

НПП НЕФТЕХИМ

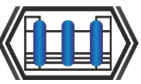
# Промышленный опыт и перспективы обеспечения технологического суверенитета в нефтепереработке и нефтехимии

Карпенко Тимофей Владимирович  
Заместитель генерального директора по новым проектам

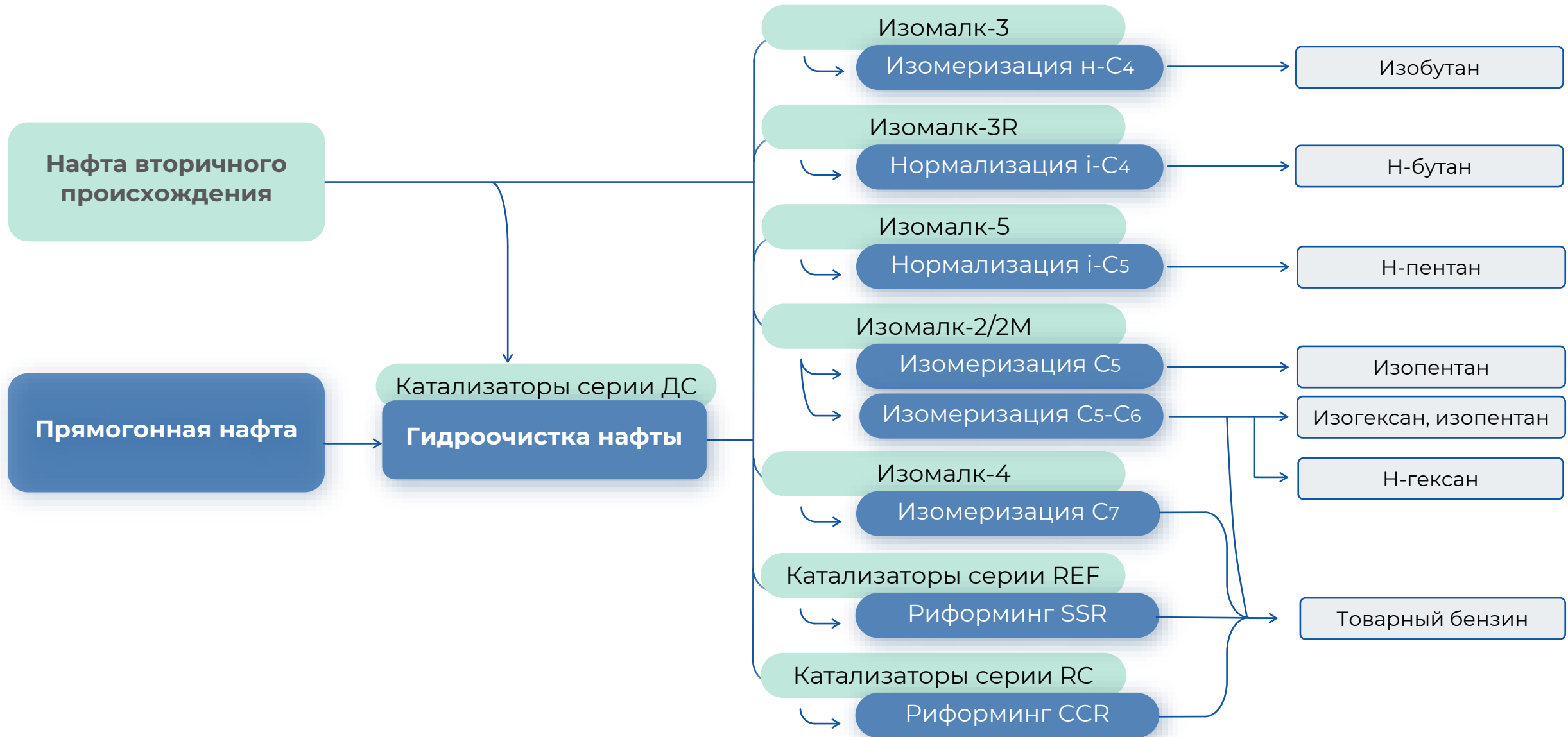


**СИНТЕЗИС**

КОНГРЕСС ПО НЕФТЕПЕРЕРАБОТКЕ И НЕФТЕХИМИИ  
28-29 ОКТЯБРЯ 2024

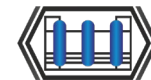


# Технологии ООО «НПП Нефтехим»



# Изомалк-2

## технология изомеризации пентан-гексановых фракций



С момента разработки  
**реализовано более 30 проектов**  
мощностью  
от 30 тыс. т/год до 800 тыс. т/год  
по сырью

Получение изомеризата  
с **ИОЧ до 93 пунктов**  
на работающих установках.  
Получение изомеризата  
«за проход» с PIN 130+

Высокая устойчивость катализатора к  
действию каталитических ядов,  
восстановление активности после  
проскоков воды и серы.  
**Гарантийный срок службы ≥ 12 лет**  
с достижением первоначальных  
показателей качества продукта

Отсутствие кислотных реагентов  
и щелочных отходов.  
**Отсутствие коррозионных сред**  
в течение всего жизненного  
цикла катализатора

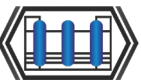
Более 20 лет  
промышленного  
опыта применения

