

***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	-
Риформат	40-100	40-80
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>	3-6
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
Бензол	108 (80-87)*	113
ЦГ	77	83
МЦП	81	91,3
2-мп	73	73,4
2,2-дмб	96	91,8
2,3-дмб	95	101,7
н-Гексан	25	24,8
Толуол	102	115,7

*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⁻¹</i>	2-4
<i>Кратность циркуляции ВСГ/сырье, нм³/м³</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 ³	0,70±0,05
Удельная поверхность, м ² /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. %:

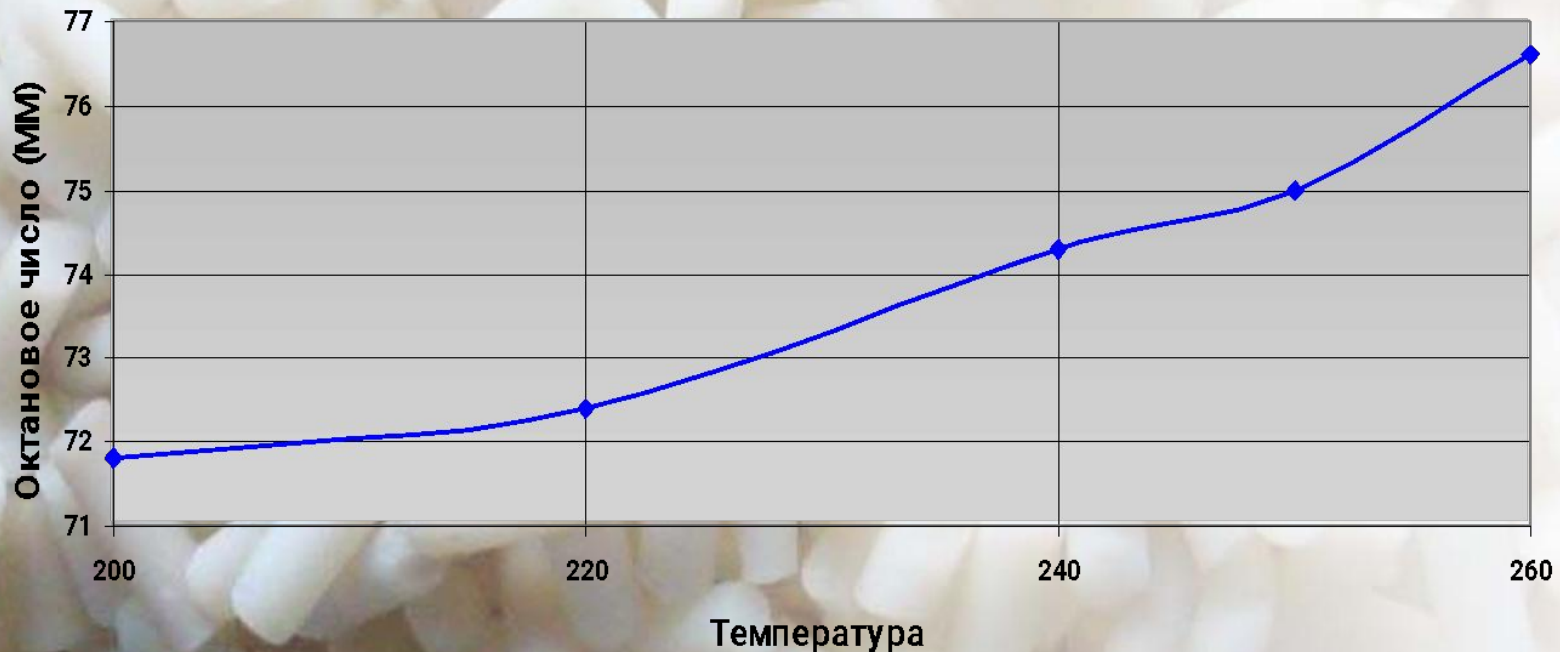
Бутаны	1- 2
Пентаны	14-18
Гексаны	32-36
Бензол	18-24
Гептаны	остальное

