TECHNOPOLIS XXI
ТЕХНОПОЛИС
PJSC SIE NEFTEHIM
Scientific Industrial Enterprise
Инновационные разработки Innovative solutions
Гибкие технологии
Flexible technologies
Конкурентоспособное импортозамещение
Competitive import substitution
ПАО «НПП НЕФТЕХИМ»
Научно-производственное предприятие

ПАО «НПП Нефтехим»: ГЛАВНЫЕ ЛИЦА

Шакун
Александр Никитович
Генеральный директор
ПАО «НПП Нефтехим»

Alexander Nikitovich Shakun
General Director
of PJSC SIE Neftehim

Окончил Томский государственный университет, работает в компании с 1972 года. В период с 1975 по 1978 год обучался в очной аспирантуре ВНИИНефтехим (Ленинград). Диссертационная работа была посвящена изучению каталитических свойств сверхкислотных систем в реакциях изомеризации легких парафиновых углеводородов. После защиты диссертации в 1978 году вернулся в Краснодарский филиал ВНИИ-Нефтехим.
Генеральный директор ПАО «НПП Нефтехим» с момента акционирования в 1995 году. Под его руководством созданы новые катализаторы и технологии в риформинге и изомеризации бензиновых фракций. Автор многочисленных патентов, авторских свидетельств, статей и докладов. В 2000 году награжден знаком «Почетный нефтехимик».
В 2012 году награжден премией Правительства РФ в области науки и техники за создание и широкомасштабное внедрение российской конкурентоспособной технологии изомеризации и промышленных комплексов «Изомалк» для крупнотоннажного производства автобензинов, соответствующих требованиям европейских стандартов.

Alexander N. Shakun graduated from the Tomsk State University and has been working in the company since 1972 until the present day.
In 1975-1978 he studied as a full-time postgraduate of All-Union Scientific and Research Institute of Petrochemical Processes «VNIINeftehim» (Leningrad, now — St. Petersburg). His thesis work was devoted to a study of catalytic properties of superacid systems in isomerization reactions of light paraffin hydrocarbons. After defence of the thesis in 1978 he came back to Krasnodar branch of «VNIINeftehim».
He is the General Director of PJSC SIE Neftehim from the moment of corporatization in 1995.
New catalysts and technologies in naphtha reforming and isomerization were worked out under his management. Alexander Shakun is the author of numerous patents, inventor's certificates, articles and reports. He was awarded an «Honorary Petrochemist» status in 2000.
In 2012 he was awarded the Russian Federation Government Prize in the sphere of Science and Technology for invention and widespread introduction of competitive Russian isomerization technology and industrial complexes Isomalk for large-scale motor gasoline production, meeting European standards requirements.

Федорова
Марина Леонидовна
Технический директор и первый заместитель генерального директора

Marina Leonidovna Fedorova
Technical Director and the First Deputy General Director

Окончила Краснодарский политехнический институт (сейчас — Кубанский государственный технологический университет) в 1984 году. В компании работает с 1981 года. Под ее руководством созданы и внедрены в производство: серия полиметаллических катализаторов риформинга, технология получения цеолита β, технологии изомеризации Изомалк-2, Изомалк-3, Изомалк-4, катализаторы изомеризации СИ-2, СИ-3, СИ-4. Автор более 50 научных публикаций.
В 2012 году награждена премией Правительства РФ в области науки и техники «За создание и широкомасштабное внедрение российской конкурентоспособной технологии изомеризации и промышленных комплексов «Изомалк» для крупнотоннажного производства автобензинов, соответствующих требованиям европейских стандартов».

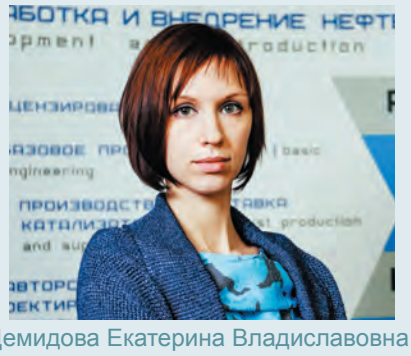
Marina L. Fedorova graduated from Krasnodar Polytechnic Institute in 1984 (now — Kuban State Technological University). She has been working in the company since 1981 until the present day.
Series of polymetallic reforming catalysts, β-zeolite production technology, as well as Isomalk-2, Isomalk-3 and Isomalk-4 isomerization technologies, and also SI-2, SI-3 and SI-4 isomerization catalysts have been developed and implemented into production under her management.
Marina L. Fedorova is the author of more than 50 published works.
In 2012 she was awarded the Russian Federation Government Prize in the sphere of Science and Technology for invention and widespread introduction of competitive Russian isomerization technology and industrial complexes Isomalk for large-scale motor gasoline production, meeting European standards requirements.

PJSC SIE NEFTEHIM: LEADING PERSONS

Карпенко Тимофей Владимирович
Начальник технического отдела
Timofey Vladimirovich Karpenko
Head of Engineering Department

В 2007 году получил диплом Кубанского Государственного Технологического Университета по специальности «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов». В настоящее время соискатель кафедры технологии нефти и газа. Владеет английским техническим языком.
Свою карьеру в ПАО «НПП Нефтехим» начал в 2007 году с должности инженера-технолога технического отдела. С 2010 года —начальник технического отдела.
Главным в своей работе считает профессионализм, трудолюбие и достижение результатов.

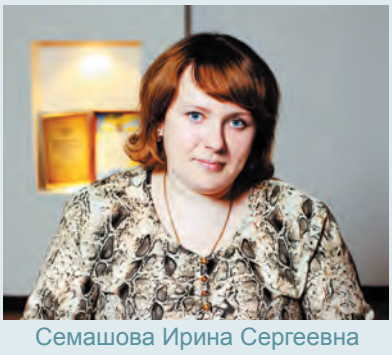
Timofey V. Karpenko had got a degree in «Chemical technology of natural utilities and carbon materials» of Kuban State Technological University in 2007. Now he is an applicant of Oil And Gas Engineering department there. He knows English technical language.
He started his work in PJSC SIE Neftehim in 2007 in the position of Process Engineer of Engineering Department. He has been working in a position of Head of Engineering Department since 2010.
Timofey Karpenko considers professional competence, hard-working and achievement of results to be the key points in his work.



Демидова Екатерина Владиславовна
Заместитель технического директора
Ekaterina Vladislavovna Demidova
Deputy Technical Director

В 2006 году окончила Кубанский институт международного предпринимательства и менеджмента по специализации «Менеджмент в нефтегазовой отрасли»
В 2005 году пришла на работу в ПАО «НПП Нефтехим» на должность менеджера по рекламе.
В 2010 году назначена заместителем технического директора.
Главным в своей работе считает ответственность, гибкость и профессионализм

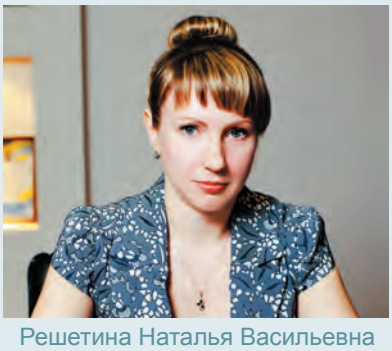
Ekaterina V. Demidova graduated from Kuban Institute of International Business And Management with a degree in «Management in Oil and Gas Industry» in 2006.
In 2005 she started her work in PJSC SIE Neftehim in the position of Advertising Manager. She was appointed to the position of Deputy Technical Director in 2010. Ekaterina Demidova considers that responsibility, flexibility and professional skills are the most important features in her work.



Семашова Ирина Сергеевна
Начальник отдела
научно-исследовательских
разработок (ОНИР)
Irina Sergeevna Semashova
Head of Reseach and Development Department (R&D)

В 2008 году закончила Кубанский государственный технологический университет по специальности «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», квалификация «инженер».
В 2006 году пришла на работу в ПАО «НПП Нефтехим» на должность инженера-технолога. В 2012 году назначена начальником отдела научно-исследовательских разработок. Осуществляет непосредственный контроль промышленного производства катализаторов изомеризации и риформинга.

Irina S. Semashova had got a degree in «Chemical technology of natural utilities and carbon materials» of Kuban State Technological University qualified as an Engineer in 2008.
In 2006 she started her work in PJSC SIE Neftehim in the position of Process Engineer. She was appointed to the position of Head of Research and Development (R&D) Department in 2012.
She exercises direct control of industrial production of isomerization and reforming catalysts.



Решетина Наталья Васильевна
Заместитель начальника
технического отдела
Natalia Vasilievna Reshetina
Deputy Head of Engineering Department

В 2008 году закончила Кубанский государственный технологический университет по специальности «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», квалификация «инженер-технолог».
В 2008 году пришла на работу в ПАО «НПП Нефтехим» на должность инженера-технолога. В 2016 году назначена заместителем начальника технического отдела.
В своей работе считает главным добросовестность, целеустремленность и стремление к совершенствованию своих знаний и навыков.

Natalia V. Reshetina graduated from Kuban State Technological University with a degree in «Chemical technology of natural utilities and carbon materials» qualified as an Engineer in 2008.
In 2008 she started her work in PJSC SIE Neftehim in the position of Process Engineer. She was appointed to the position of Deputy Head of Engineering Department in 2016.
Natalia Reshetina considers fair practices, commitment and pursuit of knowledge and skills excellence to be the key points in her work.

WWW.N-CATALYST.RU

ПРОИЗВОДСТВО И ПОСТАВКА КАТАЛИЗАТОРОВ
PRODUCTION AND SUPPLY OF CATALYSTS

КАТАЛИЗАТОРЫ ИЗОМЕРИЗАЦИИ

Катализатор изомеризации СИ-1
Цеолитный катализатор для процесса среднетемпературной изомеризации легких бензиновых фракций

Катализатор изомеризации СИ-2
Предназначен для технологии низкотемпературной изомеризации пентан-гексановых фракций «Изомалк-2»

Катализатор изомеризации СИ-3
Предназначен для изомеризации нормального бутана по технологии «Изомалк-3»

Катализатор изомеризации СИ-4
Предназначен для технологии изомеризации C_7-фракции по технологии «Изомалк-4"

Катализатор изомеризации ИК-112
Предназначен для процесса изомеризации смеси ксилолов и этилбензола с целью получения о-ксилола и п-ксилола

ISOMERIZATION CATALYSTS

Isomerization catalyst SI-1
The zeolite catalyst SI-1 is designed for medium-temperature isomerization of light gasoline fractions

Isomerization catalyst SI-2
The catalyst SI-2 is designed for low-temperature isomerization technology Isomalk-2 for C_5-C_6 fractions

Isomerization catalyst SI-3
The catalyst SI-3 is designed for n-butane isomerization under technology Isomalk-3

Isomerization catalyst SI-4
The catalyst SI-4 is designed for the process of isomerization of C_7-fractions Isomalk-4

Isomerization catalyst IK-112
The catalyst IK-112 is designed for isomerization of xylenes and ethylbenzene mixture to produce o-xylene and p-xylene

КАТАЛИЗАТОРЫ РИФОРМИНГА

Катализаторы риформинга серии REF
Предназначены для установок риформинга с периодической регенерацией

Катализатор риформинга RC-12
Первый российский промышленный катализатор для установок риформинга с непрерывной регенерацией (НРК)

REFORMING CATALYSTS

Reforming catalysts of REF series
The catalysts of REF series are designed for semiregenerative reforming units

Reforming catalyst RC-12
The first Russian industrial catalyst RC-12 is designed for continuous catalytic reforming units (CCR)

КАТАЛИЗАТОРЫ ГИДРООЧИСТКИ

Катализатор гидроочистки ДС-20
Предназначен для процесса очистки бензиновых фракций (НК-180° С) от сернистых, азотистых, хлор- и металлорганических соединений

HYDROTREATMENT CATALYSTS

Hydrotreatment catalyst DS-20
The catalyst DS-20 is designed for gasoline fractions (IBP-180° C) treatment to remove sulfur, nitrogen, chlorine and metallorganic compounds

ООО «НИЖЕГОРОДСКИЕ КАТАЛИЗАТОРЫ»

603074, г. Нижний Новгород, ул. Народная, д. 2А, офис 20

+7(831) 216-13-32

NIZHEGORODSKIE CATALYSTS, LLC

2A Narodnaya St., Office 20, Nizhny Novgorod, 603074, Russia

info@n-catalyst.ru

TECHNOPOLIS XXI
ТЕХНОПОЛИС XXI

ПАО «НПП НЕФТЕХИМ»
PJSC SIE NEFTEHIM

№ 33 (2016)

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ
ГИБКИЕ ТЕХНОЛОГИИ
КОНКУРЕНТОСПОСОБНОЕ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

INNOVATIVE SOLUTIONS
FLEXIBLE TECHNOLOGIES
COMPETITIVE IMPORT SUBSTITUTION

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS:

Александр ШАКУН, Марина ФЕДОРОВА
ИСТОРИЯ ПАО «НПП НЕФТЕХИМ» 4
Alexander SHAKUN, Marina FEDOROVA
HISTORY OF PJSC SIE NEFTEHIM

Тимофей КАРПЕНКО, Екатерина ДЕМИДОВА, Наталья РЕШЕТИНА
ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТАНОВОК «ИЗОМАЛК-2» НА РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ЗАВОДАХ 8
Timofey KARPENKO, Ekaterina DEMIDOVA, Natalia RESHETINA
DESIGN OF «ISOMALK-2» UNITS AT RUSSIAN AND FOREIGN REFINERIES

Александр ШАКУН, Марина ФЕДОРОВА
РАЗРАБОТКА, ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ПОСТАВКА КАТАЛИЗАТОРОВ ИЗОМЕРИЗАЦИИ И РИФОРМИНГА 12
Alexander SHAKUN, Marina FEDOROVA
DEVELOPMENT, PRODUCTION AND DELIVERY OF ISOMERIZATION AND REFORMING CATALYSTS