Эффективность  
процесса

Стабильность  
катализатора

Экологичность  
технологии



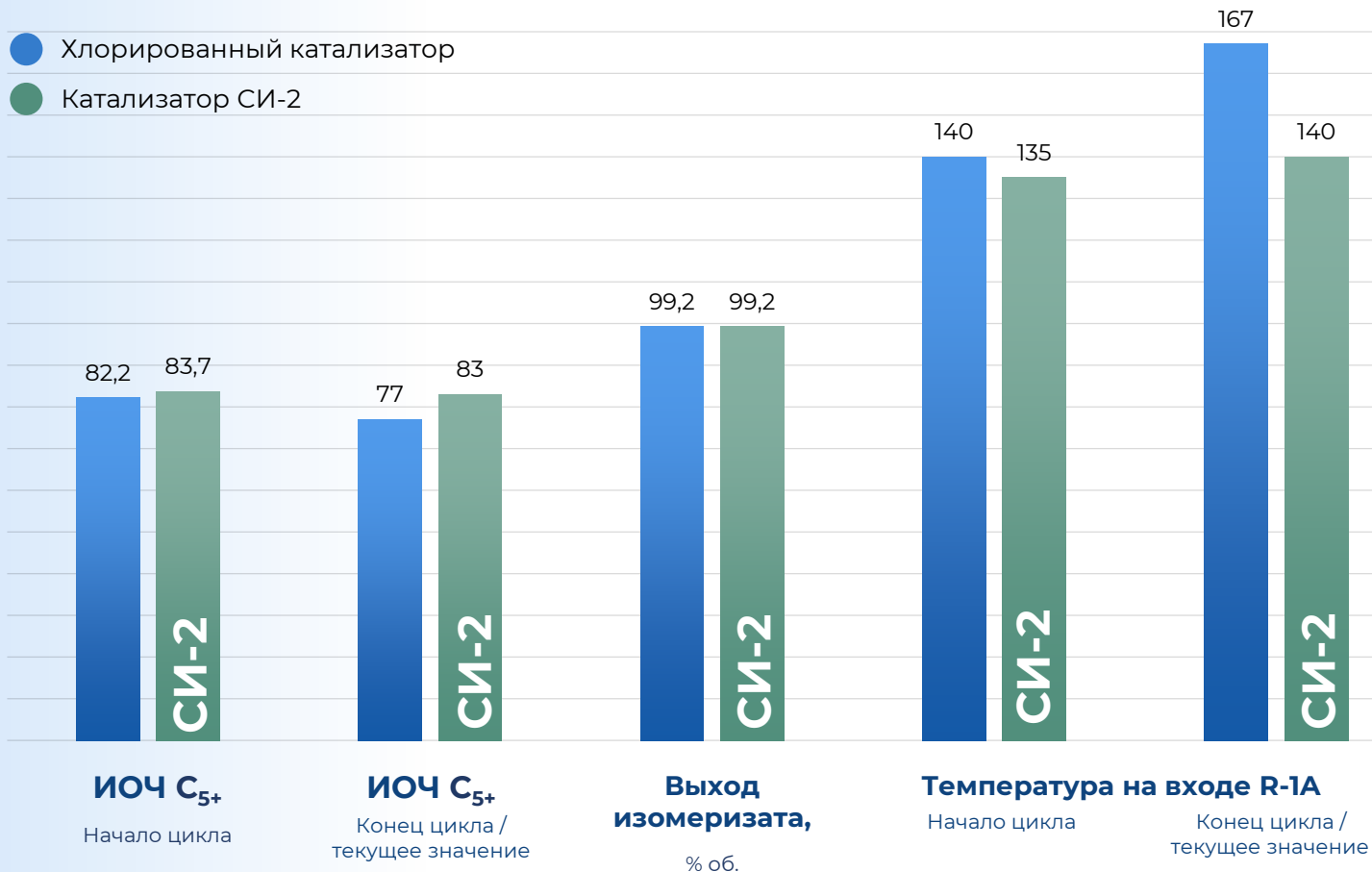


# Пример перевода установки изомеризации

с хлорированного катализатора на катализатор СИ-2

Данные промышленной установки, мощностью 100 тыс. т/год.

- Хлорированный катализатор
- Катализатор СИ-2



Надежность

- Устойчивость к действию каталитических ядов;
- Устойчивость к кратковременным превышениям влаги и серы в сырье

Стабильность

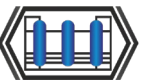
- Текущий пробег – более 8 лет;
- Ожидаемый срок службы катализатора – более 12 лет

Инновационность

- Отсутствие на установке коррозионных сред, хлорирующих реагентов и щелочных отходов

Преимущество

- Снижены затраты более чем на 20% за счет отсутствия затрат на хлорирующие реагенты и защелачивание, повышение срока службы адсорбентов-осушителей, продления жизненного цикла оборудования



# Пример перевода установки

с хлорированного катализатора на катализатор СИ-2

## Компания:

АО «Ачинский НПЗ-ВНК»  
Россия

## Мощность установки:

335 тыс. т/год

## Год перевода:

2021

## Схема производства:

Изом + ДИГ



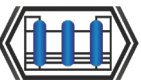
Катализатор  
изомеризации

**СИ-2**

Проявляет существенно **более высокую способность** при работе на сырье с высоким содержанием нафтеновых углеводородов С<sub>6</sub> и углеводородов С<sub>7</sub>+

На установке **минимизирован выход низкооктановой фракции С<sub>7</sub>+ куба** колонны ДИГ и **повышен выход высокооктанового дистиллята колонны ДИГ на 10-12%** по сравнению с показателями работы на хлорированном катализаторе.

