ИЗОМАЛК: классический случай

На фото: Омский НПЗ («Газпром нефть»). Установка изомеризации легких бензиновых фракций «Изомалк-2». Уникальный комплекс «Изомалк-2» является самой мощной установкой данного типа в России и Европе и входит в тройку самых мощных в мире. Производительность установки составляет 800 тыс. т изомеризата в год.

ISOMALK PROCESS as a classic

импортозамещения

Обвал нефтяных цен в очередной раз поднял в России волну разговоров и, конечно, некоторых практических шагов, имеющих целью сократить зависимость от импорта иностранных технологий и оборудования. Часто этот шаг преследует, прежде всего, экономию валютных ресурсов, а еще — создание рабочих мест в стране, еще реже — создание конкурентоспособных аналогов.

Краснодарская компания ПАО «НПП НЕФТЕХИМ», развивая свои технологические решения и продукцию, не только решила все эти задачи, но и создала высоко конкурентный технологический бренд, востребованный на мировых рынках и выигрывающий соперничество с ведущими американскими, немецкими и французскими поставщиками технологий для нефтепереработки.

Steep downfall in crude prices prompted in Russia the waves of hot discussions about technologies imports substitution, certainly followed by some practical steps. Those moves aim to cut Russia's heavy dependence on imports of the foreign technologies and are generally moved by utter desire to cut the hard currency flee from the country, yet by the need to create some jobs at home and much less often by the ambition to create an internationally competitive process.

Krasnodar based private engineering company Public Joint Stock Company Scientific Industrial Enterprise Neftehim (PJSC SIE Neftehim) developing its oil refining technological solutions not only managed to reach all above listed objectives, but has developed internationally acclaimed competitive technological brand, sustaining competition with the world's leading American, German and French suppliers of oil refining solutions.

case of import substitution in Russia

«Бензиновая Евразия»

Так сложилось, что Россия традиционно «бензиновая» страна. Суровые зимы, наличие огромной собственной добычи нефти и целый ряд других факторов привели к тому, что автомобили с бензиновыми двигателями не только составляют большинство транспортных средств в РФ, но и обеспечивают растущий спрос на бензин.

В отличие от ЕС, где давно прошла «дизелизация» транспорта, Россия продолжает наращивать потребление бензина, а вместе с ним – и производство различных сортов этого моторного топлива. Вслед за экологическими требованиями в ЕС, США и других высокоразвитых регионах мира, российские переработчики поставлены в условия, когда они вынуждены снижать содержание экологически вредных компонентов в бензинах, прежде всего – бензол и ароматику. Без технологии изомеризации эту задачу не решить.

А ведь «бензиновыми» странами остаются и Украина, и Казахстан, причем в Казахстане потребление бензинов динамично растет, и стране приходится импортировать более трети потребления бензинов, в основном из РФ, Беларуси и КНР.

И если в РФ производство изомеризата стабильно растет, то в Казахстане и Украине его остро не хватает. Как следствие, Казахстан импортирует более 30%, а Украина и вовсе до 80% необходимого потребления бензинов из России, Беларуси, Литвы, а в случае с Казахстаном к списку поставщиков добавляется еще и Китай

В 1997 г. в РФ была лишь одна установка изомеризации. К концу 2015 г. их число увеличилось до 26, а к 2020 г. их станет еще на 9 единиц больше, доведя общее количество до 35!

Несмотря на активное использование иностранных технологий изомеризации в РФ в конце 90-х и в 00-х годах, сегодня российская технология «Изомалк-2», которую предоставляет компания ПАО «НПП НЕФТЕХИМ» в РФ популярней всех остальных вместе взятых производителей.

- Sued Chemie (300 тыс. т/г.),
- Axens (1 790 тыс. т/г.),
- UOP–«Par-Isom» (440 тыс. т/г.),
- UOP–«Penex» (1 400 тыс. т/г.)

Для сравнения, в 2015 г. производство C_5-C_6 изомеризата в России на установках технологии «Изомалк» составило около 5 170 тыс. т из общего объема 9 100 тыс. т/г.