Тимофей КАРПЕНКО, Екатерина ДЕМИДОВА,Наталья РЕШЕТИНА
ПРОМЫШЛЕННЫЙ ОПЫТ ПУСКА И ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВОК ИЗОМЕРИЗАЦИИ «ИЗОМАЛК-2» 14
Timofey KARPENKO, Ekaterina DEMIDOVA, Natalia RESHETINA
INDUSTRIAL EXPERIENCE AND OPERATING START OF ISOMERIZATION UNITS ISOMALK-2

Владимир КАПУСТИН, Елена ЧЕРНЫШЕВА
«ИЗОМАЛК-2»: ЛИДЕР СРЕДИ РОССИЙСКИХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА БЕНЗИНОВ КЛАССА 5 20
Vladimir KAPUSTIN, Elena CHERNYSHEVA
ISOMALK-2 — LEADER AMONG RUSSIAN COMPETITIVE TECHNOLOGIES OF GASOLINE PRODUCTION OF EURO 5 STANDARD

Александр ШАКУН, Марина ФЕДОРОВА,
Тимофей КАРПЕНКО, Екатерина ДЕМИДОВА
«ИЗОМАЛК-3»: НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗОМЕРИЗАЦИИ Н-БУТАНА 22
Alexander SHAKUN, Marina FEDOROVA, Timofey KARPENKO, Ekaterina DEMIDOVA
ISOMALK-3: NEW TECHNOLOGY OF N-BUTANE ISOMERIZATION

Александр ШАКУН, Марина ФЕДОРОВА
Тимофей КАРПЕНКО, Екатерина ДЕМИДОВА,
«ИЗОМАЛК-4»: ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗОМЕРИЗАЦИИ C_7-ФРАКЦИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ АВТОБЕНЗИНОВ 24
Alexander SHAKUN, Marina FEDOROVA, Timofey KARPENKO, Ekaterina DEMIDOVA
ISOMALK-4: PROMISING TECHNOLOGY FOR ISOMERIZATION OF C_7 FRACTION FOR PRODUCTION OF HIGH QUALITY GASOLINE

Дмитрий МОСИЕНКО
ИЗОМАЛК: КЛАССИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ 28
Dmitry MOSIENKO
ISOMALK: A CLASSIC CASE OF IMPORT SUBSTITUTION

ПАТЕНТЫ 32
PATENTS

ОТЗЫВЫ 34
REFERENCES

КОНСУЛЬТАТИВНЫЙ СОВЕТ

ЛЕВ ТРУСОВ
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР
АССОЦИАЦИИ «АСПЕКТ»

ВИКТОР АВДЕЕВ
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР
НПО «УНИХИМТЕК»

НИКОЛАЙ КРАСНИКОВ
МЭР НАУКОГРАДА КОЛЬЦОВО

АЛЕКСАНДР ДОБРОТВОРСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ ДИРЕКТОР
ЗАО «НПО «ЛЕНКОР»

СЕРГЕЙ ХАРИТОНОВ
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР
ОАО «СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА СИБИРИ»

АЛЕКСАНДР ШАКУН
ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР
ПАО «НПП НЕФТЕХИМ»

ИСТОРИЯ ПАО «НПП НЕФТЕХИМ»

Александр ШАКУН, Марина ФЕДОРОВА

История нашего предприятия начинается с конца 1940-х, когда на территории Краснодарского НПЗ был создан исследовательский цех, в задачу которого ставилась опытная проверка новых технологий переработки углеводородного сырья. В последующем было определено приоритетное направление — опытная и опытно-промышленная проверка создаваемой технологии каталитического платформинга бензиновых фракций для производства автобензинов и ароматических углеводородов. В это время (1949) с использованием технологии UOP в США была построена первая промышленная установка платформинга бензиновых фракций. Актуальность и масштабность проблемы заключалась в том, чтобы в кратчайшие сроки разработать и внедрить на большинстве нефтеперерабатывающих заводов страны технологию каталитического риформинга бензиновых фракций. Было принято решение построить и ввести в эксплуатацию опытно-промышленную установку платформинга бензиновых фракций, снять все необходимые показатели и на их основе спроектировать серию промышленных установок. В 1952 году по проекту Ленгипрогаза (ныне ООО «Ленгипронефтехим») установка была построена и в последующем полностью выполнила свое предназначение. Исследовательские работы проводились во ВНИИНефтехиме под руководством доктора технических наук Г.Н. Маслянского и в исследовательском цехе в Краснодаре. Через несколько лет исследовательский цех был преобразован в Краснодарский филиал ВНИИНефтехим, и среди его многочисленных исследований тематика каталитического риформинга осталась одним из основных направлений. В Краснодаре эти работы с 1960-х по 1980-е возглавлял А.П. Федоров. Каталитический риформинг бензиновых фракций оказался очень востребованным и плодотворным направлением в нефтепереработке. Для увеличения выхода целевых продуктов — высокооктанового риформата и ароматических углеводородов, а также снижения эксплуатационных затрат, требовалось постоянное совершенствование катализаторов и технологии. Поэтому опытно-промышленная установка в течение нескольких десятилетий была постоянно задействована, а для расширения исследований был дополнительно создан зал пилотных установок.

Основным партнером в исследованиях и внедрении новых катализаторов и технологий до середины 1980-х оставался ВНИИНефтехим. На смену фторированных катализаторов риформинга (АП-56) пришли хлорированные монометаллические АП-64 и полиметаллические серии КР. Одновременно с разработкой новых катализаторов требовалось изменение условий их эксплуатации и коренная модернизация всей технологии.

Кроме каталитического риформинга бензиновых фракций в Краснодарском филиале ВНИИНефтехим, конечно, проводились и многие другие исследования. Одним из основных направлений стала четкая ректификация различных углеводородных фракций. Эти исследования проводились под руководством Ю.А. Алексеева и С.Г. Мазиной. В последующем, когда в портфель технологий предприятия была включена технология изомеризации легких бензиновых фракций, эти работы оказались весьма востребованными. Современный облик Нефтехима сложился в середине 1990-х, после акционирования в 1995 году. Структурная перестройка производственных отношений, переход на рыночную экономику, приход на российский рынок сильных и опытных зарубежных лицензиаров и поставщиков технологий и катализаторов привели к потере позиций многих отечественных научно-исследовательских организаций, а в некоторых случаях и к прекращению их функционирования. ОАО «НПП Нефтехим», в дальнейшем ПАО «НПП Нефтехим», избежал такой участи благодаря правильному выбору основных приоритетов и осуществленной под них реорганизации предприятия.

При создании акционерного общества в 1995 году его новым руководством было принято главное решение — все усилия предприятия направлять на создание новых технологий и катализаторов, способных на равных конкурировать с лучшими зарубежными разработками. Уже в те годы, 20 лет назад, была поставлена задача в максимально короткие сроки выйти на мировой рынок с высококонкурентным продуктом. В настоящее время, когда импортозамещение стало общегосударственной стратегией, хорошо видно, что реальное импортозамещение возможно только при создании разработок, способных конкурировать на мировом рынке.

Другим условием создания современной конкурентоспособной компании является выполнение «под ключ» всех стадий: исследования и пилотные испытания —> разработка базовых проектов —> авторский контроль за рабочим проектированием и строительством —> производство и поставка катализаторов —> научно-техническое сопровождение пуска и эксплуатации промышленных установок. По такой схеме ПАО «НПП Нефтехим» и работает в настоящее время. Первым продуктом, который был представлен обновленной компанией на российский рынок, стали катализаторы риформинга серии REF. К тому времени катализаторы UOP (США) и Axens (Франция) начали вытеснять российские катализаторы серии КР. Появление новых, более эффектив-

HISTORY OF PJSC SIE NEFTEHIM

Alexander SHAKUN, Marina FEDOROVA

History of our company begins from the end of the 1940s, when in the territory of Krasnodar Refinery a research workshop was established; its task was experimental verification of new technologies for processing raw hydrocarbons. Later on a new priority area was defined — experimental and pilot testing of technology being created, catalytic platforming of gasoline fractions for production of gasoline and aromatic hydrocarbons. At that time (1949), using UOP technology first industrial plant for platforming gasoline fractions was built in the USA. The urgency and scale of the problem consisted in the soonest development and implementation of technology of gasoline fractions catalytic reforming at most of domestic refineries. It was decided to build and put into operation a pilot plant for platforming gasoline fractions, to obtain all necessary figures and on their basis to design a series of industrial plants.

In 1952, by project of Lengiprogaz (now Lengiproneftekhim, LLC) the plant was built and subsequently completely fulfilled its purpose. Research work was carried out in VNIINeftekhim under the guidance of Doctor of Technical Sciences G. N. Maslyansky as well as in the research workshop in Krasnodar. In a few years the research workshop was transformed to the Krasnodar branch of VNIINeftehim, and among its many studies subject matters of catalytic reforming remained one of the main areas. In Krasnodar, these works from 1960s to 1980s were guided by A. P. Fedorov.

Catalytic reforming of gasoline fractions proved to be very needed and fruitful direction in oil refining. To increase the yield of target products — high-octane reformate and aromatic hydrocarbons, as well as to reduce operating costs, constant improvement of catalysts and technologies were needed. Therefore, the pilot plant had been constantly operating for several decades, and to expand research works a pilot plant room was additionally established.

The main partner in research and implementation of new catalysts and technologies till mid-1980s remained VNIINeftekhim. Fluorinated reforming catalysts (AP-56) were substituted by chlorinated monometallic AP-64 and polymetallic KR series. Along with development of new catalysts, change of conditions of their operation and dramatic modernization of the entire technology was needed.

In addition to catalytic reforming of gasoline fractions at the Krasnodar branch of VNIINeftekhim, of course, many other studies were conducted. One of the main directions became precise rectification of various hydrocarbon fractions. These studies were conducted under the direction of Y. A. Alexeyev and S.G. Mazina. Subsequently, when technology of light gasoline fractions isomerization was included into the technology portfolio of the company, these works proved to be much needed.

Modern shape of SIE NEFTEHIM was formed in the mid-1990s, after corporatization in 1995. The restructuring of production relations, transition to the market economy, arrival to the Russian market of strong and experienced foreign licensors and suppliers of technologies and catalysts led to loss of positions of many domestic scientific research institutions, and in some cases to their termination. JSC SIE NEFTEHIM, subsequently PJSC SIE NEFTEHIM, escaped this fate thanks to proper selection of main priorities and implementation of corresponding reorganization of the company.

While establishing a joint-stock company in 1995, its new management took a major decision — all the efforts of the enterprise are to be directed to development of new technologies and catalysts which can compete with the best foreign developments. Already in those days, 20 years ago, there was put a task as soon as possible to enter the global market with a highly competitive product. At the present time, when import substitution has become the national strategy, it can be clearly seen that the real import substitution is possible only with creation of developments which can compete on the world market.

Another prerequisite for establishment of modern competitive company is «turnkey» implementation of all stages: research and pilot testing→ basic engineering → designer supervision of detail designing and construction→ production and delivery of catalysts → scientific and technical support for start-up and operation of industrial plants. According to this scheme PJSC SIE NEFTEHIM works up till now.

The first product, which was presented by the updated company on the Russian market, was reforming catalysts of REF series. By that time catalysts of UOP (USA) and Axens (France) began to supplant Russian catalysts of KR series. Appearance of new, more effective Russian reforming catalysts halted this trend. Currently, on the Russian market of reforming catalysts for plants with a fixed catalyst bed a highly competitive environment is created, favorable for refiners. NEFTEHIM is actively involved in shaping this environment, introducing reforming catalysts of REF series for plants with a fixed catalyst bed and RC-12 for plants with continuous regeneration (CCR). In 2015 production of these catalysts was transferred to its subsidiary «Nizhegorodskie catalysts», LLC.

But the real breakthrough to the range of global licensors occurred in the early 2000s, when in oil refining the demand for light naphtha isomerization technology sharply increased.

By that time, the following situation shaped in the global oil refining. Two isomerization technologies took a strong position — a low-temperature on the basis of highly chlorinated catalysts and a medium-temperature one on the basis of zeolite catalysts. The low-temperature technology was successfully promoted by only two companies in the world — American UOP and French Axens. The medium-temperature technology was presented by the same companies and Süd-Chemie (Germany). In the Soviet Union and then in RF, in this field only research and front end engineering design works were carried out. The high-temperature isomerization technology (380-420°C) received industrial application, which is sufficiently effective for isomerization of n-pentane only.

The sharp toughening of environmental requirements to quality of finished motor gasolines, which began in the global oil refining in 1990s, required reassessment of technical and economic indicators of gasoline fractions isomerization technology. The technology based on zeolite catalysts proved to be uncompetitive due to its inability to achieve high values of octane characteristics of isomerate. However, technology, based on highly chlorinated catalysts also increasingly began to exhibit shortcomings associated with very high sensitivity to trace amounts of catalytic poisons, high corrosiveness of the reagents being used, need of alkalization of acid gases, and presence of permanent alkali waste. All these drawbacks eventually reduce reliability of production of gasolines.

In such a situation, which has occurred in the sector of production of high quality gasolines, the decision was made in NEFTEHIM to focus efforts on creation of new isomerization technology, free from drawbacks of the known world technologies.

At the first stage, as the easier task, isomerization technology «Isomalk-1» on the basis of the SI-1 zeolite catalyst was developed. Commercial implementation of this technology in 1999 by Ryazan Oil Refining Company proved competitiveness of Russian technology among other well-known technologies using zeolite catalysts. But «Isomalk-1» was only a step in transition to a new «low-temperature» technology with use of sulfated catalyst SI-2.

In a very short time «Isomalk-2» technology was implemented at a number of refineries and confirmed its advantages over all known technologies. The first introduction of «Isomalk-2» took place in 2003 in JSC Ufaneftekhim, and then followed by a number of implementations not only in Russia but also in other countries. Nowadays the reference list of «Isomalk-2» technology

ных российских катализаторов риформинга приостановило эту тенденцию. В настоящее время на российском рынке катализаторов риформинга для установок со стационарным слоем катализатора создана высококонкурентная среда, благоприятная для нефтепереработчиков. Нефтехим активно участвует в формировании этой среды, представляя катализаторы риформинга для установок со стационарным слоем серии REF и катализатор RC-12 для установок с непрерывной регенерацией. Производство этих катализаторов переведено в 2015 году на дочернее предприятие ООО «Нижегородские катализаторы».