Октановое число смесового изомеризата (смеси дистиллята и кубового продукта колонны ДИГ) повышено на ~2 пункта. **Увеличение выхода высокооктанового изокомпонента позволило повысить выработку товарного автобензина с низким содержанием ароматических углеводородов, соответствующего современным экологическим стандартам.**



# Перевод установки

с хлорированного катализатора на катализатор СИ-2Б

Затраты на первоначальную загрузку катализатора до 3-х недель



Остановка на замену катализатора каждые 4-5 лет



Требует постоянной подачи перхлорэтилена в сырье реакторного блока



Требует подачи щелочи для узла очистки отходящих газов



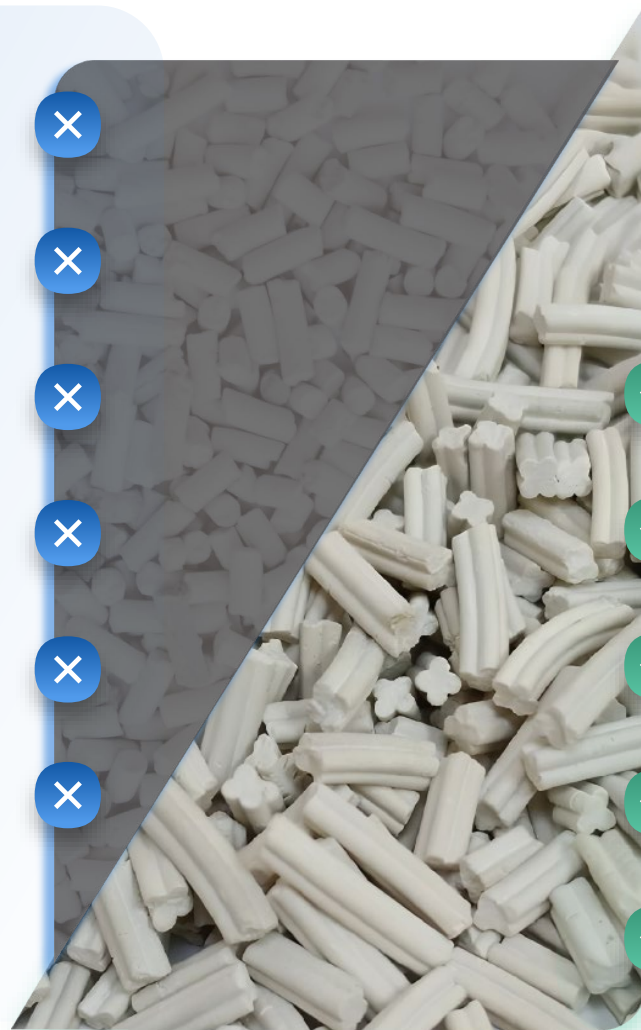
Высокая коррозионная активность



Срок службы катализатора 4-5 лет



**Хлорированный катализатор**



## Катализатор СИ-2Б

Подготовка реакторов и загрузка катализатора выполняется за 1 неделю



Устойчивость к действию примесей и каталитических ядов



Реагенты не применяются

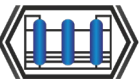


Низкая коррозионность сред



Срок службы катализатора более 12 лет





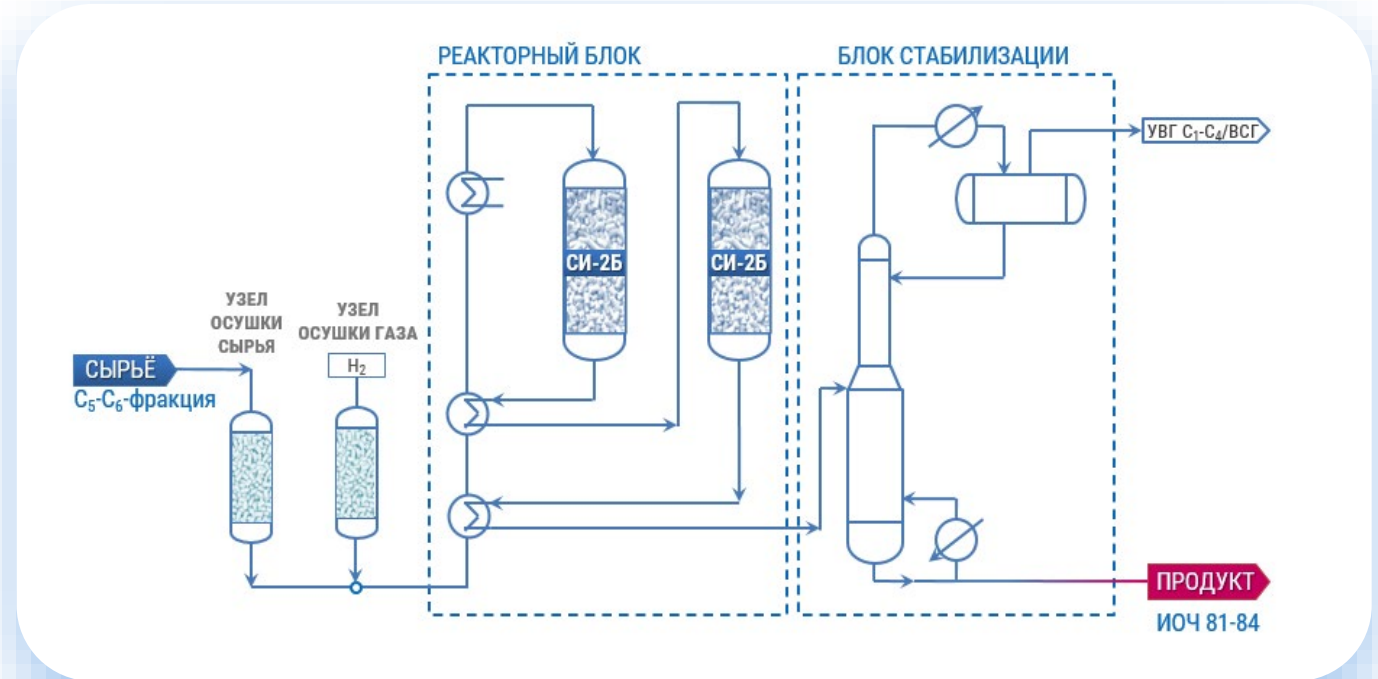
# Изомалк-2М

технология изомеризации пентан-гексановых фракций с подачей водородсодержащего газа «на поток»

Варианты схемы

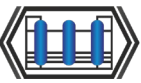
## Изомалк-2м

В отличие от классической схемы процесса Изомалк-2, в новой схеме Изомалк-2М отсутствует циркуляция ВСГ. Благодаря этому капитальные затраты на строительство установки снижаются на ~20%



ВОЗМОЖНОСТЬ ПЕРЕВОДА  
ДЕЙСТВУЮЩИХ УСТАНОВОК  
ИЗОМЕРИЗАЦИИ С ХЛОРИРОВАННОГО  
КАТАЛИЗАТОРА НА ТЕХНОЛОГИЮ  
ИЗОМАЛК-2М С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
КАТАЛИЗАТОРА СИ-2Б  
**БЕЗ МОДЕРНИЗАЦИИ  
СУЩЕСТВУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ**

	ИОЧ	Выход, %
«за проход»	81-84	99+
с рециклом гексанов	87-89	98+
ДИП + ДИГ	89-91	98+
ДИП + Супер ДИГ	91-93	98+



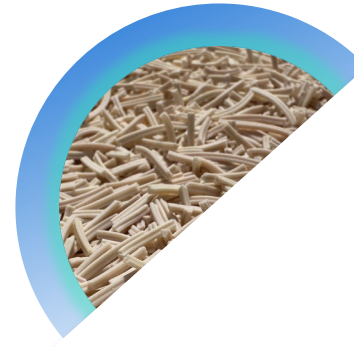