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

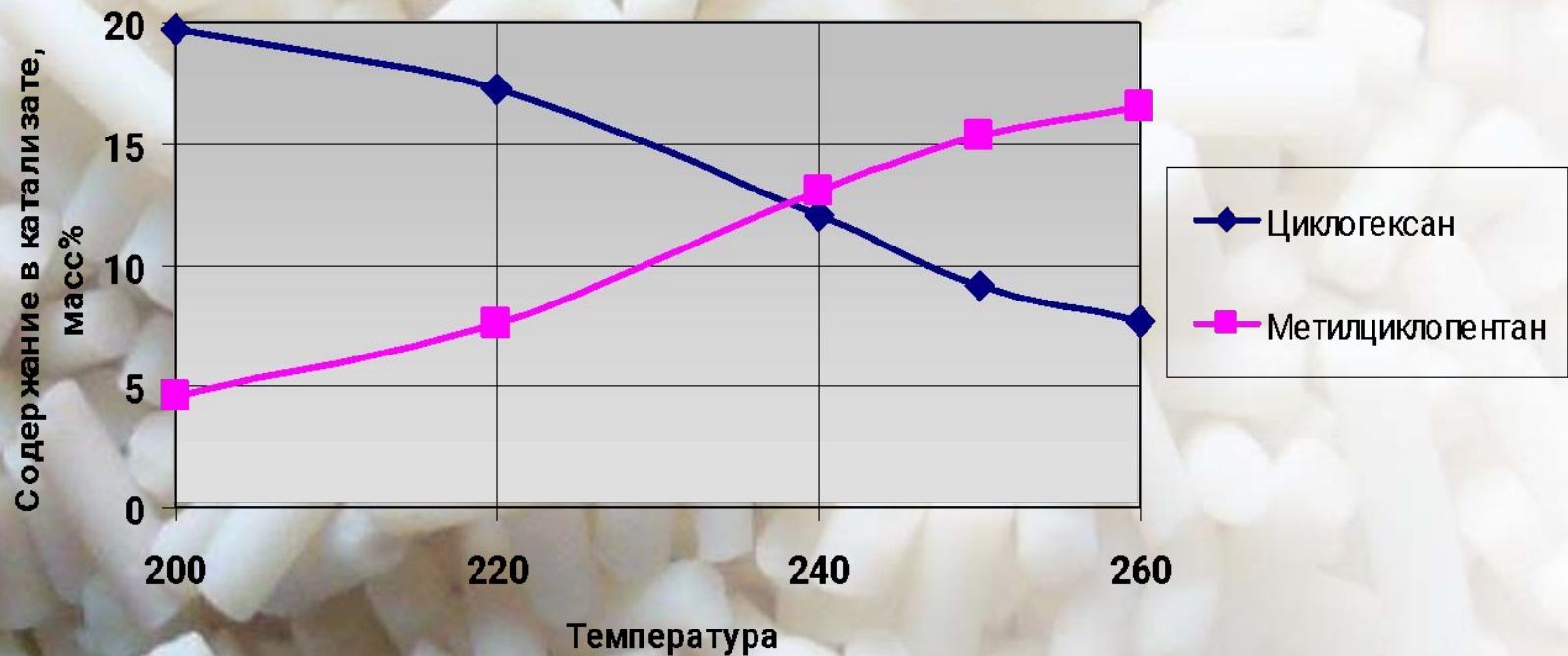
ДЕБОЛК – процесс удаления бензола из риформата путем его гидроизомеризации в метилциклопентан.