Но настоящий прорыв в круг мировых лицензиаров был осуществлен в начале 2000-х, когда в нефтепереработке резко возрос спрос на технологии изомеризации легкой нафты.

К этому времени в мировой нефтепереработке сложилась следующая картина. Прочное место заняли две технологии изомеризации — низкотемпературная на базе высокохлорированных катализаторов и среднетемпературная на основе цеолитных катализаторов. Низкотемпературную технологию успешно продвигали только две мировые компании: американская UOP и французская Axens. Среднетемпературная технология была представлена теми же компаниями и Süd-Chemi (Германия). В СССР, а затем в РФ, в этой области проводились только исследовательские и предпроектные работы. А промышленное применение получила высокотемпературная технология изомеризации (380-420°С), которая достаточно эффективна лишь для изомеризации н-пентана. Резкое ужесточение экологических требований к качеству товарных автобензинов, начавшееся в мировой нефтепереработке в 1990-х, потребовало переоценки технико-экономических показателей технологий изомеризации бензиновых фракций. Технология на цеолитных катализаторах оказалась неконкурентоспособной из-за невозможности достижения высоких значений октановых характеристик изомеризата. Но и у технологии, базирующейся на высокохлорированных катализаторах, все больше стали проявляться недостатки, связанные с очень высокой чувствительностью к микропримесям каталитических ядов, высокой коррозионностью применяемых реагентов, необходимостью защелачивания кислых газов, наличием постоянных щелочных отходов. Все эти недостатки, в конечном итоге, снижают надежность производства автобензинов.

В такой ситуации, которая сложилась в секторе производства высококачественных автобензинов, в Нефтехиме было принято решение сконцентрировать усилия на создании новой технологии изомеризации, свободной от недостатков известных мировых технологий.

На первом этапе, как более легкая задача, была создана технология изомеризации «Изомалк-1» на основе цеолитного катализатора СИ-1. Промышленное внедрение этой технологии в 1999 году Рязанской нефтеперерабатывающей компанией подтвердило конкурентоспособность российской технологии среди других известных технологий с использованием цеолитных катализаторов. Но технология «Изомалк-1» была лишь ступенью для перехода на новую «низкотемпературную» технологию с использованием сульфатированного катализатора СИ-2.

За очень короткий срок технология «Изомалк-2» была внедрена на ряде нефтеперерабатывающих предприятий и подтвердила свои преимущества перед всеми известными технологиями. Первое внедрение «Изомалк-2» состоялось в 2003 году в ОАО «Уфанефтехим», а затем последовала серия внедрений не только в России, но и в других странах. И сегодня референц-лист технологии «Изомалк-2» свидетельствует о ее востребованности в мировой нефтепереработке. На российских заводах эксплуатируется десять установок «Изомалк-2», проектируются и строятся еще три. За рубежом пока эксплуатируется три установки, но дополнительно проектируются и строятся еще несколько, в Индии и Китае. Планируется строительство установок в других странах. Активную позицию по продвижению технологии «Изомалк-2» за пределами СНГ занимает партнер ПАО «НПП Нефтехим» — американская компания GTC Technology. Успешное интегрирование «Изомалк-2» в мировую нефтепереработку ускорило внедрение еще одной технологии — «Изомалк-3». Эта технология предназначена для изомеризации н-бутана и становится все более востребованной для получения изобутана, который используется в технологической цепочке производства МТБЭ и алкилата. Первое строительство установки «Изомалк-3» осуществлено в Китае компанией SSCG в 2016 году. Показатели работы этой установки свидетельствуют о большом потенциале технологии. Последней на сегодня разработкой ПАО «НПП Нефтехим» стала технология изомеризации C_7-фракции, получившая название «Изомалк-4». Проблема изомеризации C_7-фракции (70-105°С) всегда интересовала нефтепереработчиков. Заманчиво из этой низкооктановой фракции получить высокооктановый неароматический автокомпонент, вместо ароматического концентрата на установках каталитического риформинга. Но острая актуальность создания промышленной технологии изомеризации C_7–фракции возникла только тогда, когда практически на всех НПЗ потребовалось производить автобензины по стандартам ЕВРО-5 с содержанием ароматических <35% и бензола <1,0%.

Созданию технологии изомеризации C_7-фракции Нефтехим посвятил свыше пяти лет. Сложность проблемы заключалась в том, что все известные катализаторы недостаточно селективны в процессе изомеризации гептанов. Процесс изомеризации с более низкой селективностью, чем процесс риформинга, не может быть конкурентоспособным. Нефтехиму удалось создать катализатор и промышленную технологию его производства, который обеспечивает очень высокий выход целевого продукта, от 95 до 98 процентов, а октановое число изомеризата достигает 70-87 пунктов в зависимости от принятой технологической схемы. В настоящее время ведутся переговоры с несколькими НПЗ о реализации процесса.

В заключение еще об одной из основных составляющих деятельности ПАО «НПП Нефтехим» — производстве и поставке катализаторов.

Первые партии катализаторов риформинга еще во второй половине 1990-х выпускались на Ангарском заводе катализаторов ОАО «АЗКиОС». Здесь же с участием специалистов Нефтехим была выпущена партия цеолитного катализатора СИ-1 и первая партия катализатора СИ-2 для ОАО «Уфанефтехим».

Но с 2004 года производство катализаторов риформинга и изомеризации под контролем лицензиара было переведено на ЗАО «Промышленные катализаторы» (Рязань), входившее в группу компаний ТНК ВР. Производство катализаторов на этом заводе осуществлялось до 2014 года, а в 2015 году для изготовления катализаторов, разработанных ПАО «НПП Нефтехим», было создано специализированное предприятие ООО «Нижегородские катализаторы». В 2015-2016 годах на новом заводе выпущена первая партия катализатора изомеризации СИ-3 и партия катализатора СИ-2 для новой установки «Изомалк-2» АО «ТАНЕКО» (Нижнекамск). На период с 2016 по 2020 годы сверстан большой план производства катализаторов изомеризации и риформинга, включая катализатор риформинга для установок с непрерывной регенерацией (НРК).

В настоящее время численность сотрудников ПАО «НПП Нефтехим» составляет около ста человек, их средний возраст — 32 года. В ближайшие годы предприятие ожидает напряженная работа по внедрению своих технологий в России и зарубежных странах. Расширяются новые исследования, ориентированные на промышленное внедрение в ближайшее время: катализаторы изомеризации ксилолов, диспропорционирование и трансалкилирование алкилароматических углеводородов, дегидрирование легких алканов и другие.

demonstrates its being in demand in the global oil refining.
At the Russian plants ten «Isomalk-2» units are operated; three more are being designed and constructed. Currently, 3 units are operating abroad so far, but some more units are under design and construction in India and China. Construction of plants is planned in other countries too. Active position in promotion of «Isomalk-2» technology outside CIS is taken by NEFTEHIM's partner, American company GTC Technology US, LLC.
Successful integration of «Isomalk-2» to the global oil refining accelerated implementation of yet another technology — «Isomalk-3». This technology is designed for isomerization of n-butane and is becoming increasingly popular for producing isobutane, which is used in the technological chain of production of MTBE and alkylate. The first construction of «Isomalk-3» plant was completed in China by SSCG in 2016.
Performance of the plant demonstrates the great potential of the technology.
The latest development of PJSC SIE NEFTEHIM became technology of C_7 fraction isomerization, called «Isomalk-4». The problem of isomerization of the C_7 fraction (70 -105°C) was always of great interest for oil refiners. It is tempting to obtain high-octane non-aromatic auto component from this low-octane fraction instead of aromatic concentrate on catalytic reforming plants.
However, acute relevance of creation of industrial technology for isomerization of C_7 fraction arose only when at almost all refineries a need occurred to produce motor gasolines required by EURO 5 standard with aromatic content <35% and benzene content <1.0%.
NEFTEHIM dedicated more than five years to creation of isomerization technology for C_7 fraction.
The complexity of the problem was in the fact that all known catalysts are not sufficiently selective for isomerization of heptanes. Isomerization process with a lower selectivity than the reforming process cannot be competitive.NEFTEHIM managed to develop a catalyst and industrial technology for its production, which ensures very high product yield, 95 to 98 percent, and the octane number of the isomerate reaches 70-87 points, depending on adopted process scheme.
Negotiations are currently underway with several refineries on implementation of the process.
Finally, let's speak about else one of the main activities of PJSC SIE NEFTEHIM — manufacturing and supply of catalysts.
The first batches of reforming catalysts in the second half of 1990s were produced at the Angarsk plant of catalysts OJSC AZK&OS. Here, with the participation of experts of NEFTEHIM a batch of zeolite catalyst SI-1 and the first batch of catalyst SI-2 for JSC Ufaneftekhim were produced.
However, since 2004 production of reforming and isomerization catalysts under supervision of licensor was transferred to CJSC Promcatalys (Ryazan), member of TNK-BP group. Production of the catalysts at this plant was carried out until 2014, and in 2015 a specialized enterprise «Nizhegorodskie catalysts», LLC was established for production of catalysts developed by PJSC SIE NEFTEHIM.
In the years 2015-2016 at the new plant there was produced the first batch of the isomerization catalyst SI-3 and a batch of catalyst SI-2 for the new plant «Isomalk-2» of JSC TANECO (Nizhnekamsk). For the period from 2016 to 2020 a large plan of production of isomerization and reforming catalysts has been drawn up, including production of reforming catalyst for CCR plants.
Currently, the number of employees of PJSC SIE NEFTEHIM is about a hundred people, average age — 32 years. In the coming years, the company expects hard work on implementation of its technologies in Russia and foreign countries. New studies are expanding, focused on industrial application in the near future of: catalysts for xylene isomerization, disproportionation and transalkylation of alkylaromatic hydrocarbons, dehydrogenation of light alkanes, and others.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТАНОВОК «ИЗОМАЛК-2» НА РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ЗАВОДАХ

Тимофей КАРПЕНКО, Екатерина ДЕМИДОВА, Наталья РЕШЕТИНА

Опыт внедрения катализатора СИ-2 на ряде российских НПЗ в 2003-2005 годах показал, что с учетом сильных позиций зарубежных компаний для успешной конкуренции на российских рынках одной лишь поставки катализатора уже не достаточно.

Внедрение технологии, особенно на вновь строящихся объектах нефтепереработки, требует комплексного подхода с предоставлением заказчику лицензии, базового проектирования и сопровождения проекта на всех стадиях его реализации.

Выход на зарубежный рынок без полного пакета лицензиара, обычно предоставляемого доминирующими на рынке технологий риформинга и изомеризации компаниями UOP и Axens, вовсе невозможен.

Включение в пакет предоставляемых услуг базового проектирования и сопровождения детального проекта позволило обеспечить ряд важных конкурентных преимуществ:

— комплексная поддержка на всех уровнях внедрения технологии позволяет избежать ошибок при проектировании и строительстве;

— опыт лицензиара и разработчика катализатора позволяет реализовать проекты с максимальной энергоэффективностью при умеренных и, немаловажно, обоснованных затратах;

— взаимодействие с проектными организациями и поставщиками оборудования позволяет совместить различные стадии реализации проекта, а заказчику — разместить заказ на оборудование с длительным сроком изготовления непосредственно после принятия решения о строительстве; все это существенно сокращает срок реализации проекта;

— специалисты лицензиара сопровождают проект с самого начала проектирования и затем в течение всего срока эксплуатации объекта, что позволяет заказчику получить квалифицированную помощь при эксплуатации установки, поскольку специалисты технической поддержки знают проект вплоть до самых мелких деталей.

Только при подобной организации строительства установки лицензиар может с полной мерой ответственности гарантировать и обеспечить достижение требуемых показателей процесса. Благодаря комплексному подходу для всех новых проектов «Изомалк-2» в России и за рубежом гарантированные показатели были достигнуты непосредственно после пуска установок и выдерживаются в течение всего срока их эксплуатации.

При проработке базового проекта ПАО «НПП Нефтехим» используются современные средства моделирования технологических процессов (Hysys, HTFS+, PetroSim), хорошо зарекомендовавшие себя во всем мире. Кроме того, ПАО «НПП Нефтехим» использует и методики и программы собственной разработки, в том числе методики, позволяющие рассчитать поведение катализатора в различных средах. Сочетание использования современных подходов и методов с высокой квалификацией персонала позволили ПАО «НПП Нефтехим» включить базовое проектирование в перечень предоставляемых услуг.

Первым проектом, выполненным по исходным данным (базовому проекту) ПАО «НПП Нефтехим», стала установка изомеризации в АО «Газпромнефть-ОНПЗ». Пуск установки производительностью 800 тыс. т/год состоялся в ноябре 2010 года.

Исходные данные для проектирования установки были выданы ПАО «НПП Нефтехим» в 2007 году, проект и рабочая документация выполнены ЗАО «Нефтехимпроект» (Санкт-Петербург), под авторским надзором ПАО «НПП Нефтехим». Генеральный проектировщик — ОАО «Омскнефтехимпроект».

DESIGN OF «ISOMALK-2» UNITS AT RUSSIAN AND FOREIGN REFINERIES

Timofey KARPENKO, Ekaterina DEMIDOVA, Natalia RESHETINA

Experience in the implementation of SI-2 catalyst at a number of Russian oil refineries in 2003-2005 showed that, taking into account strong position of foreign companies, just delivery of catalysts is no longer enough for successful competition on Russian markets.

Introduction of technology, especially at the newly built oil refining facilities, requires an integrated approach with provision to the customer a License, Basic Engineering and project support at all stages of its implementation.

Entry to a foreign market without full package of the Licensor, usually provided by companies, dominant at the market of reforming and isomerization technologies, such as UOP and Axens is quite impossible.

Inclusion of services of Basic Engineering Design and maintenance of a Detailed Design to the package of services being provided allowed ensuring a number of important competitive advantages:

— Comprehensive support at all levels of introduction of the technology allows avoiding errors during designing and construction;

— Experience of the Licensor and developer of the catalyst enables implementing the projects with maximum power efficiency at moderate and, importantly, justified costs;

— Interaction with design institutions and suppliers of the equipment allows to combine different stages of the project, and the customer can place an order for equipment with long lead time immediately after adopting decision on construction of a facility; all this greatly reduces the duration of implementation of a project;

— Licensor's experts accompany the project from the beginning of design works and then for the entire period of operation of the facility. It allows the customer to get professional help during operation of the plant, as technical support specialists know the project down to the smallest detail.