# Катализаторы серии REF

для установок риформинга со стационарным слоем



**01**

Увеличение выхода риформата и водорода в сопоставимых условиях работы за счет большей стабильности и селективности работы катализатора



**02**

Снижение эксплуатационных затрат. Возможность работы катализаторов в более «мягких» условиях с достижением требуемых показателей позволят снизить энергозатраты



**03**

Межрегенерационный пробег работы катализаторов серии REF – до 4 лет.  
Срок службы – 8-10 лет

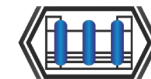


**04**

Октановое число продукта до 99 пунктов.  
Высокий выход ароматических углеводородов

# Катализаторы серии REF

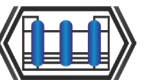
для установок риформинга со стационарным слоем




Показатель*	Катализаторы НПП Нефтехим			Катализаторы ведущих мировых производителей
	REF-Ultra	REF-130	REF-125	
ИОЧ риформата	до 99	96-98	96-98	96-98
Выход риформата C <sub>5</sub> +, % масс.	86-90	85-89	85-89	85-89
Выход водорода, % масс.	2,2-2,4	2,1-2,3	2,1-2,3	2,1-2,3
Срок службы катализатора, не менее лет	8-10	8-10	8-10	до 8
Межрегенерационный период, мес.	24-30	18-24	18-24	18-24

\*Значения показателей могут меняться в зависимости от жесткости режима. Расчет гарантийных показателей и подбор модификации катализатора производится исходя из состава сырья и особенностей действующей установки каталитического риформинга.

# Катализатор риформинга REF-Ultra

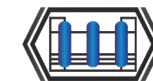


Показатели работы установки риформинга Л-35/11-300 ПАО «Славнефть-ЯНОС»

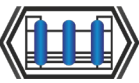
Наименование показателя	Единицы измерения	Требование завода	Достигнутые показатели
<b>Выход</b> стабильного катализата, НЦ/КЦ	% масс.	89,0/86,0	 <b>89,5</b> +0,5%
<b>Октановое число</b> стабильного катализата по исследовательскому методу	пункт	95,0	 <b>95,5</b> +0,5п
<b>Выход</b> водородсодержащего газа	% масс.	4,5	 <b>7,7</b> +3,2%
<b>Содержание водорода</b> в циркулирующем ВСГ	% об.	78	 <b>82,4</b>