Gasoline Eurasia

Traditionally Russia is predominantly gasoline consuming nation. Severe cold winters and abundant domestic crude production combined with a number of other factors resulted in the situation when the cars with gasoline engines not only dominate Russian roads but also ensure steady growth of the gasoline consumption.

Unlike the EU nations Russia never bothered with dieselization of the road transport. Instead, Russia's gasoline consumption is growing and domestic refineries gasoline output follows the trend. Russian refineries also follow the international standards in developing the output of the environmentally cleaner fuels, cutting in particular the benzene and aromatics content. There's no way to reach both goals of higher gasoline output with minimum benzene and aromatics content without modern isomerisation technology.

The importance of boosting the isomerisation capacity at home is stimulated for Russian refiners by the situation, when the neighboring Kazakhstan and Ukraine also have growing gasoline consumption trends, but have no ways to meet the growing domestic demand in quality high octane fuels. As a result, Kazakhstan imports more than 30% and Ukraine up to 80 % of their gasoline needs from Russia, Belarus, Lithuania in case with Ukraine and adding China to the mix in case with Kazakhstan.

While in 1997 Russia had only one isomerisation unit installed, in 2015 it had 26 and by 2020 it will add another 9 units reaching the total of 35!

Despite an active marketing of foreign isomerisation solutions in Russia in the end of 1990-s and in the first decade of the 21 century, today Russian technology Isomalk-2 supplied by PJSC SIE Neftehim has more capacity in Russia, than all (!) installations of other technologies providers altogether (!).

- Sued Chemie (300,000t/yr),
- Axens (1.79mn t/yr),
- UOP Par-Isom (440,000t/yr),
- UOP Penex (1.4mn t/yr).

For comparison, in 2015 the C_5-C_6 isomerisate output in Russia at Isomalk units totaled some 5.17mn t out of the total 9.1mn t/yr.

SAGITTA
Обвал
цен

Объективные преимущества

В 2015 г. в России были запущены две очередных установки изомеризации по технологии «Изомалк-2» компании ПАО «НПП НЕФТЕХИМ» – на Орском НПЗ и на Рязанской Нефтеперерабатывающей Компании (РНПК), входящей сегодня в структуру гиганта «Роснефть». С вводом в эксплуатацию этих установок общая численность установок изомеризации, использующих в РФ технологию «Изомалк» составила 11. При этом установка изомеризации на РНПК стала одной из крупнейших в России. Её мощность по сырью составляет 800 тыс. т сырья в год! Это третья установка такой мощности в России, предыдущие две были запущены на Омском и Ярославском НПЗ . Следует добавить, что средняя мощность установок Изомалк-2 в России значительно выше установок по технологиям UOP и Axens.

Растущий интерес российских переработчиков к технологии «Изомалк» и то повышенное внимание, которое российская технология получает в сравнении с такими мировыми грандами как UOP и Axens, могут быть проиллюстрированы данными в приведенной ниже *Рисунок 1.*

Результаты испытательных пробегов установок изомеризации на Орском и Рязанском НПЗ превзошли гарантированные показатели технологии «Изомалк-2»:

• ИОЧ верха колонны деизопентанизации фактически составило 93,0 при гарантированном 92,0;

• ИОЧ верха колонны деизогексанизации фактически составило 89,5 при гарантированном показателе 88,0 (РНПК) и 92 (Орский НПЗ). В последнем случае более высокое октановое число обусловлено наличием в технологической схеме колонны депентанизатора;

• выход изомеризата составил более 98% при гарантированном показателе 97% масс.

(См. Рисунок 2-3).

Вышеуказанные преимущества технологии «Изомалк-2» позволили ПАО «НПП НЕФТЕХИМ» не только добиться беспрецедентного лидерства и завоевать лидирующие позиции на рынке технологий производства высокооктановых неароматических компонентов бензинов в РФ, но и успешно выйти на международные рынки. К концу 2015 г. технология была лицензирована для внедрения на 22 проектах в 5 странах, уверенно войдя в ряды первоклассных компаний в своем сегменте рынка. Первые две установки с применением технологии «Изомалк-2» будут введены в эксплуатацию уже в 2016 г. в Индии и Китае.

