан (бензол отсутствует).



# **ДЕБОЛК – процесс удаления бензола из риформата путем его гидроизомеризации в метилциклопентан.**

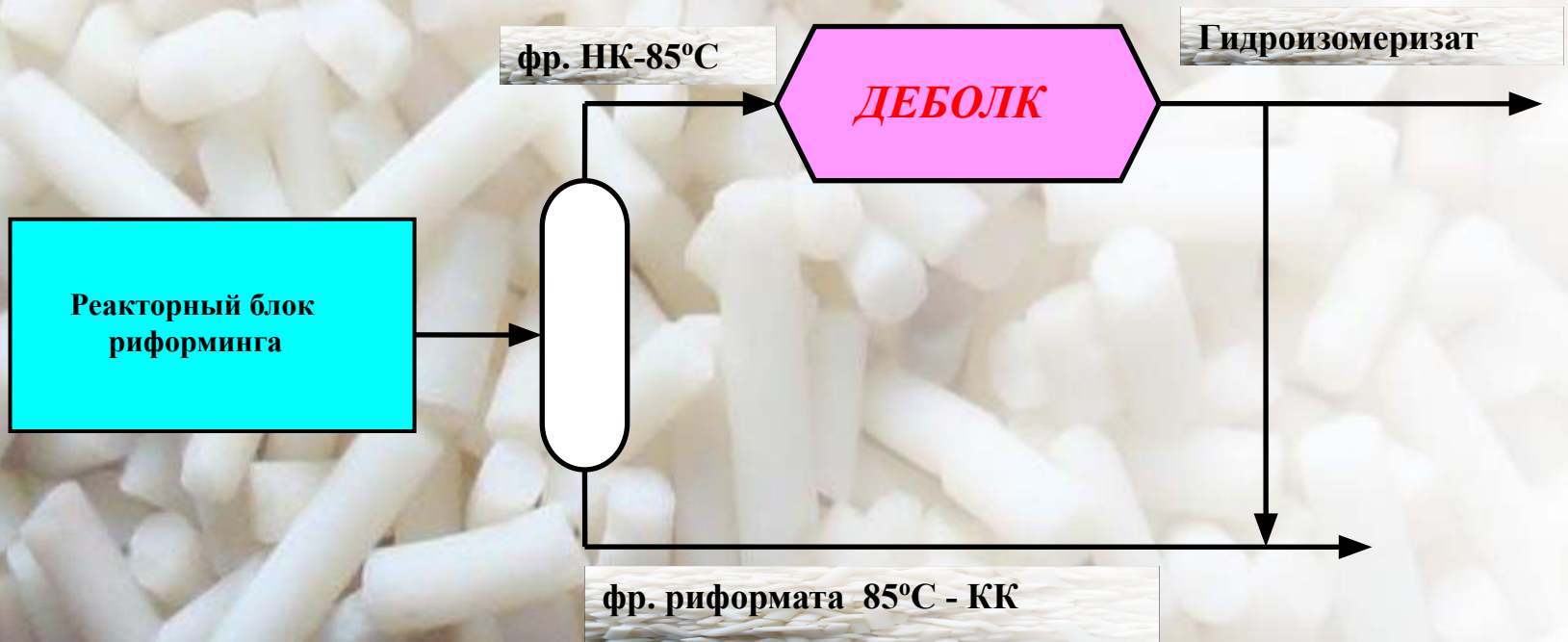
Принципиальная схема процесса гидроизомеризации бензола – «ДЕБОЛК»