# Катализатор риформинга REF-Ultra

Показатели работы установки риформинга Л-35-11/600 ОАО «НАФТАН»



Наименование показателя	Единицы измерения	Требование завода	Достигнутые показатели
<b>Выход</b> стабильного катализата C <sub>5+</sub>	% масс.	85,0	 <b>87</b> +2%
<b>Октановое число</b> стабильного катализата C <sub>5+</sub> по исследовательскому методу	пункт	95,0	 <b>95,5</b> +0,5п
<b>Выход</b> водорода в сбросном водородсодержащем газе	% масс.	1,8	 <b>2,3</b> +0,5%
<b>Содержание водорода</b> в циркулирующем ВСГ	% об.	75	 <b>85,8</b>



# Катализаторы серии RC

для установок риформинга с непрерывной регенерацией катализатора (НРК)



01

Совместимы с большинством промышленных катализаторов НРК, что позволяет производить постепенную замену путем дозагрузки катализатора



02

Низкое образование коксовых отложений в процессе эксплуатации повышает срок службы и снижает расход катализатора



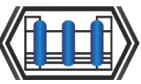
03

Высокое октановое число продукта достигается при более низких температурах в сравнении с большинством аналогов



04

Высокая механическая прочность и устойчивость к истиранию позволяют сохранить удельную поверхность, обеспечивая длительный срок службы катализатора

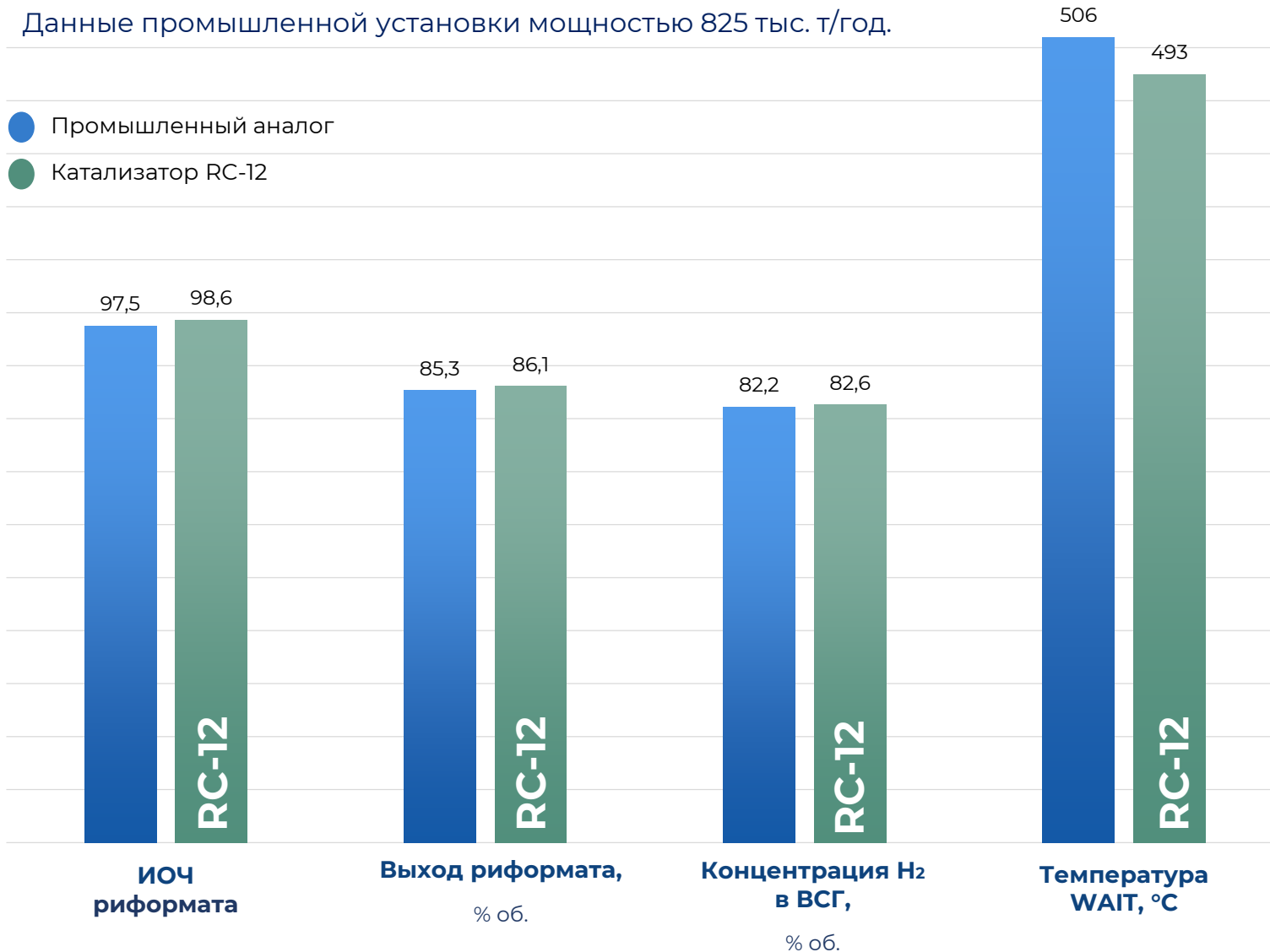


# Катализаторы серии RC

для установок риформинга с непрерывной регенерацией катализатора

Данные промышленной установки мощностью 825 тыс. т/год.