Only in case of such an organization of construction the Licensor may reliably guarantee and ensure achievement of required process parameters. Due to integrated approach for all new projects «Isomalk-2» in Russia and abroad, guaranteed values were achieved immediately after commissioning of the plants and were maintained for the duration of their operation.

When developing Basic Engineering Design by PJSC SIE NEFTEHIM, modern tools for simulation of technological processes are used (Hysys, HTFS+, PetroSim), well-established around the world. In addition, PJSC SIE NEFTEHIM employs techniques and proprietary programs, including techniques allowing calculating behavior of a catalyst in different environments.

Combination of modern approaches and methods with high qualification of the staff allowed PJSC SIE NEFTEHIM to include Basic Engineering into the list of services.

The first project, performed based on the Design Basis (Basic Engineering Design) of PJSC SIE NEFTEHIM became an isomerization plant at JSC Gazpromneft — Omsk Refinery. Start of the plant with capacity of 800K tons/year was held in November 2010.

Design Basis for designing of the plant were provided by PJSC SIE NEFTEHIM in 2007, the project and working documentation were issued by CJSC Neftekhimproekt (St. Petersburg), under the authorial supervision of PJSC SIE NEFTEHIM. General designer is JSC Omskneftekhimproekt.

The large plant with a complex set of auxiliary facilities (including storage tanks, flare unit and a number of refinery infrastructure facilities) has been designed, built and put into operation within only three years. It was possible because development of working documentation and ordering the long lead equipment were made still at the stage of implementation of the project. Moreover, work on the project was not suspended even under the conditions of difficult economic situation in the country.

The plant allows obtaining isopentane fraction with octane number 92-93 points and isohexane fraction with octane number 91-92 per research method (RON).

Within a short period of time after starting «Isomalk-2» plant in Omsk, new projects have been completed and put into operation:

— Isomerization plant with capacity of 720 thousand tons a year, with the section of preparation of the feedstock and preliminary hydrotreatment of pentane-hexane fraction, OJSC Slavneft-YANOS (2011). The process of isomerization of light gasoline fractions at this plant was done according to the scheme with deisopentanization of the feedstock and recycling low-branched hexanes;

— Plant for isomerization of pentane-hexane fraction with feed capacity of 300 thousand tons/year with a pre-hydrotreatment unit at PJSC Saratov Oil Refinery (2013). The isomerization process is carried out according to the scheme with deisopentanization of the feedstock, recycling n-pentane and low-branched hexanes with production of commercial isomerate with RON up to 93 points;

— Plant for isomerization of pentane-hexane fraction with feed capacity of 300 thousand tons/year with a pre-hydrotreatment unit at JSC Orsknefteorgsintez (2015), according to a scheme similar to plant in Saratov with production of isomerate with RON up to 93 points;

— Integrated isomerization plant with capacity of 800 thousand tons per year at JSC Ryazan Oil Refining Company (RORC) (2015) according to a scheme with deisopentanization of the feedstock and recycling low-branched hexanes, producing isopentane fraction with RON of 92-93 points and hexane isomerate with RON of 89-90 points.

Several projects on major unit revamp were implemented within this period, such as the isomerization units' revamp in Ufaneftekhim and NOVOIL (PJSOC Bashneft).

A number of new projects are at various stages of implementation. In Russia these are plants at JSC TANECO, LUKOIL-Western Siberia, LLC, and KINEF, LLC. Abroad — projects in BPCL Mumbai (India), Dalian Hengli (China), Shandong Lifengda (China). The technology was chosen as the priority for the isomerization projects at a number of oil refining companies in Russia and abroad.

A plant, being designed per «Isomalk-2» technology at Hengli Petrochemical (Dalian) Co., Ltd (Dalian, China) with preliminary preparation of the feedstock, deisopentanization unit and recycle of low-branched hexanes is unique: it has two trains of the reactor block, two reactors in each train. This solution is stipulated by high power of the plant and is necessary for optimal distribution of the gas-feed mixture and decreasing hydraulic resistance in the reactors. Amount of the feedstock for the isomerization plant amounts to 2400K tons /year.

Successful entry into the foreign market was largely made possible thanks to cooperation with GTC Technology US, LLC (USA) having offices and an opportunity of technology presentation all around the world.

Typical project implementation period in Russia is three years from adoption of basic technical solutions to commissioning. But with proper Front-End Engineering Design and use of experience of earlier projects it is possible to combine different types of work and complete construction of the plant in two years.

For overseas projects deadlines vary and depend largely on the structure of the customer's company and norms and rules of industrial safety valid in the country. For small projects in China, for example, implementation period from selection of technology to commissioning ranges from one to two years.

In many respects, terms of design and construction depend

Крупная установка со сложным комплексом вспомогательных объектов (включая резервуарный парк, факельную установку и ряд объектов инфраструктуры НПЗ) была спроектирована, построена и введена в эксплуатацию всего за три года. Это стало возможным, поскольку разработка рабочей документации и заказ оборудования длительного срока изготовления были произведены еще на стадии выполнения проекта. Причем работы над проектом не приостанавливались даже при сложной экономической ситуации в стране. Установка позволяет получать изопентановую фракцию с октановым числом 92-93 пункта и изогексановую фракцию с октановым числом 91-92 пункта по исследовательскому методу (ИОЧ).

За короткий промежуток времени после установки «Изомалк-2» в Омске были завершены и введены в эксплуатацию и другие проекты:

— Установка изомеризации мощностью 720 тыс. тонн год, с секцией подготовки сырья и предварительной гидроочистки пентан-гексановой фракции, ОАО «Славнефть-ЯНОС» (2011). Процесс изомеризации легких бензиновых фракций на этой установке осуществлен по схеме с деизопентанизацией сырья и рециклом малоразветвленных гексанов;

— Установка изомеризации пентан-гексановой фракции мощностью по сырью 300 тыс.т/год с блоком предварительной гидроочистки на ПАО «Саратовский НПЗ» (2013). Процесс изомеризации осуществляется по схеме с деизопентанизацией сырья, рециклом н-пентана и малоразветвленных гексанов с получением товарного изомеризата с ИОЧ до 93 пунктов;

— Установка изомеризации пентан-гексановой фракции мощностью по сырью 300 тыс. т/год с блоком предварительной гидроочистки на ОАО «Орскнефтеоргсинтез» (2015), по схеме, аналогичной установке в Саратове, с получением изомеризата с ИОЧ 92-93 пункта;

— Комплексная установка изомеризации мощностью 800 тыс. тонн в год на АО «РНПК» (2015) по схеме с деизопентанизацией сырья и рециклом малоразветвленных гексанов, вырабатывающая изопентановую фракцию с 92-93 пунктами ИОЧ и гексановый изомеризат с 89-90 пунктами ИОЧ. Также за это время был реализован ряд проектов, связанных с серьезной реконструкцией установки, — это реконструкции установок изомеризации на ОАО «Башнефть-Уфанефтехим» и ОАО «Башнефть-Новойл» (ПАО АНК «Башнефть»).

На различной стадии реализации находится ряд новых проектов. В России это установки АО «ТАНЕКО», ООО «ЛУКОЙЛ — Западная Сибирь», ООО «КИНЕФ». За рубежом — проекты в BPCL Mumbai (Индия), Dalian Hengli (Китай), Shandong Lifengda (Китай). Технология выбрана в качестве приоритетной для проектов изомеризации на ряде нефтеперерабатывающих компаний в России и за ее пределами.

Проектируемая по технологии «Изомалк-2» установка в Hengli Petrochemical (Dalian) Co., Ltd (Далянь, Китай) с предварительной подготовкой сырья, блоком деизопентанизации сырья и рециклом малоразветвленных гексанов уникальна: она имеет две линии реакторного блока по два реактора в каждой линии. Такое решение обусловлено высокой мощностью установки и необходимо для оптимального распределения газосырьевой смеси и снижения гидравлического сопротивления в реакторах. Количество сырья установки изомеризации составляет 2400 тыс. т/год.

Успешный выход на зарубежный рынок во многом стал возможен благодаря сотрудничеству с компанией GTC Technology US LLC (США), имеющей представительства и возможность презентовать технологии по всему миру. Типовой срок реализации проекта в России составляет три года с момента принятия основных технических решений до ввода в эксплуатацию. Но при должной предпроектной проработке и использовании опыта реализации предыдущих проектов возможно совместить различные виды работ и реализовать строительство установки за два года.

Для зарубежных проектов сроки могут быть разными и во многом зависят от структуры компании-заказчика, действующих в стране норм и правил промышленной безопасности. Для небольших проектов в Китае, к примеру, срок реализации от выбора технологии до ввода в эксплуатацию составляет от одного года до двух лет.

Во многом сроки проектирования и строительства зависят от роли лицензиара на начальной стадии реализации проекта и от распределения ответственности между лицензиаром и проектной организацией в вопросе выбора оборудования. В России процесс подбора оборудования традиционно остается за проектной организацией и службами заказчика, поэтому лицензиар предоставляет исходные данные для проектирования (в объеме «Положения об исходных данных для проектирования»), и для каждого объекта расчет и выбор оборудования, как правило, производится заново.

На Западе практически все проекты выполняются по базовому проекту лицензиара. В отличие от исходных данных для проектирования, базовый проект обычно включает в себя детальные спецификации на оборудование и узлы установки, уже согласованные с поставщиками и изготовителями оборудования, с которыми сотрудничает лицензиар. В этом случае заказ оборудования может осуществляться уже со второго-третьего месяца с начала проектирования, — после согласования технологической схемы и основных технических решений. Изготовление оборудования также занимает меньше времени, с прозрачными сроками выполнения заказа. Такой путь позволяет выполнить проект за меньшие сроки, но требует от лицензиара большей ответственности и большего объема работ на начальной стадии реализации проекта.

В течение всего срока реализации проекта и при эксплуатации установки ПАО «НПП Нефтехим» находится в тесном взаимодействии с заказчиками.

Начиная с самой ранней стадии проекта, специалисты ПАО «НПП Нефтехим» принимают непосредственное участие в его реализации:

— выполняется предпроектная проработка и выбор оптимальных технологических решений с учетом особенностей сырьевой базы, требований к продуктам и особенностей площадки НПЗ, на которой планируется строительство установки, проводятся предварительные технологические расчеты;

— осуществляется лицензирование технологии, предоставляются ключевые технологические инструкции, содержащие ноу-хау и основы технологии;

— выполняется разработка базового проекта или исходных данных для проектирования (в зависимости от того, по какому стандарту организовывается проектирование).

При проектировании и строительстве установки ПАО «НПП Нефтехим»:

— оказывает техническую помощь и консультации при детальном проектировании;

— производит согласование детальных схем и чертежей, выполняет рассмотрение документации от поставщиков технологического оборудования;

— принимает участие в составлении технологического регламента и ПЛЛА (плана мероприятий по ликвидации и локализации аварий) установки;

— производит инспекцию строящейся установки со стороны лицензиара;

— осуществляет консультацию и обучение технологического персонала установки;

— производит поставку катализатора на установку;

— осуществляет техническое и консультационное сопровождение проведения пусковых операций, вывод установки на гарантированные показатели.

В течение всего срока эксплуатации осуществляется мониторинг работы установки, оказываются консультации. Именно комплексная поддержка проектов способствовала достижению высоких результатов и обеспечила технологии «Изомалк-2» признание в России и за ее пределами.

ВИДЫ РАБОТ / TYPES OF WORKS	МЕСЯЦЫ / MONTHS																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1. Базовое проектирование / Basic Engineering																								
2. Рабочее проектирование, оформление разрешительной документации / Detailed Engineering, execution of permissive documentation																								
3. Заказ и поставка оборудования / Equipment order and supply																								
4. Подготовка территории к строительству / Territory preparation for construction																								
5. Фундаменты основного технологического оборудования / The main process equipment foundations																								
6. Металлоконструкции / Metal structures																								
7. Монтаж оборудования и трубопроводов / Equipment and pipelines installation																								
8. Монтаж КИПиА, электротехнического оборудования / Instrumentation and electrical equipment installation																								
9. Пусконаладочные работы / Pre-commissioning works																								

План-график реализации основных стадий проекта/ Working schedule of the main project stages

on the role of Licensor at the initial stage of the project and distribution of responsibility between Licensor and design organization in selection of equipment. In Russia equipment selection is traditionally carried out by design organization and Customer's services, therefore, Licensor provides Design Basis (in the amount stated by «Regulation on Design Basis»), and for each object, calculation and selection of equipment are usually made all over again.

In the West, almost all projects are carried out according to the Basic Engineering Design of the Licensor. In contrast to the Design Basis, Basic Engineering Design usually includes detailed specifications of the equipment and components of the plant, already agreed with equipment suppliers and manufacturers, cooperating with the Licensor. In this case order of the equipment may be carried out from the second or third month of the design — after coordination of process flow diagram and basic technical solutions. Manufacturing of the equipment also takes less time, with clear terms of the order completion. This way allows you to complete the project in less time, but requires from the Licensor greater responsibility and more work at the initial stage of the project implementation.

During the entire duration of the project implementation and operation of the plant PJSC SIE NEFTEHIM is in close cooperation with customers.

Starting from the very early stage of the project, specialists of PJSC SIE NEFTEHIM are directly involved in its implementation:

— Front End Engineering Design and selection of optimal technological solutions are carried out, considering features of the feedstock base, requirements to the product and features of the refinery site, where construction of the plant is planned, preliminary technological calculations are carried out;

— licensing of technology is carried out, key technological instructions are provided containing know-how and basics of the technology;

— Basic Engineering or Design Basis (depending on standard used for design).