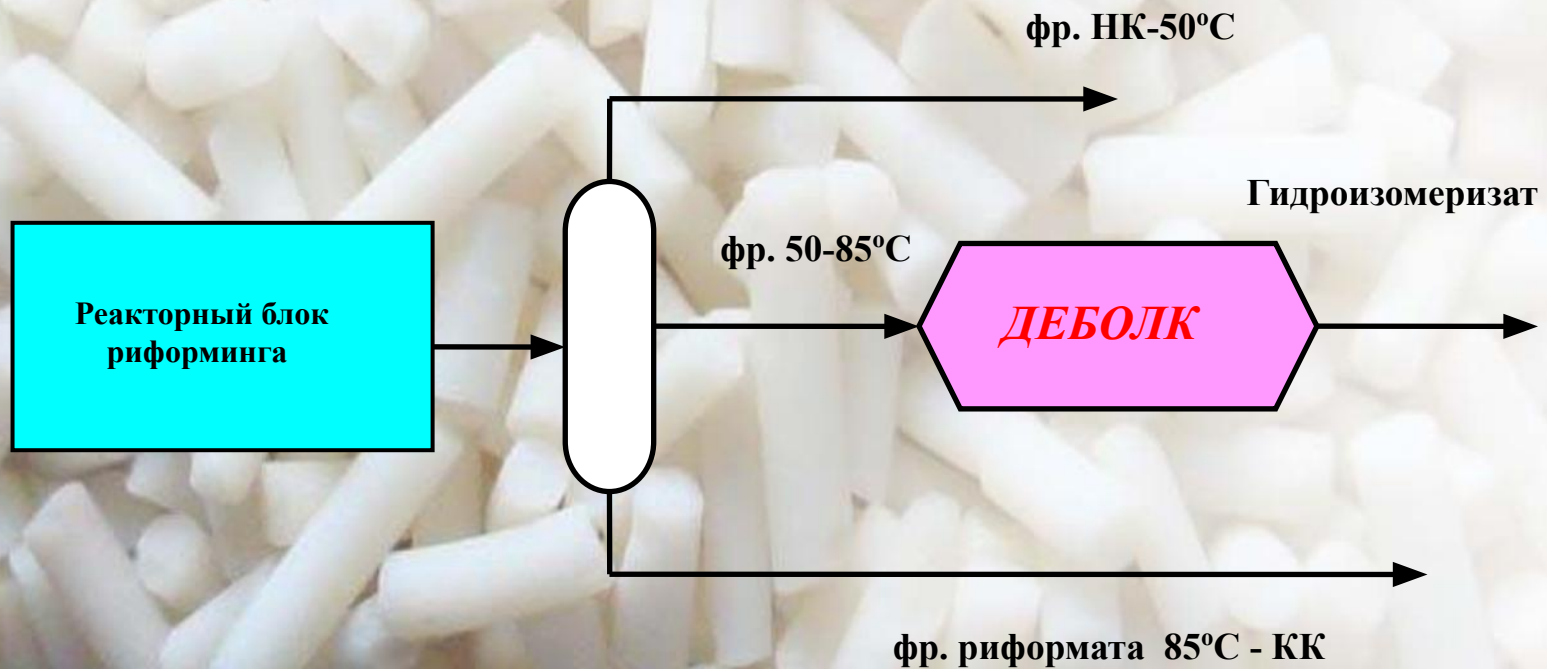
## **ДЕБОЛК – процесс удаления бензола из риформата путем его гидроизомеризации в метилциклопентан.**

Показатель	Сырье	Стабильный гидроизомеризат
C <sub>3</sub>	-	0,4
C <sub>4</sub>	1,2	2,1
i-C <sub>5</sub>	9,1	8,5
n-C <sub>5</sub>	7,3	6,6
моно i-C <sub>6</sub>	18,8	18,1
би зам. i-C <sub>6</sub>	3,9	4,9
n-C <sub>6</sub>	9,9	8,9
моно i-C <sub>7</sub>	15,1	13,4
би зам. i-C <sub>7</sub>	6,1	6,7
дмцп	0,8	1,1
n-C <sub>7</sub>	2,0	2,3
ЦП	0,3	0,2
МЦП	3,0	15,3
ЦГ	1,8	9,7
Б	19,4	0,1
Т	1,1	-