- Промышленный аналог
- Катализатор RC-12



01

Совместимы с большинством промышленных катализаторов НРК, что позволяет производить постепенную замену путем дозагрузки катализатора

02

Низкое образование коксовых отложений в процессе эксплуатации повышает срок службы и снижает расход катализатора

03

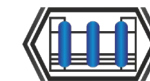
Высокое октановое число продукта достигается при более низких температурах в сравнении с большинством аналогов

04

Высокая механическая прочность и устойчивость к истиранию позволяют сохранить удельную поверхность, обеспечивая длительный срок службы катализатора

Полная замена катализатора проведена в 2018 году без остановки производства. Такая замена может применяться на всех действующих установках НРК

# Катализатор риформинга серии RC

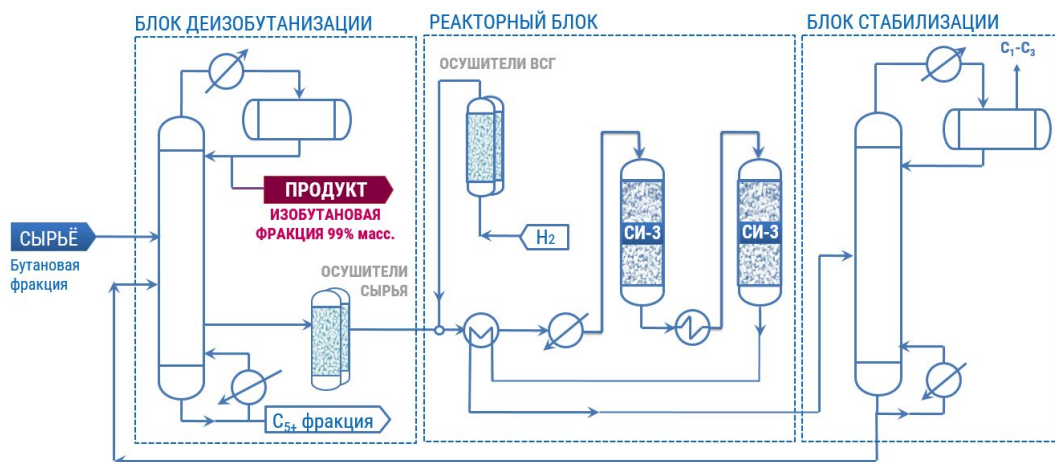
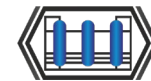


Частичная замена катализатора на установке риформинга C2100, C2150 АО «ТАНЕКО»

Наименование показателя	Единицы измерения	Значение до	Значение после
<b>Выход</b> стабильного риформата	% масс. на сырьё	86,1	<b>86,2</b> +0,1 %
<b>Октановое число</b> стабильного риформата по исследовательскому методу	пункт	99,5	<b>99,7</b> +0,2 %
<b>Содержание</b> ароматических углеводородов в стабильном риформате	% масс.	73,90	<b>74,43</b> +0,53 %
<b>Выход водорода,</b> в пересчете на чистый водород	% масс.	3,4	<b>3,63</b> +0,23 %
<b>Температура на входе в реакторы,</b> WAIT	°C	539	<b>536</b> -3°C
<b>Скорость циркуляции катализатора</b> от номинальной	%	65	<b>60</b> -5%

# Изомалк-3

технология изомеризации n-бутана



1 промышленная установка

2015

4 действующие промышленные установки

2021

Проектирование 1-ой установки в России

2024

Запланирован запуск 2-х промышленных установок

2025

## Преимущества технологии Изомалк-3

### Экологичность

Исключены риски загрязнения продукта хлором и другими примесями.  
Высокий срок службы оборудования за счет отсутствия коррозионных сред

### Эффективность

Получение изобутана с чистотой более 99% масс. Надежность и простота технологии Изомалк-3 значительно удешевляет получение изобутана

### Надёжность

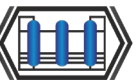
Гарантированные показатели работы в течение всего срока службы катализатора – более 10 лет

### Стабильность

Высокая устойчивость катализатора к действию каталитических ядов. Не требуются перегрузки и дозасыпки катализатора в течение всего срока службы