When designing and constructing the plant PJSC SIE NEFTEHIM:

— provides technical assistance and advice during Detailed Design;

— coordinates detailed P&IDs and drawings, examines documentation from suppliers of the technological equipment;

— takes part in drawing up production schedules and APECA (action plan for the elimination and containment of accidents) for the plant;

— conducts inspection of the plant under construction on the part of the Licensor;

— provides advice and training of technological personnel of the plant;

— provides supply of catalyst to the plant;

— provides technical and consulting support of start-up operations, bringing the plant to guaranteed performance.

During the lifetime of the plant PJSC SIE NEFTEHIM carries out monitoring of its operation and provides consultations.

It was just a comprehensive project support that contributed to achievement of good results and ensured recognition of technology «Isomalk-2» in Russia and abroad.

РАЗРАБОТКА, ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ПОСТАВКА КАТАЛИЗАТОРОВ ИЗОМЕРИЗАЦИИ И РИФОРМИНГА

Александр ШАКУН, Марина ФЕДОРОВА

В последнее десятилетие производство и поставка катализаторов изомеризации и риформинга собственной разработки стало одним из основных видов деятельности ПАО «НПП Нефтехим».

Перед новым акционерным обществом, образованным в середине 1990-х, стояла задача создания сложной цепочки: от лабораторных исследований до поставки катализаторов, загрузки и вывода промышленных установок на гарантированные показатели. Проблема реализации такой схемы была общей для всех старых и новых организаций, оказавшихся в жесткой конкурентной среде. На российский рынок пришли известные мировые лидеры UOP (США), Axens (Франция), Süd-Chemie (Германия) и другие зарубежные инжиниринговые компании, располагавшие не только своими катализаторами, технологиями и референциями, но и оборотным капиталом, позволяющим выдавать необходимые гарантии и авансировать производство.

В России в это время существовала иная ситуация. Исследования и разработку катализаторов и технологию их производства осуществляли научно-исследовательские организации, а производство и поставку катализаторов вели катализаторные заводы. При подобной схеме возникал разрыв ответственности — научно-исследовательские организации не могли ее нести в полном объеме, а заводы, не являясь в большинстве случаев собственниками технологии, не всегда были готовы гарантировать показатели.

НПП Нефтехим стал одной из первых российских научных и инжиниринговых организаций, которые взяли на себя и поставку, и ответственность за достижение гарантированных показателей. Сложность для ПАО «НПП Нефтехим» заключалась еще в том, что его катализаторы содержат благородный металл — платину, что многократно увеличивало финансовые риски. Несмотря на это обстоятельство и на очень жесткую конкуренцию, в 2003 году был заключен первый прямой договор между НПП Нефтехим и ОАО «Уфанефтехим» на поставку катализатора СИ-2. Прежде всего, для осуществления производства поставки НПП Нефтехим заключил лицензионный договор с ОАО «Ангарский завод катализаторов и органического синтеза» о передаче неисключительной лицензии на технологию производства сульфатированных катализаторов, под контролем и с непосредственным участием разработчиков. При этом в лицензионном договоре закреплялось право на прямые поставки заказчикам только за лицензиаром — ПАО «НПП Нефтехим» (в то время ОАО).

Следующим этапом была опытно-промышленная привязка технологии производства катализатора СИ-2 к оборудованию ОАО «АЗКиОС», выпуск опытных и опытно-промышленных партий. Такая задача была решена: в первом квартале 2003 года при непосредственном участии специалистов ПАО «НПП Нефтехим» была изготовлена первая партия (36 тонн) катализатора СИ-2.

Первый пуск установки изомеризации пентан-гексановой фракции на СИ-2 показал перспективы широкого использования нового катализатора. Однако необходимость непосредственного присутствия наших специалистов в далеком Ангарске заметно усложняла производство. Поэтому в 2004 году был заключен еще один лицензионный договор на передачу неисключительной лицензии на производство сульфатированных циркониевых катализаторов ЗАО «Промышленные катализаторы» (Рязань), входившему в то время в группу компаний ТНК ВР. Все условия, в том числе исключительное право ПАО «НПП Нефтехим» на поставку катализаторов потребителям, были такими же, как и в первом лицензионном договоре.

Территориальная близость ЗАО «Промышленные катализаторы», облегчила и повысила эффективность участия специалистов ПАО «НПП Нефтехим» в производстве. В 2003-2014 годах было изготовлено и поставлено заказчикам 15 партий катализатора СИ-2.

Но даже участие в покупке ЗАО «Промкатализ» (26% акций) не позволило ПАО «НПП Нефтехим» реализовать все свои идеи развития катализаторного производства. Поэтому в 2015 году было создано новое предприятие, ООО «Нижегородские катализаторы», с контрольным пакетом у ПАО «НПП Нефтехим». На этом предприятии за короткий период было модернизировано производство и выпущена партия катализатора изомеризации н-бутана СИ-3 для китайского заказчика SSCG на установку «Изомалк-3» и партия катализатора СИ-2 для новой установки «Изомалк-2» АО «ТАНЕКО» (Нижнекамск).

На этом же предприятии планируется производство и других катализаторов — катализатора СИ-4 для изомеризации фракции 70-105°С, цеолитного катализатора изомеризации СИ-1 (для замены цеолитных катализаторов на оставшихся установках), катализаторы риформинга для установок со стационарным слоем серии REF и катализатор риформинга RC-12 для установок НРК, а также новая, расширенная номенклатура катализаторов для различных процессов. Несмотря на большое значение производственных мощностей, первым и основным этапом в создании эффективных катализаторов остаются лабораторные исследования. С целью их развития «НПП Нефтехим» последние 20 лет активно расширяет методы исследований, приобретает и осваивает новые приборы и оборудование. Завершающим этапом исследований по разработке новых катализаторов являются пилотные испытания на установках, работающих круглосуточно. По мере необходимости практикуются длительные, по 200-500 часов и более, пилотные испытания. На этих же установках проходят тестирование все промышленные партии катализаторов, выпускаемые на заводах.

В последние годы в ПАО «НПП Нефтехим» постоянно проводятся новые исследования по катализаторам, в том числе:

1. Оптимизация производства катализатора изомеризации СИ-2 пентан-гексановых фракций с целью дальнейшего совершенствования каталитических и физико-химических характеристик. Разработаны несколько модификаций с различным содержанием Pt от 0,22 до 0,29% масс.
2. Разработка катализатора СИ-3 и технологии изомеризации н-бутана. Исследования завершены выпуском первой партии катализатора, проектированием, строительством и пуском установки в Китае.
3. Разработка новых модификаций цеолитного катализатора изомеризации пентан-гексановых фракций СИ-1. Ряд старых промышленных установок в России и за рубежом все еще работает на цеолитных катализаторах. Не все заводы готовы инвестировать в модернизацию или строительство новых установок, так что им требуются новые, более эффективные цеолитные катализаторы. Катализатор СИ-1 нового поколения с улучшенными каталитическими свойствами включен в номенклатуру производства и поставок ПАО «НПП Нефтехим».
4. Разработка новой технологии изомеризации C_7 — фракции (70-105°С) и катализатора СИ-4 для этого процесса. Исследования ведутся с 2005 года. В настоящее время ПАО «НПП Нефтехим» готов к промышленному производству катализатора СИ-4 и проектированию установок «Изомалк-4».
5. Разработка новых модификаций катализаторов риформинга для стационарного слоя и катализаторов для установок с непрерывной регенерацией (НРК). Тематика ката-

DEVELOPMENT, PRODUCTION AND DELIVERY OF ISOMERIZATION AND REFORMING CATALYSTS

Alexander SHAKUN, Marina FEDOROVA

During the last decade production and delivery of proprietary isomerization and reforming catalyst have become one of the main activities of PJSC SIE NEFTEHIM.

The new joint stock company, established in the mid-1990s, had the task of creating a complex chain, from laboratory research to supply of catalysts, loading and commissioning of industrial plants to guaranteed performance. The problem of realization of such a scheme was common for all old and new organizations caught in a tough competitive environment. Well-known world leaders UOP (USA), Axens (France), Süd-Chemie (Germany) and other foreign engineering companies came to the Russian market, they possessed not only their own catalysts, technologies and references, but also working capital, allowing them to give necessary warranties and advance production.

At that time there was a different situation in Russia. Research and development of catalysts and their production technology were carried out by scientific research organizations, and production and supply of catalysts — by catalyst plants. Under this scheme a responsibility gap occurred — research organizations could not be fully liable, and plants, not being owners of the technology in most cases, not always were ready to guarantee performance.

NEFTEHIM became one of the first Russian scientific and engineering organizations that have undertaken both supply of catalysts and responsibility for achieving guaranteed performance. Additional difficulties for PJSC SIE NEFTEHIM consisted in that its catalysts contain precious metal — platinum, which greatly increased financial risks. Despite this fact and very tough competition, in 2003 the first direct contract was signed between PJSC SIE NEFTEHIM and OJSC Ufaneftekhim for supply of SI-2 catalyst. First of all, for implementation of production and supply SIE NEFTEHIM concluded a license agreement with OJSC Angarsk Plant of Catalysts and Organic Synthesis (AZK&OS) for the transfer of non-exclusive license for technology of production of sulfated catalysts, under the supervision and with direct participation of developers. At the same time the license agreement attached the right of direct supplies to the customers only by the Licensor — PJSC SIE NEFTEHIM.

The next stage was experimental and industrial binding of SI-2 catalyst production technology to equipment of OJSC AZK&OS and production of pilot and pilot-industrial batches. This task was completed: in the first quarter of 2003, with the direct participation of PJSC SIE NEFTEHIM specialists the first batch (36 tons) of SI-2 catalyst was produced.

The first start of the plant for isomerization of pentane-hexane fraction using SI-2 catalyst demonstrated prospects for widespread use of a new catalyst. However, the need for direct presence of our specialists in the distant Angarsk made production much more complicated. Therefore, in 2004, another license agreement was concluded for transfer of non-exclusive license for production of sulfated zirconium catalysts by CJSC Promcatalys (Ryazan), at the time member of TNK BP group. All terms and conditions, including exclusive right of SIE NEFTEHIM for supply of catalysts to consumers were the same as in the first licensing agreement.

Territorial proximity of CJSC Promcatalys facilitated and enhanced efficiency of participation of SIE NEFTEHIM experts in production.15 batches of SI-2 catalyst were produced and delivered to customers in 2003-2014.

But even participation in purchase of CJSC Promcatalys (26% of shares) did not allow PJSC SIE NEFTEHIM to implement all its ideas related to development of catalyst production. Therefore, a new company, “Nizhegorodskie catalysts”, LLC was created in 2015, with major share of stocks in possession of PJSC SIE NEFTEHIM.

In a short period the production at this enterprise was updated and a batch of SI-3 catalyst for n-butane isomerization was produced for «Isomalk-3» plant of Chinese customer SSCG and a batch of SI-2 catalyst was produced for the new «Isomalk-2» plant of JSC TANEKO (Nizhnekamsk).

Production of other catalysts is also planed by “Nizhegorodskie catalysts“, i.e. catalyst SI-4 for isomerization of 70-105°C fraction, zeolite isomerization catalyst SI-1 (for replacement of zeolite catalysts at old plants), reforming catalysts of REF series for fixed bed plants and reforming catalyst RC-12 for CCR plants, as well as the new, extended range of catalysts for various processes.

In spite of great importance of industrial capacities, laboratory studies remain the first and the main stage in creation of effective catalysts. With the purpose of their development PJSC SIE NEFTEHIM has been actively expanding research methods, purchasing and mastering new instruments and equipment for the last 20 years.

The final stage of research for development of new catalysts is pilot tests on plants operating round-the-clock. As necessary, long-term (200-500 hours or more) pilot tests are practiced. All industrial batches of the catalysts produced at the factories are also tested at these plants.

In recent years PJSC SIE NEFTEHIM regulary carries out new studies of the catalysts, including:

1. Optimization of production of catalyst SI-2 for isomerization of pentane-hexane fractions with the purpose of further improvement of catalytic as well as physical and chemical characteristics.
2. Development of catalyst SI-3 and technology of n-butane isomerization. The studies have been completed with production of the first batch of the catalyst, designing, construction and start-up of the plant in China.
3. Development of new modifications of zeolite catalyst for isomerization of pentane-hexane fraction SI-1. A number of old industrial plants in Russia and abroad are still working on zeolite catalysts. Not all factories are ready to invest in modernization and construction of new plants, so they require new, more efficient zeolite catalysts. Catalyst SI-1 of new generation with improved catalytic properties is included in production and supply range of PJSC SIE NEFTEHIM.
4. Development of new isomerization technology for C_7 fraction (70-105°C) and catalyst for this process (SI-4). Studies are being conducted since 2005. At present PJSC SIE NEFTEHIM

лизаторов и технологии риформинга бензиновых фракций прочно закрепилась в ПАО «НПП Нефтехим» еще с 1960-х, а в 1990-х НПП Нефтехим стал выпускать катализаторы серии REF. Более десяти промышленных установок были переведены на катализаторы этой серии. Снижение активности работ по производству катализаторов серии REF после 2005 года связано с большим объемом работ по катализаторам изомеризации. Но с 2012 года исследования возобновлены, и «НПП Нефтехим» вышло на рынок с новым полиметаллическим катализатором REF-125. Кроме этого, в связи с высокой актуальностью создания отечественной технологии риформинга с непрерывной регенерацией и объединением усилий по созданию такой технологии с ООО «Ленгипронефтехим» возникла необходимость организовать в стране промышленное производство катализаторов для установок НРК. В настоящее время разработана первая марка такого катализатора (RC-12) и организовано производство в ООО «Нижегородские катализаторы».

6. Поскольку ПАО «НПП Нефтехим» разрабатывает базовые проекты установок изомеризации и риформинга, для обеспечения предгидроочистки сырья был разработан катализатор гидроочистки бензинов ДС-20. Ведутся работы по дальнейшему совершенствованию таких катализаторов.

7. Разработка новых катализаторов для процессов изомеризации ксилолов, диспропорционирования и трансалкилирования алкилароматических углеводородов, дегидрирования легких алканов и других процессов. Исследования находятся на различных стадиях. Один из них – катализатор изомеризации ксилолов ИК-112 – готов к производству.