# Блок-схема переработки легкой фракции риформата. Вариант 1.

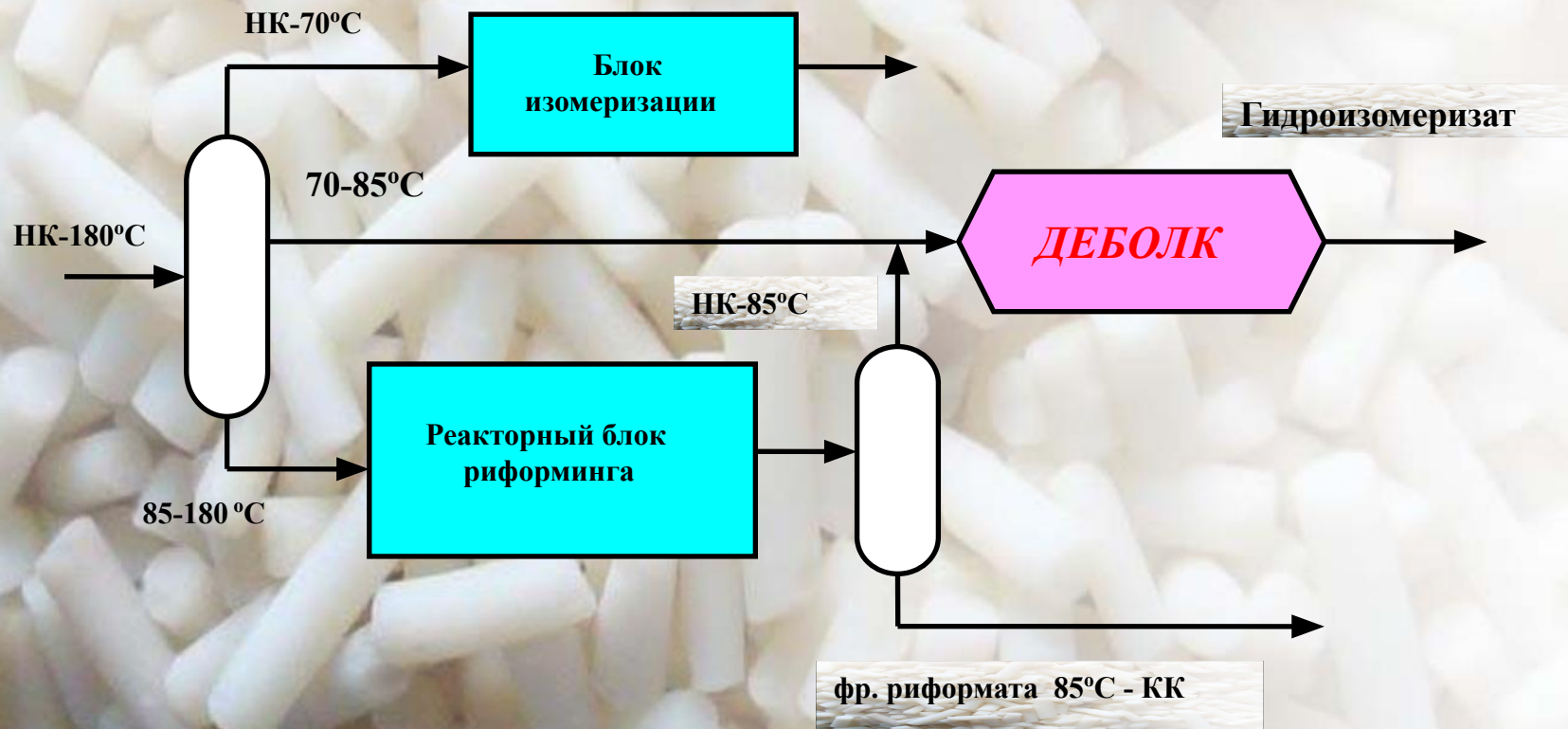


**Блок-схема переработки легкой  
фракции риформата.  
Вариант 2.**





# Блок-схема переработки легкой фракции риформата. Вариант 3.



# Блок-схема переработки легкой фракции риформата. Вариант 4.