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



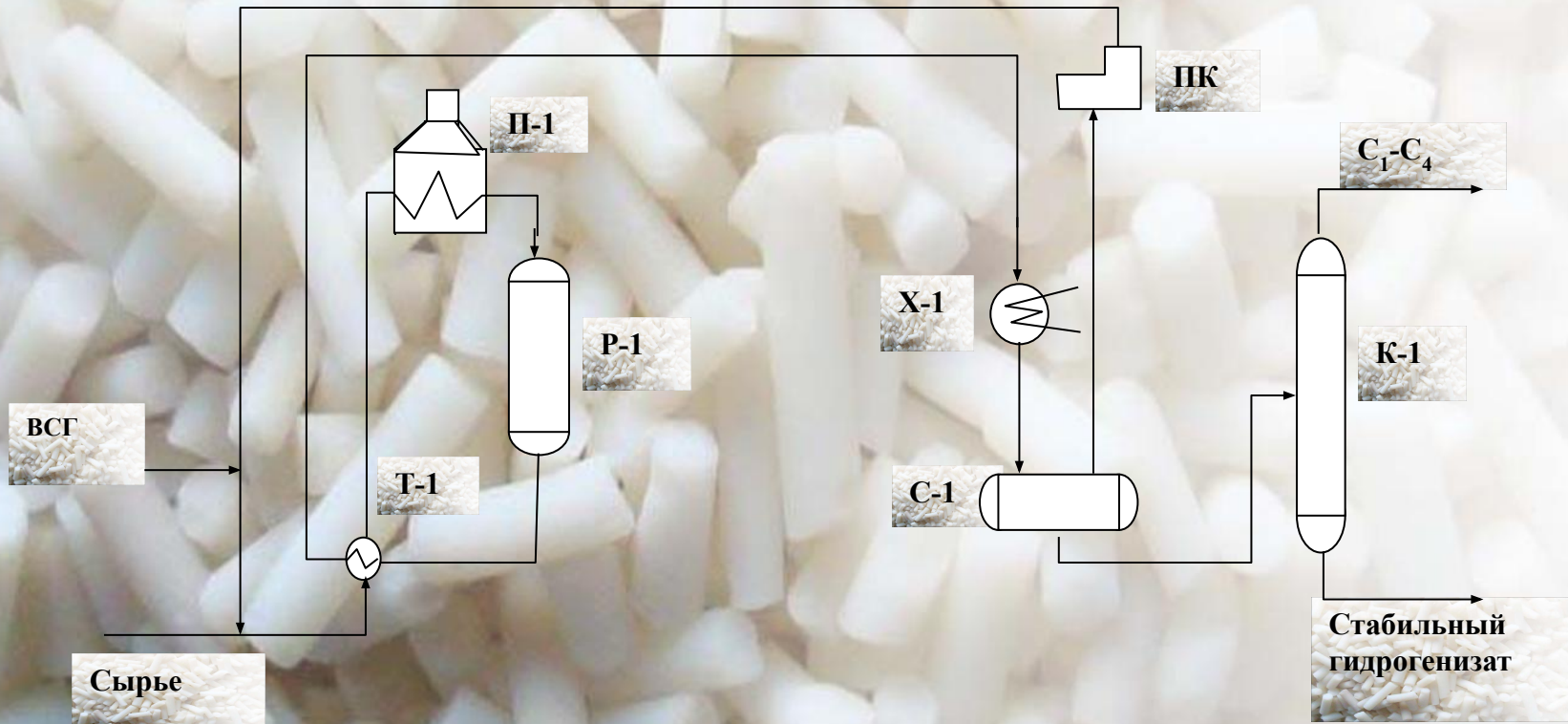
ДЕБОЛК – процесс удаления бензола из риформата путем его гидроизомеризации в метилциклопентан.

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



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

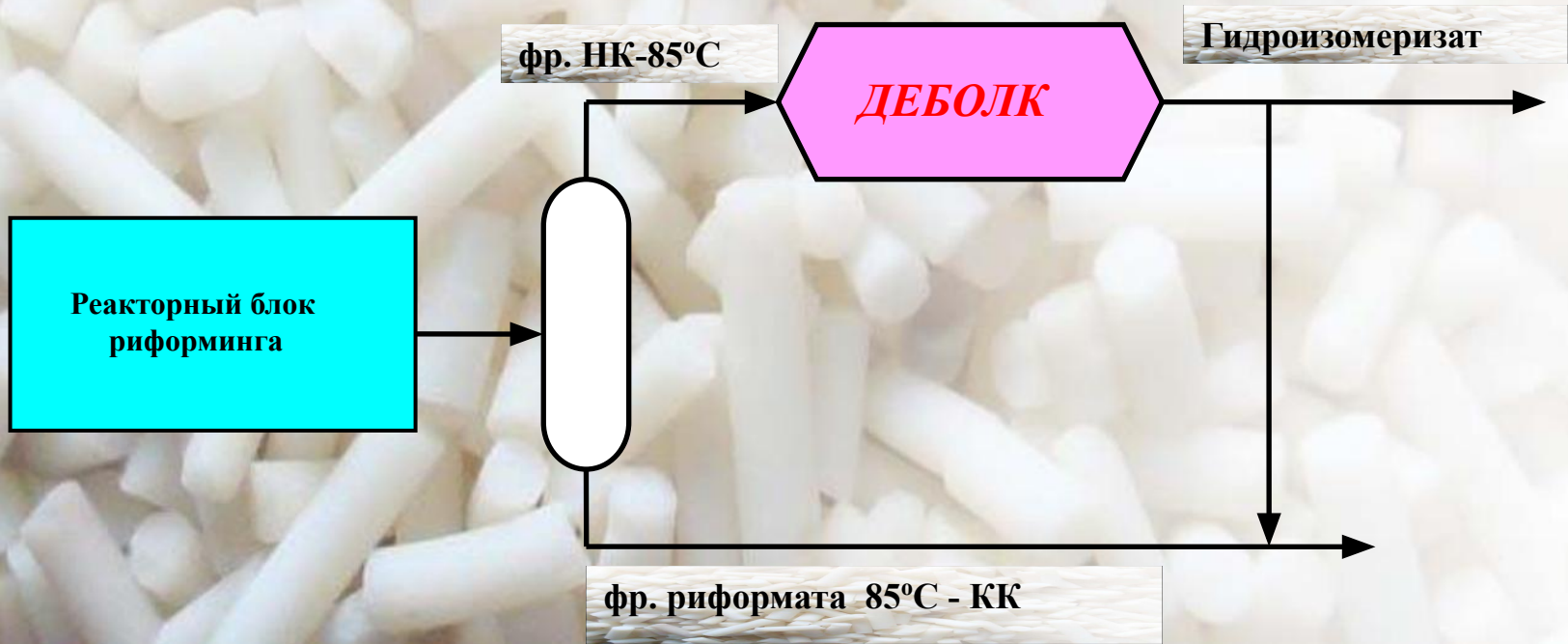
Принципиальная схема процесса гидроизомеризации бензола – «ДЕБОЛК»