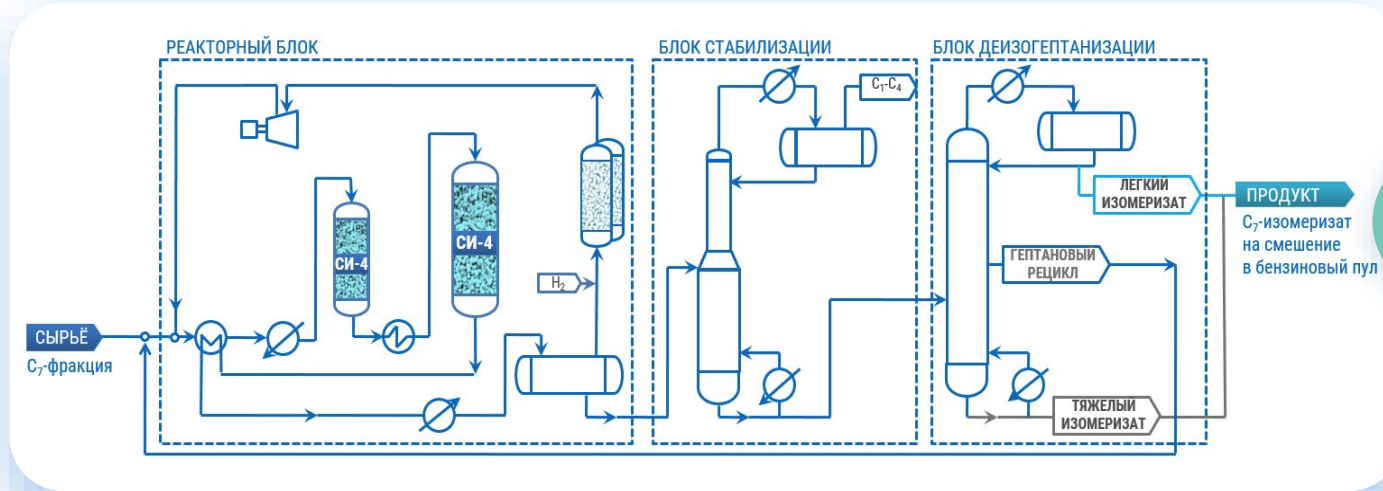
### Универсальность

Применение технологии возможно путем строительства новой установки, а также путем замены хлорированного катализатора на катализатор СИ-3



# Изомалк-4

Технология изомеризации гептановой фракции ( $70-105^{\circ}\text{C}$ ) для получения высокооктанового Компонента автомобильного бензина



**Изомалк-4**  
Катализатор СИ-4

СЕЛЕКТИВНОСТЬ – 95%

ВЫХОД – 93-95%

ИОЧ 85-87%

- Применение технологии Изомалк-4 позволяет увеличить выработку автобензина и снизить объемную долю ароматических углеводородов в продукте
- Экологичная технология без применения опасных и хлорсодержащих реагентов
- Внедрение технологии не требует специального лицензированного оборудования

## Вариант переработки углеводородов $\text{C}_7$

Распределение фракции  $70-105^{\circ}\text{C}$  между этими установками снижает их рабочие показатели

Высокий крекинг

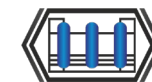
Высокий крекинг

Низкая степень ароматизации

Низкая конверсия

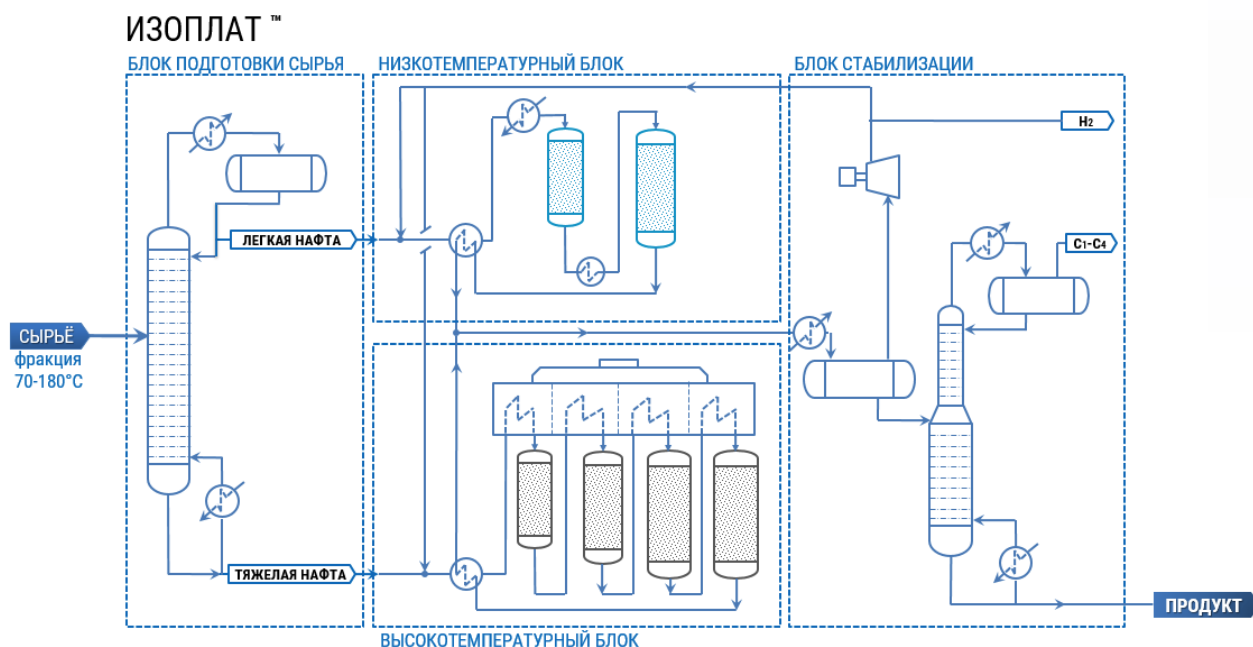
Риформинг

Изомеризация  $\text{C}_5-\text{C}_6$



# Изоплат

процесс производства высокооктанового компонента бензина с пониженным содержанием ароматических углеводородов