Рисунок 1. Особенности различных технологий C_5-C_6 изомеризации

Технологии на цеолитных катализаторах	Технологии на хлорированных катализаторах (UOP, Axens)	Технологии на сульфатированном катализаторе СИ-2 («Изомалк-2», ПАО «НПП НЕФТЕХИМ»)
• Температура процесса 250-280 °С, термодинамически неблагоприятная для процесса;	• Температура процесса 130-160 °С;	• Температура процесса 130-160 °С;
• Октановое число изомеризата «за проход» 77-78 пунктов;	• Октановое число изомеризата за проход 82-84 пунктов;	• Октановое число изомеризата за проход 82-84 пунктов;
• Высокие затраты на ректификацию при работе с рециклом	• Необходимость постоянной подачи хлора и очистки УВГ;	• Высокая стабильность и надежность катализатора. • Достигнут 10-летний эксплуатационный пробег без регенерации;
	• Высокая чувствительность к действию микропримесей серы, азота, воды.	• Возможность получения изомеризата с ИОЧ 92-93 пункта;

Providing undeniable advantages

In 2015 Russia launched two more isomerisation units based on Isomalk-2 process supplied by PJSC SIE Neftehim, one at 130,000b/d Orsk refinery in southern Urals and another at Rosneft's 376,000b/d Ryazan refinery in the Central part of European Russia. With the launch of both units, the total number of installed Isomalk facilities in Russia totaled 11units. With above said, its essential to add that Ryazan unit with 800,000t/yr capacity became the third one of such capacity in Russia, with the previous two 800,000t units installed at 360,000b/d Yaroslavl refinery and 480,000 b/d Omsk refinery (both owned by Gazprom Neft). The average Isomalk-2 units capacity in Russia is much higher than the units installed with UOP or Axens processes.

The growing interest of the Russian refiners to the Isomalk solutions and increasingly more attention paid to the Russian technology abroad can be illustrated with the data in the following *Figure #1.*

The actual runs results at Isomalk-2 units at Orsk and Ryazan refineries exceeded guaranteed indicators:

• RON of the DIP column top reached 93.0 instead of guaranteed 92.0;

• RON of the DIH column top reached 89.5 instead of guaranteed 88.0 at Ryazan refinery and reached even higher 92.0 at Orsk refinery. The latter success with octane number was achieved by adding to the technological scheme depentanizer;

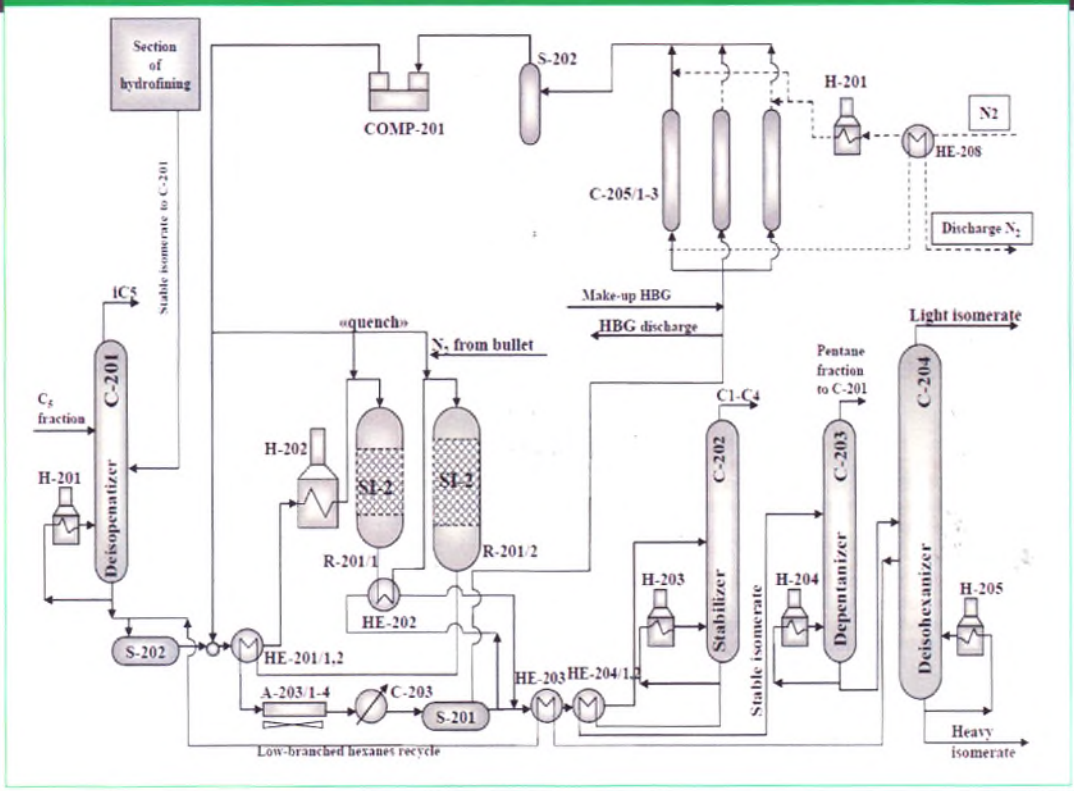
• Actual isomerisate yield exceeded 98% of mass with guaranteed level of 97%. *(See Figure 2-3 Isomalk-2 main process flow diagram at Ryazan and Orsk refineries).*