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ОПЫТ ПУСКА И ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВОК ИЗОМЕРИЗАЦИИ «ИЗОМАЛК-2»

Тимофей КАРПЕНКО, Екатерина ДЕМИДОВА, Наталья РЕШЕТИНА

Технология «Изомалк-2», разработанная ПАО «НПП Нефтехим», стала самой распространенной технологией изомеризации в России и одной из немногих отечественных технологий нефтепереработки, экспортируемых за пределы СНГ.

Основная причина такой популярности — обеспечение самых высоких требований к качеству продукта при простоте, неприхотливости и гибкости технологии, с возможностью применять удобные для заказчиков технические решения.

ПАО АНК «Башнефть» «Башнефть – Уфанефтехим»(2003)

Первое промышленное внедрение технологии изомеризации C_5-C_6 фракции «Изомалк-2» было осуществлено на установке в ПАО АНК «Башнефть» «Башнефть-Уфанефтехим». Пуск реконструированной установки риформинга Л-35-5 в установку изомеризации «за проход» состоялся в октябре 2003 года.

Реконструкция 2003 года включала переобвязку сырьевой печи риформинга,монтаж линии «квенча» водородсодержащего газа на вход в реакторы, включение в состав установки адсорберов-осушителей циркулирующего газа. По такой схеме установка проработала 5 лет.

В июне 2008 года был произведен 2-й этап реконструкции, целью которого было увеличение производительности по сырью и дооборудование блоком деизогексанизации для организации рецикла малоразветвленных гексанов в сырье установки.Также была проведена замена внутренних устройств реакторов, переобвязка ребойлерной печи колонны стабилизации изомеризата и включение в схему межреакторного теплообменника с целью охлаждения газопродуктовой смеси перед реактором Р-3.

Следующий, 3-й по счету этап реконструкции установки состоялся в ноябре 2012 года. Установка была дооборудована блоком депентанизации, была смонтирована новая трехсекционная печь для нагрева кубов колонн ДИП и ДИГ, и подогрева газосырьевой смеси перед реакторами изомеризации, установка была оснащена новым оборудованием КИПиА. Катализатор СИ-2, отработавший свой срок службы, был заменен свежим.

После реконструкции 2012 года на установке стало возможным получение изомеризата с октановым числом до 91 пункта, что соответствует жестким требованиям современных стандартов получения автобензинов.

ЧАО «ЛИНИК» (2005)

Пуск второй по счету установки «Изомалк-2» в ЧАО «ЛИНИК» был произведен в 2005 году. Установка переработки пироконденсата производства ЭП-300 была переоборудована в установку изомеризации бензиновой фракции НК-70°С для получения высокооктановых компонентов бензина. Первоначально проект был выполнен под технологию изомеризации CKS ISOM на цеолитном катализаторе. Но уже в ходе строительства установки компанией ТНК ВР было принято решение об использовании нового российского катализатора СИ-2, и на стадии строительства в проект были внесены корректировки.

Проектная мощность установки по сырью (бензиновой фракции НК-70°С) - 300 тыс. т/год. Установка работала по схеме с деизопентанизацией сырья, с возможностью рецикла пентанов.

Пуск установки в Лисичанске показал, что по активности катализатор СИ-2 не только значительно превосходит цеолитные катализаторы, но и не уступает по эффективности распространенной технологии изомеризации на хлорированных катализаторах. При такой же глубине изомеризации, как и у хлорированных катализаторов, катализатор СИ-2 обладает значительно меньшей чувствительностью к каталитическим ядам.

АО «РНПК» (2005)

Еще в 1999 году в АО «РНПК» был произведен пуск первой в России установки изомеризации по технологии «Изомалк-1». Установка изомеризации «Детол» работала на цеолитном катализаторе СИ-1. В августе 2005 года установка была переведена на технологию «Изомалк-2» на оксидном катализаторе СИ-2. Реконструкция установки была минимальной.

Перевод установки изомеризации на катализатор СИ-2 позволил снизить температуру процесса до 130-140°С и довести октановое число изомеризата до 83 пунктов по исследовательскому методу, что на 6 пунктов превышает показатели на цеолитном катализаторе.

В 2009 году руководство АО «РНПК» приняло решение о строительстве новой установки изомеризации.

В сентябре 2010 года в ПАО «НПП Нефтехим» были разработаны и переданы исходные данные для проектирования установки. В июне 2011 года завершена разработка документации стадии «проект», проект и рабочая документация выполнены ООО «Ленгипронефтехим».

В мае 2015 года состоялся испытательный пробег установки, с достижением всех гарантированных показателей.

По результатам испытательного пробега установлено:

— октановое число изопентановой фракции (верхнего продукта ДИП) составляло 93,0-93,5 пунктов (ИОЧ) при гарантированном не менее 92,0 пункта (ИОЧ);

— октановое число пентан-изогексановой фракции (верхнего продукта ДИГ) составляло 89,5-90,3 пунктов (ИОЧ) при гарантированном не менее 88,0 пунктов (ИОЧ);

— выход стабильного изомеризата на сырье реакторного блока изомеризации составил 98,6-98,8% масс, при гарантированном не менее 97% масс.

is ready for industrial production of catalyst SI-4 and designing of «Isomalk-4» plants.

5. Development of new modifications of fixed bed reforming catalysts and catalysts for continuous catalytic reforming (CCR) plants. Subject matter of catalysts and gasoline fractions reforming technology was firmly established in SIE NEFTEHIM since 1960s, and in 1990s SIE NEFTEHIM began to produce catalysts of REF series. More than ten industrial plants have been converted to catalysts of this series. Slowdown of works on production of catalysts of REF series after 2005 was associated with large amount of work on isomerization catalysts. However, in 2012 the studies were renewed, and PJSC SIE NEFTEHIM has entered the market with a new polymetallic catalyst REF-125. In addition, due to the high relevance of development of domestic CCR technology and combining efforts to create such technology with LLC Lengiproneftekhim there was a need to organize industrial production of catalysts for the CCR plants in the country. Currently, the first brand of such a catalyst (RC-12) is developed and its production is managed at “Nizhegorodskie catalysts”, LLC.

6. Since PJSC SIE NEFTEHIM develops Basic Designs of isomerization and reforming plants, DS-20 catalyst for gasoline hydrotreatment was developed to facilitate feed prehydrotreatment. Works for further improvement of such catalysts are in progress.

7. New catalysts for isomerization of xylene disproportionation and transalkylation of alkylaromatic hydrocarbons, dehydrogenation of light alkanes, and other processes are under development. Studies are in various stages. One of them - xylene isomerization catalyst IK-112 - is ready for production.

INDUSTRIAL EXPERIENCE AND OPERATING START OF ISOMERIZATION UNITS ISOMALK-2

Timofey KARPENKO, Ekaterina DEMIDOVA, Natalia RESHETINA

Technology Isomalk-2, developed by PJSC SIE NEFTEHIM, has become the most common technology of isomerization in Russia and one of few domestic oil refining technologies, exported outside CIS.

The main reason for such popularity is meeting highest requirements to quality of the product in conjunction with ease, simplicity and flexibility of the technology, with possibility to apply technical solutions suitable for customers.

PJSOC Bashneft, Bashneft-Ufaneftekhim (2003)

The first industrial plant, on which Isomalk-2 technology for isomerization of C_5-C_6 fractions was introduced, is PJSOC Bashneft, Bashneft-Ufaneftekhim. Start-up of L-35-5 reforming unit converted to “once-through” isomerization unit took place in October 2003.

2003-year revamp consisted of reforming feed furnace repiping, installation of hydrogen gas quench line at reactors inlet, integration of recycle gas drying adsorbers into the unit. The unit had been operated for 5 years under such a scheme.

In June 2008, the 2nd stage of revamp was conducted, the purpose of which was to increase the feed efficiency and to add deisohexanization block for providing low-branched hexanes recycle in the unit feed. Also, reactors internals were changed, isomerate stabilizer reboiler furnace was repiped and inter-reactor heat exchanger was included into the scheme to cool gas-product mixture upstream of R-3 reactor. The next (3rd) stage of unit reconstruction took place in November 2012. The unit was additionally equipped with depentanization block, a new three-section furnace was installed to heat DIP and DIH columns bottoms and gas-feed mixture upstream of isomerization reactors, the unit was fitted with the new instrumentation. Having its service life expired, SI-2 catalyst was replaced with the fresh one.

After the unit revamp in 2012 it became possible to obtain isomerate with octane number up to 91, which corresponds to the strict requirements of modern standards for gasoline production.

PJSC LINIK (2005)

Start of the second plant Isomalk-2 in PJSC LINIK took place in 2005. A plant for recycling pyrocondensate of EP-300 production was retrofitted to plant for isomerization of gasoline fraction IBP-70°C to produce high-octane gasoline components.

Initially the project was performed for application of isomerization technology CKS ISOM based on zeolite catalyst. But already in the course of construction TNK BP decided to use new Russian catalyst SI-2, and at the stage of construction the project was adjusted.

Design feed (IBP-70°C gasoline fraction) capacity of the plant is 300 thousand tons/year. The plant was operated according to the scheme with the feed deisopentanization, with possibility of pentanes recycle.

Start-up of the plant in Lisichansk demonstrated that in terms of activity SI-2 catalyst not only greatly exceeds zeolite catalysts, but also is not inferior to common isomerization technology based on chlorinated catalysts. With the same isomerization depth as chlorinated catalysts, the catalyst SI-2 is much less sensitive to catalytic poisons.

JSC Ryazan Oil Refining Company (RORC) (2005)

As far back as in 1999, at JSC Ryazan Oil Refining Company (RORC) the start-up of the first in Russia isomerization plant under «Isomalk-1» technology was performed. Isomerization

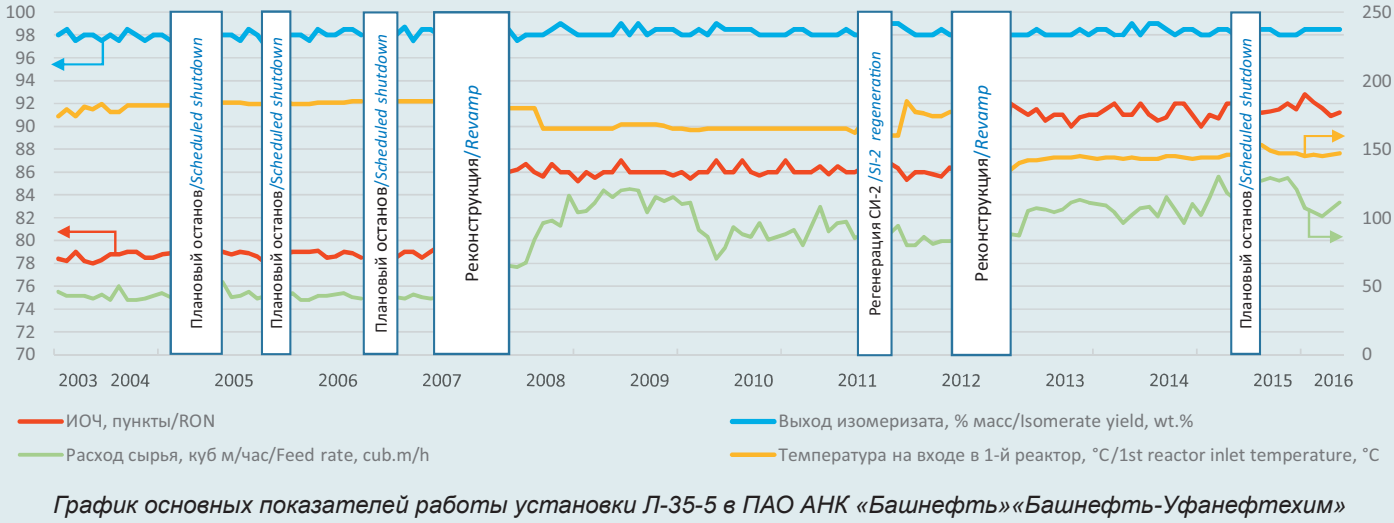


График основных показателей работы установки Л-35-5 в ПАО АНК «Башнефть»«Башнефть-Уфанефтехим»
Diagram of the main operating performances of L-35-5 unit in PJSOC Bashneft, Bashneft-Ufaneftekhim

ООО «КИНЕФ» (2005)

Установка риформинга ООО «КИНЕФ» Л-35-11/300, работавшая ранее по технологии изоселектоформинга, в 2005 году была переведена на низкотемпературный процесс изомеризации с использованием оксидного катализатора СИ-2. Реконструкция включала:

— переобвязку печи и реакторов;
— дооборудование используемых секций печи пилотными горелками с сигнализаторами распознавания пламени;
— монтаж линии подачи ВСГ на вход в реакторы;
— установку дополнительного холодильника на линии подачи ВСГ в реакторы;
— замену емкости орошения отпарной колонны;
— переобвязку адсорберов-осушителей.

В 2008 году была проведена реконструкция установки с целью замены изношенного оборудования. Реконструкция включала замену реактора гидроочистки и замену отпарной колонны гидроочистки. Была проведена регенерация катализатора гидроочистки КГМ-70.

Перевод установки изомеризации на катализатор СИ-2 позволил по схеме «за проход» увеличить октановое число изомеризата на 7-8 пунктов, что значительно повысило эффективность производства автобензинов в ООО «КИНЕФ». С момента пуска установки в октябре 2005 года до настоящего времени регенерация катализатора СИ-2 не производилась. Установка продолжает работать в жестком режиме с загрузкой ~90м³/ч и получением изомеризата с ИОЧ 82-83 пункта

ПАО АНК «Башнефть» «Башнефть – Уфимский НПЗ (2008)

Первоначально установка изомеризации на Уфимском НПЗ была реконструирована из установки «Изориформинг» в установку изомеризации с рециклом малоразветвленных гексанов на цеолитном катализаторе в июне 2003 года.

В июне 2008 года была произведена реконструкция, катализатор из второго реактора был перегружен на катализатор СИ-2.

Перегрузка катализатора во втором реакторе позволила получить изомеризат с ОЧММ 85-87 пунктов, что на 5-7 пунктов выше, чем при работе только на цеолитном катализаторе ИПМ-02 (80-81 пункт).

В 2012 году была произведена реконструкция с целью увеличения производительности по сырью.