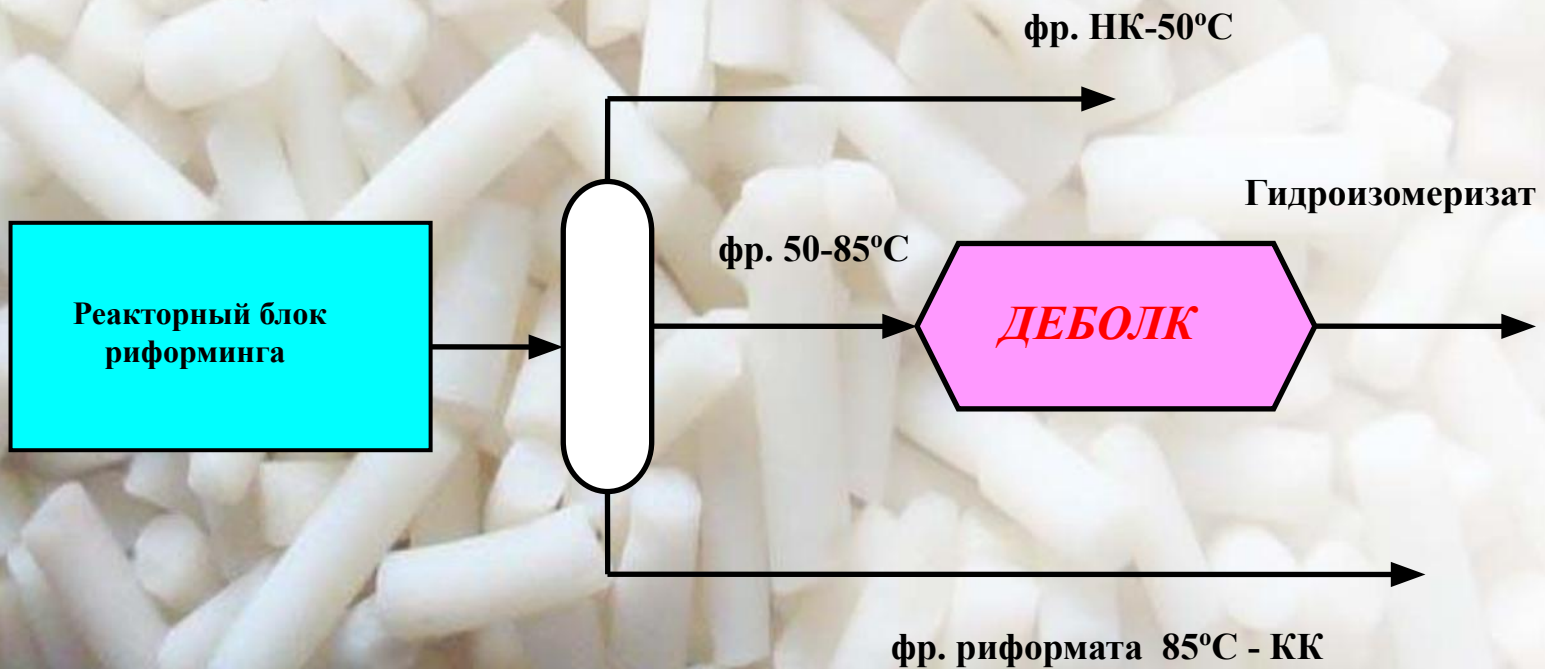
ДЕБОЛК – процесс удаления бензола из риформата путем его гидроизомеризации в метилциклопентан.