The abovementioned advantages of the Isomalk-2 process enabled PJSC SIE Neftehim not only achieve unprecedented leadership and gain the leading positions on the Russian market of technologies for high octane non-aromatic gasoline components, but also successfully enter the international markets. By the end of 2015 the technology was licensed for 22 unit in five countries. The company entered the ranks of the first class suppliers in market segment. The first two Isomalk-2 units are scheduled to for launch in 2016 in India and China.

Figure 1. Special features of the different C_5-C_6 isomerisation technologies

Technologies based on zeolite catalysts	Technologies based on chlorinated catalysts (UOP, Axens)	Technologies based on sulfated catalyst SI-2 (Isomalk-2, PJSC SIE Neftehim)
• Process temperature 250-280 °C, thermodynamically unfavorable for the process	• Process temperature 130-160 °C	• Process temperature 130-160 °C
• Isomerisate once through octane number yield is 77-78	• Isomerisate once through octane number yield is 82-84	• Isomerisate once through octane number yield is 82-84
• High rectification costs in recycle operation	• Requirement of constant chlorine supply and HC gas treatment	• High stability and reliability of the catalyst • 10 year run without regeneration has been achieved
	• High sensitivity to sulfur, nitrogen, and water traces	• Possibility to produce 92-93 RON isomerisate

Рисунок 2. Блок-схема установки изомеризации «Изомалк-2» в ОАО «Орсknефтеоргсинтез»
Figure 2. Isomalk-2 isomerization unit JSC Orsknefteorgsintez. Main Process Flow Diagram



На фото: к.т.н. Александр Никитович Шакун, Генеральный директор ПАО «НПП НЕФТЕХИМ» в Краснодаре. Основатель компании и идейный вдохновитель, руководитель успешных проектов компании, выдающийся российский инженер-нефтехимик.

Pictured: Dr. Alexander Nikitovich Shakun, managing director of PJSC SIE Neftehim in Krasnodar, southern Russia. The founder and innovative leader of the company with a number of successful projects under his belt, distinguished Russian specialist in petrochemical engineering.

Логика лидерства

Успех компании ПАО «НПП НЕФТЕХИМ», став результатом многолетней исследовательской, инновационной работы и организаторских усилий, также предъявляет большие требования к компании и ее руководству в вопросе дальнейшего развития и закрепления успеха.

Хотя производство неароматических компонентов бензинов в РФ резко возросло, нехватка их остро ощущается в большой северной стране, где перспективы дизелизации по-прежнему ограничены. Отсюда, как следствие, возникает огромное количество проблем у автомобилистов, компаний, фискальных и других органов. Попросту говоря, страна весьма остро ощущает нехватку чистого, стабильного высокооктанового автокомпонента!

Генеральный директор ПАО «НПП НЕФТЕХИМ» Александр Никитович Шакун отмечает, что в результате многолетней работы компании сегодня российская технология получения изокомпонентов не только не уступает лучшим мировым аналогам, но и превосходит их. В значительной мере благодаря этому, на российских НПЗ решена задача производства автобензинов по стандарту Евро-5.