В июне текущего 2016 года была произведена регенерация катализатора в обоих реакторах. Таким образом, межрегенерационный период работы катализатора СИ-2 составил 8 лет.

ПАО «Башнефть» «Башнефть-НОВОЙЛ» (2009)

Установка изомеризации на Ново-Уфимском НПЗ представляет собой секцию 300 установки риформинга Л-35-11-1000, перепрофилированную под процесс изомеризации в 1997 году.

Первоначально установка была пущена по схеме «за проход», и процесс изомеризации осуществлялся на цеолитном катализаторе.

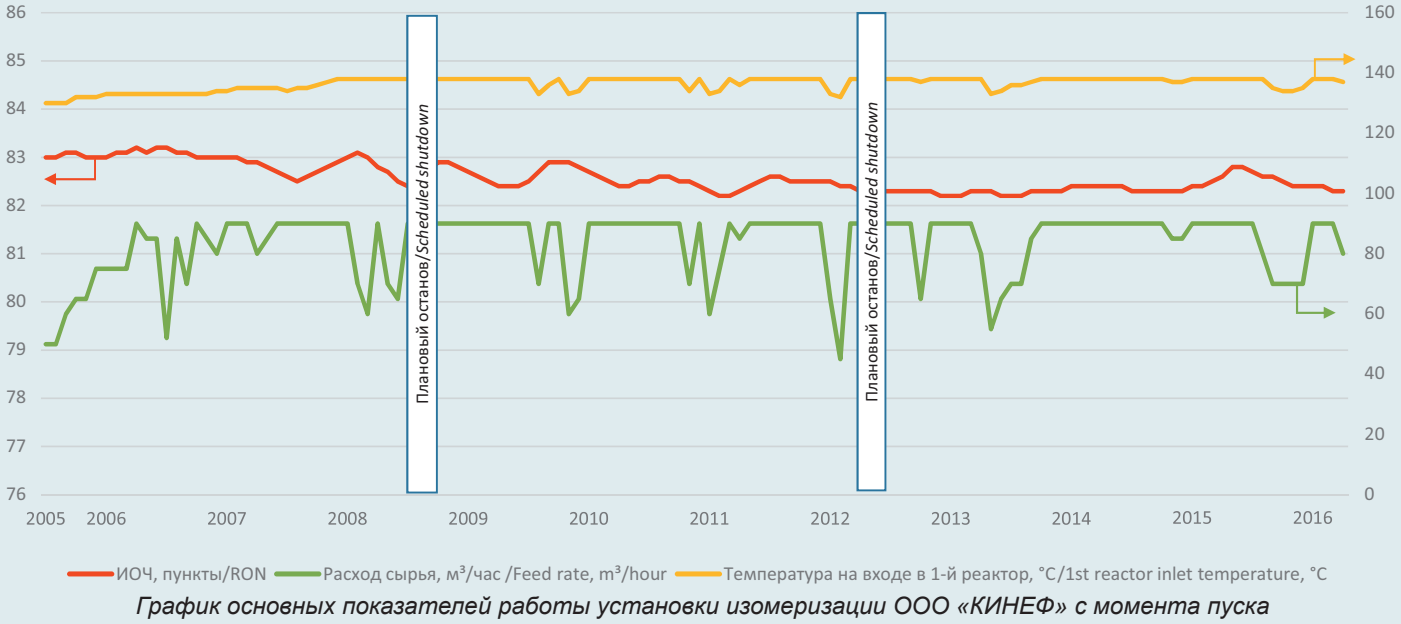


График основных показателей работы установки изомеризации ООО «КИНЕФ» с момента пуска
Main operating performances of KINEF, LLC isomerization unit since start-up

АО «Петротел-ЛУКОЙЛ» (2006)

Установка изомеризации пентан-гексановой фракции с деизопентанизацией сырья и рециклом гексанов АО «Petrotel LUKOIL» (Румыния), работавшая ранее по технологии Parisom с катализатором LPI-100, была перегружена на катализатор СИ-2 без реконструкции.

С декабря 2006 года установка эксплуатируется по технологии «Изомалк-2» с деизопентанизацией сырья и рециклом малоразветвленных гексанов. Перевод установки на «Изомалк-2» позволил увеличить октановое число смесевой фракции изокомпонентов на 3-4 пункта.

В феврале 2013 года произведена остановка установки на капитальный ремонт с заменой реакторов изомеризации, с целью обеспечения сохранности катализатора, проведена его регенерация.

С момента пуска установки до первой регенерации катализатор проработал 7 лет.

В течение всего срока эксплуатации (более 10 лет) показатели октанового числа и выхода продукта остаются на первоначальном уровне.

На первом этапе реконструкция сводилась к переобвязке и перегрузке реакторного блока. Впоследствии установка была дооборудована колонной деизогексанизации.

После проектирования, строительства и ввода в эксплуатацию блока ДИГ стало очевидно, что эффективная работа требует замены среднетемпературного цеолитного катализатора на более эффективный низкотемпературный и в феврале 2009 года установка была переведена на процесс «Изомалк-2». Реконструкция включала:

— замену цеолитного катализатора на низкотемпературный оксидный катализатор СИ-2;
— включение в схему блока осушки циркулирующего ВСГ;
— монтаж схемы аварийной продувки реакторного блока;
— замену внутренних устройств реакторов изомеризации;
— установку поточных анализаторов сырья и ЦВСГ.

Перевод установки на катализатор СИ-2 позволил обеспечить октановое число изомеризата 86-88 пунктов ИОЧ, что на 7-8 пунктов выше по сравнению с цеолитным катализатором.

В 2012 году была проведена реконструкция с целью увеличения октанового числа товарного изомеризата до 89 ИОЧ,

plant «Detol» worked using zeolite catalyst SI-1. In August 2005, the plant was converted to Isomalk-2 technology with usage of oxide catalyst SI-2. The reconstruction was minimal.
Conversion of the isomerization plant to SI-2 catalyst allowed reducing the process temperature to 130-140°C and bringing the isomerate octane number up to 83 RON, which is 6 points higher than in the case of zeolite catalyst usage.
In 2009 management of JSC RORC made a decision to build a new isomerization plant.
In September 2010 SIE NEFTEHIM developed and provided Design Basis for the plant. In June 2011 development of project stage documentation was completed; design and working documentation were performed by Lengiproneftekhim.
In May 2015 test run of the plant took place with the achievement of all guaranteed performances.
According to the test run results, it was found that:
— octane number of isopentane fraction (top DIP product) was 93.0 - 93.5 RON with guaranteed value of no less than 92.0 RON;
— octane number of pentane-isohexane fraction (top DIH product) was 89.5 - 90.3 RON with guaranteed value of no less than 88.0 RON;
— yield of stable isomerate per isomerization reactor section feed was 98.6-98.8 wt. % with guaranteed value of no less than 97 wt. %.

KINEF, LLC (2005)

Reforming plant L-35-11/300 of KINEF, which previously operated using isoselectoforming technology, in 2005 was converted to the low-temperature isomerization process using oxide catalyst SI-2.
The reconstruction included:
— repiping of the furnace and reactors;
— retrofitting of used furnace sections with pilot burners with flame detection signaling devices;
— installation of the hydrogen gas feed line at reactors inlet;
— installation of additional cooler in the hydrogen gas feed to reactor line;
— replacement of the stripper reflux drum;
— repiping of drying adsorbers.
In 2008 the plant reconstruction was carried out with the purpose to replace worn-out equipment. The reconstruction included hydrotreatment reactor replacement and hydrotreatment stripper replacement. The hydrotreatment catalyst KGM-70 was regenerated.
Conversion of the isomerization plant to catalyst SI-2 over “once-through” scheme allowed increasing the isomerate octane number by 7-8 points, greatly enhancing efficiency of motor gasolines production in KINEF, LLC.
Since the plant start-up in October 2005 up to now SI-2 catalyst regeneration has not been performed. The plant continues operation in the strict mode with loading of ~ 90 m^3/h and production of isomerate with 82-83 RON.

SC Petrotel-LUKOIL, SA (2006)

The plant for isomerization of pentane-hexane fraction with feed deisopentanization and hexanes recycle of SC Petrotel LUKOIL (Romania), which previously operated using Parisom technology with LPI-100 catalyst, was reloaded with SI-2 catalyst without any revamp.
Since December 2006 the plant has been operated under Isomalk-2 technology with feed deisopentanization and low-branched hexanes recycle.
Conversion of the plant to Isomalk-2 technology allowed increasing the octane number of the mixed isocomponent fraction by 3-4 points.
In February 2013 the plant was shutdown for overhaul with replacement of isomerization reactors; with the purpose to ensure integrity of the catalyst, it was regenerated. From the plant start-up till the first regeneration the catalyst worked for 7 years.
During the whole operation period (more than 10 years) the octane number and product yield performances remain as at the primary level.

PJSOC Bashneft, Bashneft-Ufa Refinery (2008)

Initially, isomerization plant at the Ufa Oil Refinery was reconstructed from Isoreforming plant to isomerization plant with low-branched hexanes recycle over zeolite catalyst in June 2003.
In June 2008, it was revamped; the catalyst from the second reactor was replaced with SI-2.
Reloading of the catalyst in the second reactor allowed obtaining the isomerate with 85-87 MON, which is 5-7 points higher than the value achieved over zeolite catalyst IPM-02 only 80-81 MON.
In 2012 the plant was reconstructed in order to increase feed capacity.
In June, 2016 the catalyst was regenerated in both reactors. Thus, service cycle of SI-2 catalyst has been equal to 8 years.

PJSOC Bashneft, Bashneft-NOVOIL (2009)

Isomerization plant at Novo-Ufa refinery (Bashneft – NOVOIL) is section 300 of the reforming plant L-35-11-1000, converted to isomerization process in 1997.
Initially, the plant started over «once-through» scheme, and isomerization process was carried out over zeolite catalyst.
At the first stage, the reconstruction was limited to repiping and reloading of the reactor block. Subsequently, the plant was retrofitted with deisohexanization column.
After DIH block designing, construction and commissioning, it became obvious that efficient operation required replacement of mid-temperature zeolite catalyst with a more efficient low-temperature one and in February 2009 the plant was converted to the process Isomalk-2.
The reconstruction included:
— replacement of zeolite catalyst with low-temperature oxide catalyst SI-2;
— inclusion of recycle hydrogen gas drying block into the scheme;
— installation of reactor block emergency purge system;
— replacement of isomerization reactors internals;
— installation of feed and recycle hydrogen gas online analyzers.
Conversion of the plant to catalyst SI-2 allowed obtaining octane number of isomerate 86-88 RON, that is 7-8 points higher as compared with zeolite catalyst.
In 2012 the plant was reconstructed in order to increase final isomerate octane number up to 89 RON. The reconstruction included replacement of fractionation columns internals and installation of deisopentanization block at the plant AGFU-1.

включавшая замену внутренних устройств колонн фракционирования и монтаж блока деизопентанизации на установке АГФУ-1.

АО «Газпромнефть-ОНПЗ» (2010)

Установка изомеризации спроектирована по лицензии ПАО «НПП Нефтехим» и является одной из крупнейших в России установок изомеризации. Это первая отечественная установка, от начала и до конца спроектированная и построенная по российской технологии «Изомалк-2».

Пуск установки производительностью 800 тыс. т/год состоялся в ноябре 2010 года. Исходные данные для проектирования установки были выданы ПАО «НПП Нефтехим» в 2007 году. Проект и рабочая документация выполнены петербургским ЗАО «Нефтехимпроект», под авторским надзором НПП Нефтехим. Генеральный проектировщик — ОАО «Омскнефтехимпроект».

Установка была спроектирована и построена за три года. Это связано с тем, что разработка рабочей документации и заказ оборудования длительного срока изготовления были произведены еще на стадии выполнения проекта.

Установка позволяет получать изопентановую фракцию с октановым числом 92-93 пункта и легкую изогексановую фракцию с октановым числом 91,5 - 92,5 пунктов ИОЧ.

ОАО «Славнефть-ЯНОС» (2011)

Установка изомеризации мощностью 720 000 тонн в год по сырью, помимо секции изомеризации, включает в себя секции подготовки сырья и предварительной гидроочистки пентан-гексановой фракции. Процесс осуществляется по схеме с деизопентанизацией сырья и рециклом малоразветвленных гексанов. Проектирование установки выполнено ЗАО «Нефтехимпроект». Исходные данные для проектирования установки были выданы ПАО «НПП Нефтехим» в 2007 году. Первая очередь строительства выполнена к 2009 году.

Произведен авторский контроль и согласование проекта и рабочей документации на оборудование, технологического регламента установки. Вторая очередь строительства была завершена к августу 2011 года. Пуск состоялся в октябре 2011 года.

С момента пуска в 2011 году и до настоящего времени, регенерация катализатора изомеризации СИ-2 не производилась, показатели процесса остаются на прежнем уровне.

В 2016 году было принято решение произвести реконструкцию установки с целью увеличения октанового числа товарного изомеризата до 91 пункта по исследовательскому методу. Для этого необходимо организовать рецикл пентанов, который будет выделяться из колонны ДИГ и направляться в колонну деизопентанизации для повторного выделения изопентана и возврата нормального пентана в реакторный блок. В настоящее время ПАО «НПП Нефтехим» разработаны и переданы исходные данные для проведения этой реконструкции.

ПАО «Саратовский НПЗ» (2013)

Установка мощностью 300 тыс. т/год спроектирована и построена по лицензии ПАО «НПП Нефтехим».

Процесс изомеризации осуществляется по схеме с деизопентанизацией сырья, рециклом н-пентана и малоразветвленных гексанов. В состав установки также входит блок предгидроочистки прямогонной фракции НК-70°С.

Исходные данные были разработаны ПАО «НПП Нефтехим» в марте 2008 года. В 2008 году ЗАО «Нефтехимпроект» выполнена стадия «проект». Весь процесс проектирования осуществлялся под строгим контролем ПАО «НПП Нефтехим».

Пуск установки состоялся в марте 2013 года.

Октановое число товарного изомеризата составляет 91-93 пункта по исследовательскому методу. Выход товарного продукта в расчете на гидроочищенное сырье секции изомеризации составляет 98% масс.