Показатель	Сырье	Стабильный гидроизомеризат
C ₃	-	0,4
C ₄	1,2	2,1
i-C ₅	9,1	8,5
n-C ₅	7,3	6,6
моно i-C ₆	18,8	18,1
би зам. i-C ₆	3,9	4,9
n-C ₆	9,9	8,9
моно i-C ₇	15,1	13,4
би зам. i-C ₇	6,1	6,7
дмцп	0,8	1,1
n-C ₇	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	-

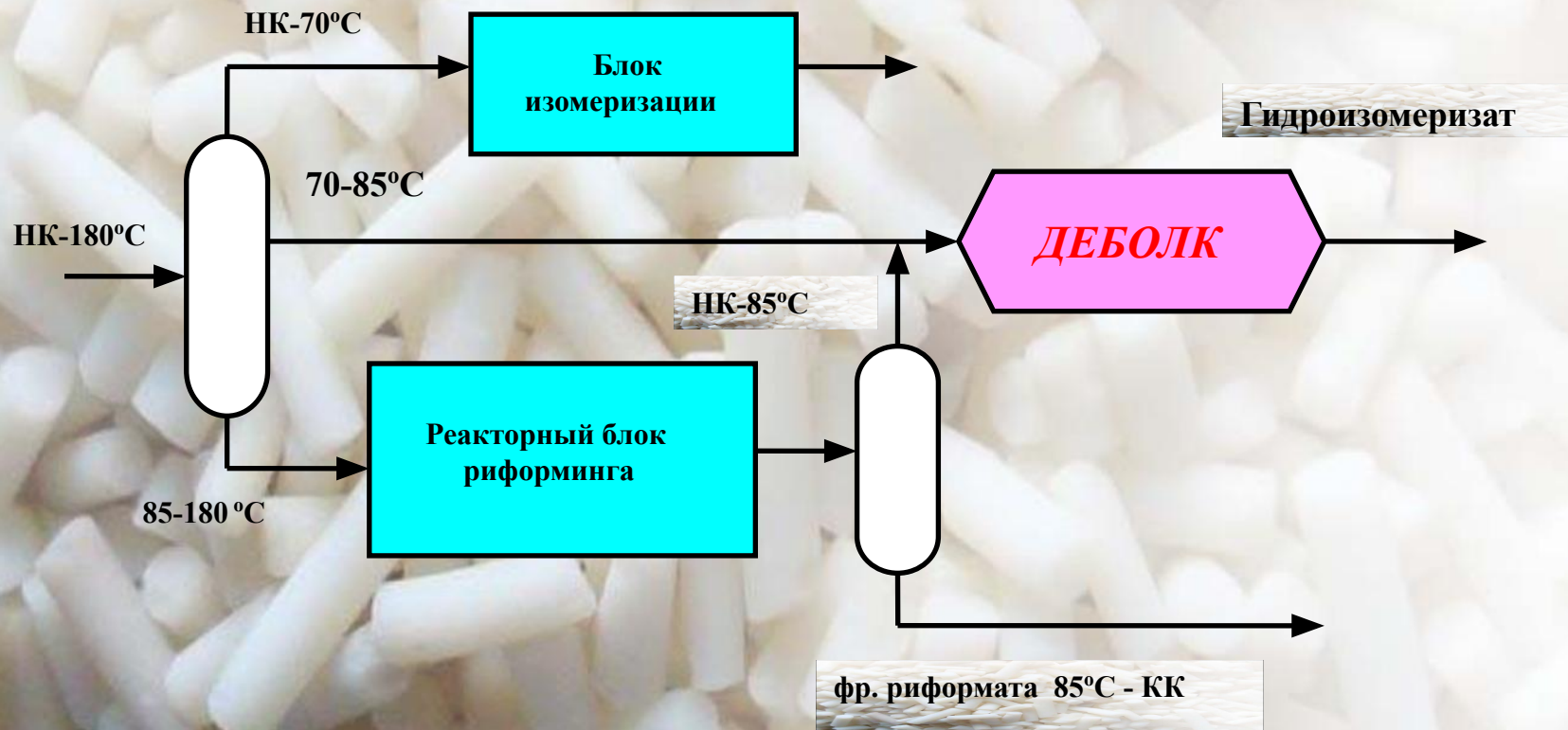
Блок-схема переработки легкой фракции риформата. Вариант 1.



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



Блок-схема переработки легкой фракции риформата. Вариант 3.



Блок-схема переработки легкой фракции риформата. Вариант 4.