Однако, отмечает руководитель, для увеличения производства и снижения себестоимости товарного продукта требуется дальнейшее увеличение выработки высокооктановых неароматических компонентов бензинов.

The strategy of leadership

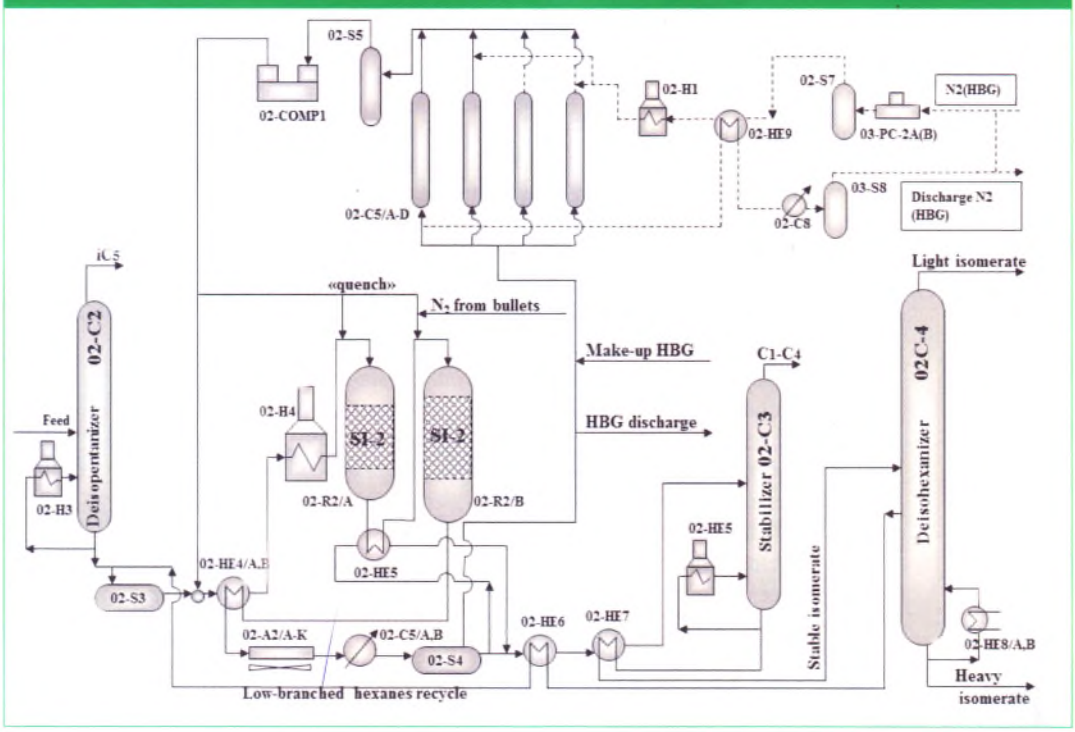
Success of PJSC SIE Neftehim's team came as a result of many years of research, innovative work and organizational efforts. Sustaining this high level performance is another challenging for the company and its management.

Even though the output of non-aromatic high octane gasoline components had significantly increased, its shortages are still acutely felt in the big northern country with very limited prospects of dieselization. This generates a lot of problems for the motorists, fuel operators, fiscal and other state agencies. Putting this plain, the nation acutely feels the lack of clean, stable high octane gasoline component!

PJSC SIE Neftehim managing director Dr. Alexander Nikitovich Shakun notes that in the result of many years of sustainable effort of the company today Russian technology of producing iso-components is not only competing with the best international analogues, but is exceeding them in important performance components. Thanks to the Isomalk many Russian refineries managed to solve the problem of gearing up to producing Euro5 compliant blends of gasoline.

However, adds Dr. A. Shakun, in order to increase the output and cut production costs Russia needs to increase the number of facilities producing high octane non-aromatic gasoline components.

Рисунок 3. Блок-схема установки изомеризации «Изомалк-2» в АО «РНПК».
Figure 3. Isomalk-2 isomerization unit at Ryazan refinery. The main process flow diagram.