**ИОЧ продукта >95 п**

**Ароматические углеводороды < 40% об.**

**Бензол < 1% об.**

**Выход продукта 86-88 % об.**

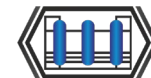
**Выход водорода – 1,6-1,8% масс.**

## **Каталитическая система:**

совмещает преимущества нехлорированного катализатора изомеризации гептанов «СИ-4» со сроком службы более 10 лет и отсутствием вредных отходов, и катализатора «REF-Ultra», отличающийся высокой стабильностью и селективностью

# Изомалк-3R и Изомалк-6R

технологии обратной изомеризации для получения н-бутана и н-пентана



## Изомалк-3R

- Не имеющая аналогов современная технология обратной изомеризации бутана.
- Процесс обратной изомеризации заключается в превращении изобутана в н-бутан на твердом высококислотном катализаторе изомеризации СИ-3R

## Изомалк-6R

- Не имеющая аналогов новейшая технология обратной изомеризации изопентана. В процессе на твердом высококислотном катализаторе изомеризации СИ-6 протекают реакции превращения изо-пентана в н-пентан.

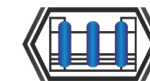
## Внедрение

- Внедрение технологий нормализации позволяет увеличить выход этилена на 10-20%

На современных НПЗ в качестве побочных продуктов в достаточном количестве получают сухой газ и сжиженный углеводородный газ (СУГ), которые могут быть использованы в качестве сырья установок пиролиза.

Количество содержащегося в СУГ изобутана, получаемого на установках гидрокрекинга газойля, каталитического крекинга и риформинга в 4-5 раз больше, чем н-бутана.

Однако при использовании нормальных парафиновых C<sub>4</sub> и C<sub>5</sub> углеводородов выход этилена от 2 до 4 раз выше, чем при использовании изо-парафиновых C<sub>4</sub> и C<sub>5</sub>.



## ДС-20В

### Защитные слои ДС-20В

В форме колец  
и четырехлистного  
экструдата

Позволяют осуществить предварительное гидрирование олефинов в мягких условиях, удалить металлоорганические и другие примеси, снизить коксообразование, обеспечивая более длительный срок службы основного слоя катализатора гидроочистки

## ДС-20, ДС-21, ДС-120

### Катализаторы основного слоя

Зарекомендованные в промышленности полиметаллические катализаторы гидроочистки для глубокой очистки сырья вторичных процессов от сернистых, азотистых и хлорорганических соединений

## MCat

### Для процесса метанирования CO и CO<sub>2</sub>

- Исчерпывающее гидрирование CO и CO<sub>2</sub>
- Катализаторы предназначены для тонкой очистки ВСГ от оксидов углерода
- Высокая стабильность
- Катализатор не требует регенерации
- Активность катализатора может быть восстановлена прокалкой в токе водорода
- Работа при низких температурах
- Срок службы - более 10 лет

## HCat

### Катализаторы гидрирования бензола

- Исчерпывающее гидрирование бензола
- Глубина гидрирования бензола значительно превышает показатели традиционных алюмоплатиновых катализаторов гидрирования
- Надежная защита основного катализатора на установках изомеризации с блоками предварительного гидрирования
- Низкая рабочая температура (от 90°C)
- Катализатор не требует регенерации
- Срок службы - более 10 лет

## Полный комплекс Исследований

Аналитическое сопровождение производства катализаторов на всех стадиях, контроль сырья и полуфабрикатов, испытания готовых катализаторов.

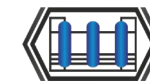


## Поддержка при эксплуатации

Определение содержания микропримесей в сырье и полупродуктах. Выявление факторов влияющих на активность катализаторов.



Проведение сравнительных испытаний катализаторов на фактическом сырье с моделированием условий промышленной установки. Помощь в подборе каталитической системы и оптимальных условий эксплуатации



## ОКАЗАНИЕ КВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ПОМОЩИ

### Прямая техническая поддержка

Многолетний опыт ООО "НПП Нефтехим", в сфере инжиниринга и внедрения технологий нефтепереработки и нефтехимии, позволяет повышать эффективность процессов переработки и своевременно выявлять и устранять неполадки в работе установок.

### Разработка документации для пуска и эксплуатации

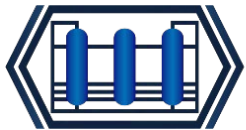
- Разработка руководства по эксплуатации с учётом индивидуальных особенностей установки
- Разработка программ пуска
- Разработка графиков аналитического контроля
- Разработка программ останова на ремонт и регенерации
- Согласование технологических регламентов

### Консультирование, шеф-контроль, аналитический контроль ответственных операций

- Присутствие на площадке 24/7
- Консультирование ИТР завода, выдача письменных рекомендаций
- Компетентность в согласовании и принятии решений на месте
- Выполнение аналитического контроля на площадке с применением экспресс- методов анализа

### Поддержка при эксплуатации

- Мониторинг работы катализатора в течение всего срока службы
- Предоставление рекомендаций по эксплуатации, оптимизации параметров технологического режима
- Прогнозирование работы установки при изменении параметров сырья
- Оперативный выезд на площадку при необходимости



НПП НЕФТЕХИМ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ



[WWW.NEFTHIM.RU](http://WWW.NEFTHIM.RU)

**+7 (861) 203-20-20** [info@nefthim.ru](mailto:info@nefthim.ru)  
350007, Россия, г. Краснодар, ул. им. Захарова, 4