Наряду с этим, отмечает А. Н. Шакун, перегруженность установок риформинга по сырью на НПЗ в РФ и высокое содержание бензолобразующих и компонентов C_7-углеводородов в сырье усугубляют проблему производства высококачественных автобензинов и требуют новых технологических решений. Он отмечает что назрела необходимость перевода фракции C_7-углеводородов (70-105 °С) с установок каталитического риформинга на отдельные установки изомеризации гептановой фракции. Такая технология — «Изомалк-4» — создана и готова к внедрению.

А.Н. Шакун добавляет, что по мере увеличения глубины переработки нефти потребность в изобутане для производства алкилата и МТБЭ будет постоянно возрастать. Все большую актуальность будет обретать технология изомеризации н-бутана. Однако технология изомеризации н-бутана на высокохлорированных катализаторах хоть и получила в мировой нефтепереработке достаточно широкое применение, но имеет ряд известных недостатков. В связи с этим, компания ПАО «НПП НЕФТЕХИМ» разработала альтернативную технологию изомеризации н-бутана «Изомалк-3», которая должна обеспечить стабильное производство изобутана.

(Рисунок 4. Принципиальная схема процесса изомеризации Н-Бутана «Изомалк-3»).

Типовая установка изомеризации н-бутана «Изомалк-3» состоит из следующих блоков:

• узел очистки и осушки сырья изомеризации — предназначен для удаления влаги из сырья изомеризации; данная операция проводится для защиты катализаторов от воды, которая подавляет активность катализатора;

• реакторный блок изомеризации — предназначен для протекания реакции изомеризации нормального бутана в изобутан на активных центрах катализатора в наиболее благоприятных для основной

реакции условиях;

• узел осушителей ВСГ — предназначен для удаления влаги из водородсодержащего газа, а также из азота во время регенерации катализатора;

• блок колонны стабилизации — предназначен для удаления из полученного продукта углеводородов C_1-C_3 и растворенного водорода.

(См. Рисунок 5. Основные технологические параметры процесса «Изомалк-3»).

В декабре 2015 г. был произведен пуск новой установки изомеризации по технологии «Изомалк-3» с использованием оксидного платинасодержащего катализатора СИ-3 в Китае, в составе комплекса по получению МТБЭ компании Shandong Sincier Petrochemical Co.

Установка имеет производительность 200 тыс. т/г. по сырьевой фракции н-бутана. Реализация данного проекта осуществлялась в рамках сотрудничества ПАО «НПП НЕФТЕХИМ» с компанией GTC в качестве партнера по лицензированию и продвижению технологии на мировом рынке. OM

At the same time, adds Dr. A. Shakun, Russia's reforming units are overloaded and abundance of benzene forming and C_7 hydrocarbons in those reforming units feedstock also add to the problem sufficient output of quality gasoline in the country. The problem is crying for the new technological solutions. Dr Shakun reckons that the time is right for the switching from C_7 hydrocarbons faction (70-105 °C) from catalytic reforming units to independent isomerisation unit of heptanes faction. PJSC SIE Neftehim developed such technology (Isomalk-4) and its ready for implementation.

Dr. Alexander Shakun added that along with increasing refining depth at Russia's refineries demand for iso-butane for the needs of alkylation and MTBE units will grow. This will increase the relevance of n-butane isomerisation technology. However, even though the existing technology of n-butane isomerisation based on highly chlorinated catalysts gained popularity in the world refining industry it also has a number of essential flows. In this context PJSC SIE Neftehim developed alternative n-butane isomerisation technology Isomalk-3 which will enable stable output of isobutane.

(See Figure 4. The main process flow diagram of N-butane isomerisation Isomalk-3 technology).

A typical n-butane isomerisation Isomalk-3 unit consists of the following elements:

• The unit of treatment and dehydration of the isomerisation feedstock — removing moisture from the feedstock aims to protect the catalysts from the water which can depress catalysts activity;

• Isomerisation reactor unit — home to normal butane isomerisation reaction transforming it into isobutene on the active catalyst spots in the most favorable conditions for the main reaction;

• Gas drying unit — used for removing water from hydrogen containing gases and nitrogen during the process of the catalyst regeneration;

• Column stabilization unit — place where the final product undergoes cleaning from C_1-C_3 hydrocarbons and dissolved hydrogen. *(See Figure 5).*

In December 2015 China's Shandong Sincier Petrochemical Co launched its new Isomalk-3 isomerisation unit with oxide platinum catalyst SI-3 within its MTBE production facility. The new units capacity on n-butane feedstock is 200,000t/yr. This project came as the result of fruitful co-operation between the PJSC SIE Neftehim and GTC acting as global marketing agent. OM

Рисунок 4. Принципиальная схема процесса изомеризации Н-бутана «Изомалк-3»
Figure 4. The main process flow diagram of N-butane isomerisation Isomalk-3 technology

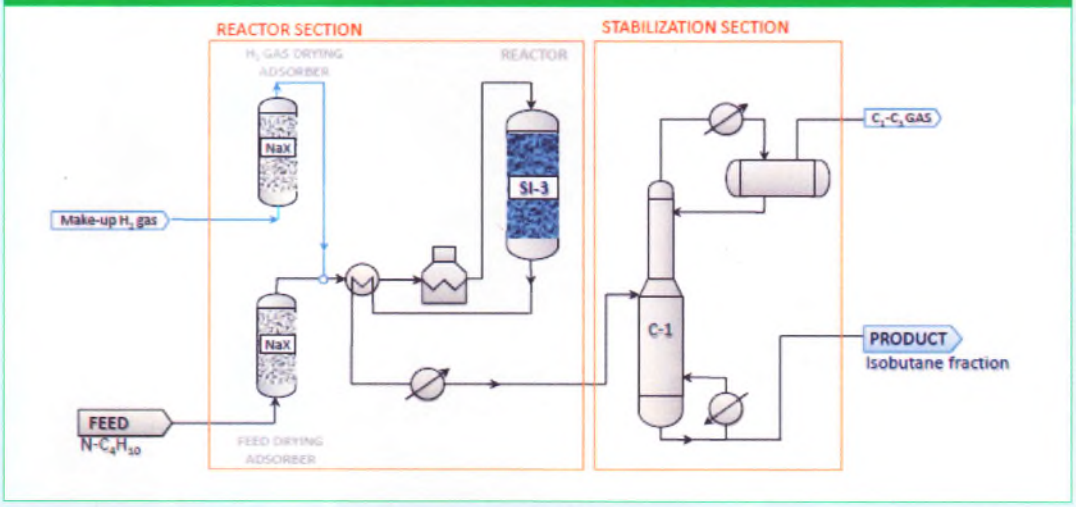


Рисунок 5. Основные технологические параметры процесса «Изомалк-3»

Наименование	Показатели
Температура, °С	160-210
Давление, МПа, (изб.)	1,5-2,0
Мольное отношение H_2: бутан	0,07-0,10
Конверсия н-бутана «за проход», % масс	50-55
Выход углеводородов C_3+ «за проход», % масс	99
Выход углеводородов C_4+ «за проход», % масс	94-95
Общий срок службы катализатора, лет	8
Межрегенерационный период, лет	3

Figure 5. The main technological indicators of the Isomalk-3 process

Indicators	Levels
Temperature, °C	160-210
Pressure, MPa (exc)	1.5-2.0
LHSV per hour	6.0-8.0
Mole ratio of H_2: butane	0.07-0.10
N-butane conversion «per single pass», % of mass	50-55
Hydrocarbons C_3+ output «per single pass», % of mass	99
Hydrocarbons C_4+ output «per single pass», % of mass	94-95
An overall catalyst service life, years	8
Service between regenerations, years	3

На фото: Установка «Изомалк-3» мощностью 200 тыс.т/г. с блоком деизобутанизации в г. Дунъин на севере китайской провинции Шаньдун стала первой установкой изомеризации нормального бутана в мире, работающей на оксидном (не хлорированном) катализаторе.

Pictured: Isomalk-3 200,000t/yr unit with deisobutanisation unit in Dongying city in the north of Shandong province became the first n-butane isomerisation unit in the world operating on oxide based catalyst rather than chloridized catalist.