ОАО «Орскнефтеоргсинтез» (2015)

В 2008-2009 годах проведено проектирование новой установки изомеризации производительностью 300 тыс. т/год по схеме «за проход» с секцией предварительной гидроочистки. Проект и часть рабочей документации выполнены ООО «ИКТ-Сервис».

В 2011 году принято решение об изменении технологической схемы установки изомеризации в связи с необходимостью получения суммарного изомеризата с ИОЧ не менее 91 пункта.

В январе 2012 года ПАО «НПП Нефтехим» были разработаны и переданы новые исходные данные для проектирования установки по схеме с рециклом н-пентана и малоразветвленных гексанов. Генеральный проектировщик — ЗАО «Нефтехимпроект». Пуск установки состоялся в феврале 2015 года.

Сырье установки — смесь фракции НК-70°С, подаваемой с установки 22-4, и легкого бензина с установки гидрокрекинга.

Товарный изомеризат с октановым числом 91,5-92,5 пункта ИОЧ направляется в товарное производство бензинов.

В настоящее время на разных стадиях проектирования и строительства в России и за рубежом находятся еще несколько установок «Изомалк-2». Прорабатывается возможность перевода ряда установок изомеризации, уже построенных по другим технологиям, на процесс «Изомалк-2», зарекомендовавший себя как наиболее эффективный, надежный и простой в эксплуатации процесс изомеризации.

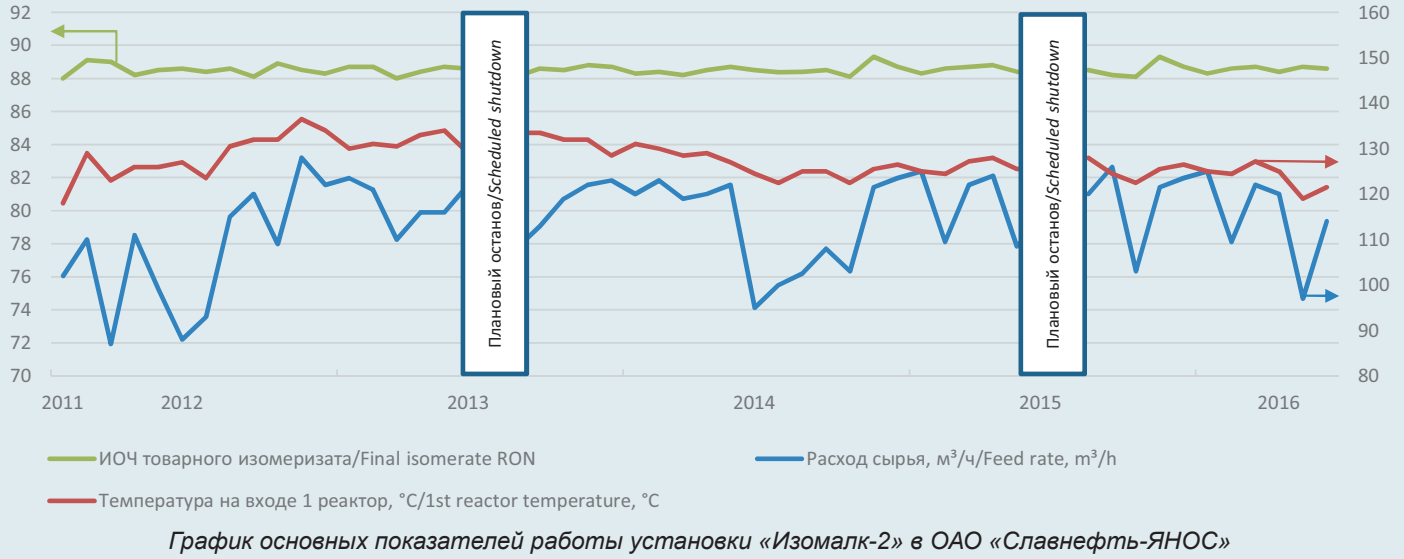


График основных показателей работы установки «Изомалк-2» в ОАО «Славнефть-ЯНОС»
Main operating performances of Isomalk-2 unit in OJSC Slavneft-YANOS

JSC Gazpromneft-Omsk Refinery (2010)

The isomerization plant was designed under the license of PJSC SIE NEFTEHIM and is one of the largest isomerization units in Russia. It is the first domestic plant, designed and built from beginning to the end per Russian Isomalk-2 technology.

Start-up of the plant with capacity of 800 thousand tons/year took place in November 2010. Design Basis of the plant was issued by SIE NEFTEHIM in 2007. Design and working documentation were performed by St. Petersburg CJSC Neftekhimproekt under the supervision of PJSC SIE NEFTEHIM. General designer is OJSC Omskneftekhimproekt.

The plant was designed and built in three years. This is due to the fact that the development of working documentation and order of long lead equipment were done at the design stage.

The plant allows obtaining isopentane fraction with octane number of 92-93 RON and light isohexane fraction with octane number of 91.5-92.5 RON.

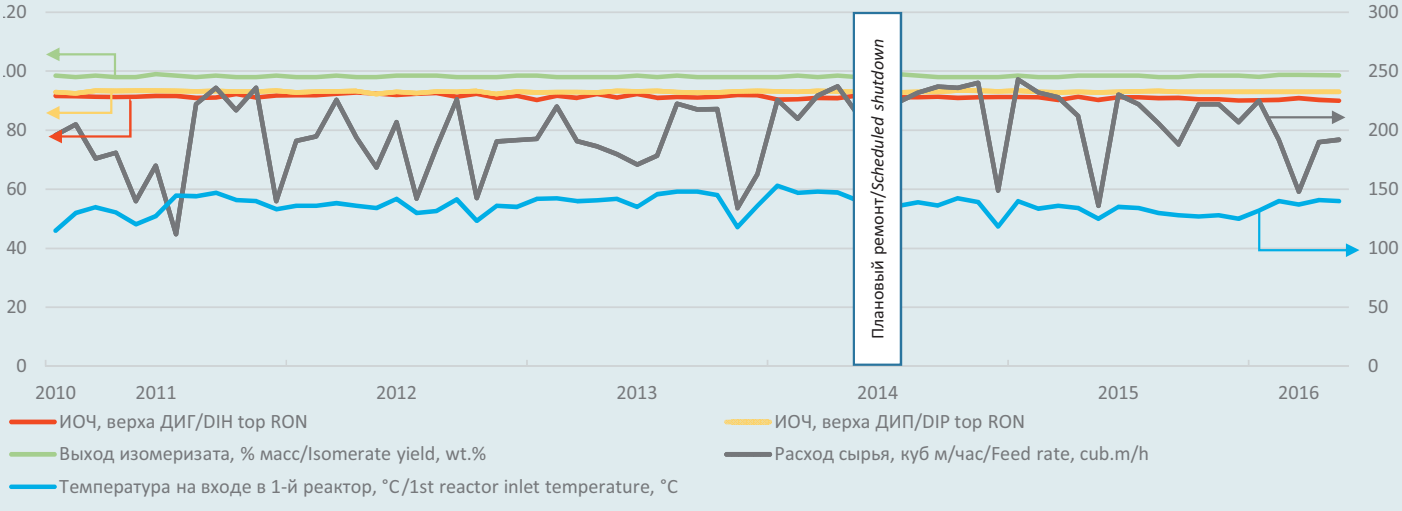


График основных показателей работы установки «Изомалк-2» АО «Газпромнефть-Омский НПЗ»
Main operating performances of Isomalk-2 unit in JSC Gazpromneft - Omsk Refinery

OJSC Slavneft — YANOS (2011)

Isomerization plant with the feed capacity of 720,000 tons/year, besides isomerization section, includes sections of feed preparation and preliminary hydrotreatment of pentane-hexane fraction. The process is carried out under the scheme with feed deisopentanization and low-branched hexanes recycle. Design of the plant was performed by CJSC Neftekhimproekt. Design Basis of the plant was provided by SIE NEFTEHIM in 2007. The first phase of construction was completed by 2009.

Designer supervision and coordination of the project, working documentation of the equipment and technology regulations of the plant were performed. The second phase of construction was completed by August 2011. The start-up took place in October 2011.

From the start-up in 2011 until now the regeneration of isomerization catalyst SI-2 has not been performed, the process performance remains at the same level.

In 2016 the decision was made to revamp the unit to increase the commercial isomerate octane number up to 91 RON. For this, it is necessary to arrange pentanes' recycle, which will be recovered from DIH column and fed to DIP column for repeated recovery of isopentane and recycle of normal pentane back to reactor block. Currently PJSC SIE NEFTEHIM has developed and submitted the Design Basis for this revamp.

PJSC Saratov Oil Refinery (2013)

Plant having capacity of 300 thousand tons/year is designed and constructed under the License of PJSC SIE NEFTEHIM.

The isomerization process is carried out based on the scheme with feed deisopentanization, n-pentane and low-branched hexanes recycle. The plant also includes the straight-run fraction IBP-70°C pre-hydrotreatment section.

The Design Basis was developed by PJSC SIE NEFTEHIM in March, 2008. The Detailed Engineering has been performed by CJSC Neftekhimproekt in 2008. The whole engineering process has been performed under the strict control of PJSC SIE NEFTEHIM.

The plant was started-up in March, 2013.

The octane number of commercial isomerate is 91-93 RON. Commercial product yield per hydrotreated feed of isomerization section is 98% wt.

JSC Orsknefteorgsintez (2015)

In 2008-2009 the design of isomerization plant with capacity of 300 thousand tons/year under "once-through" scheme with pre-hydrotreatment block was carried out. Design and part of the working documentation were performed by ECT Service, Ltd.

In 2011, it was decided to change the isomerization plant process scheme because of the necessity to produce total isomerate with at least 91 RON.

In January 2012, PJSC SIE NEFTEHIM developed and submitted new Design Basis for the plant under the scheme with n-pentane and low-branched hexanes recycle. General designer is CJSC Neftekhimproekt. Start-up of the plant took place in February 2015.

The plant feed is a mixture of IBP-70°C fraction, fed from plant 22-4, and light gasoline from the hydrocracking plant.

The commercial isomerate with octane number of 91.5-92.5 RON is supplied to commercial gasoline production.

Currently, there are still several plants Isomalk-2 at various stages of design and construction in Russia and abroad. The possibility to convert a number of isomerization plants, having been already built under other technologies, to Isomalk-2 process, which proved itself to be the most efficient, reliable and simple in operation isomerization process, is considered.

«ИЗОМАЛК-2» — ЛИДЕР СРЕДИ РОССИЙСКИХ КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА БЕНЗИНОВ КЛАССА 5

Владимир КАПУСТИН, Елена ЧЕРНЫШЕВА

Переход на выпуск бензинов, соответствующих требованиям класса 5, поставил перед производителями топлива в России целый ряд задач, решение которых связано с созданием бензиновой композиции определенного состава и свойств. Так как любой товарный бензин является продуктом компаундирования, то очень важно при производстве бензина иметь возможность варьирования количества и качества нескольких бензиновых компонентов. Исторически в России основным компонентом при производстве высокооктановых бензинов служит бензин каталитического риформинга. На некоторых предприятиях доля риформата достигает 80-90% в компонентном составе товарного бензина. Бензины каталитического риформинга содержат в своем составе около 60% об. ароматических углеводородов, имеют неравномерное распределение октанового числа по фракционному составу и значительную разницу между октановыми характеристиками по исследовательскому и моторному методам определения антидетонационной стойкости. Бензины каталитического крекинга, второго по объему добавляемого в товарный бензин компонента, также имеют существенную разницу по октану и недостаточную окислительную стабильность. Введение в бензиновые композиции в качестве компонента продукта процесса каталитической изомеризации позволяет не только увеличить общий объем бензинового пула, но и значительно улучшить экологические и эксплуатационные характеристики топлива: снизить содержание ароматических углеводородов, бензола и сернистых соединений в суммарном бензине, выровнять октановое число бензина по фракционному составу, особенно в области выкипания легких бензиновых фракций (до 70°С), улучшить показатель чувствительности топлива и повысить октановый фонд предприятия в целом. Такие преимущества изомеризата делают его незаменимым компонентом всех современных бензиновых топлив, особенно топлив класса 5, и стимулируют необходимость строительства установок изомеризации на всех предприятиях топливного профиля, выпускающих высокооктановые бензины. Реализация процессов изомеризации на предприятиях отрасли привлекательна относительно низкой стоимостью установок, невысокими эксплуатационными затратами и простотой технических решений.

В мировой нефтепереработке существует несколько типов технологий изомеризации, использующих различные каталитические системы — цеолитные, хлорированные платиновые и оксидные на сульфатированном оксиде циркония. В последнее время актуальны последние два типа катализаторов, эксплуатируемые в области низких температур. Это обусловлено возможностью получения изомеризата с высоким октановым числом 88-93 пункта по исследовательскому методу (ИОЧ).

Так как Россия активно включилась в процесс перехода на топлива класса 5 с модернизацией нефтеперерабатывающих предприятий, то на российском рынке оказались представлены практически все известные лицензиары технологий изомеризации. В начале нового столетия лидирующие позиции занимала фирма Axens (19,7% российского рынка), затем компания UOP (20,2 % российского рынка суммарно за счет технологий Penex и Par-Isom). Небольшой процент нашего рынка занимает технология компании Süd-Chemie — 3,3 %. Благодаря технологическим преимуществам инициативу удалось перехватить российской технологии «Изомалк-2» — 56,8%, что составляет 5170 тыс. тонн/год. Технология изомеризации пентан-гексановых фракций «Изомалк-2» — уникальная российская разработка в области изомеризации легких бензиновых фракций. Ее эффективность подтверждена на десяти промышленных установках в стране и на трех установках за рубежом. Начало внедрения процесса было положено в 2003 году российской компанией «НПП Нефтехим». Особенность технологии — в использовании оксидного катализатора СИ-2, обеспечивающего протекание процесса в термодинамически выгодной для изомеризации парафиновых углеводородов низкотемпературной области 120-180°С и обладающего повышенной устойчивостью к действию каталитических ядов — воды, серы, азота. Преимущества технологии на оксидных катализаторах «Изомалк-2» по сравнению с хлорированными катализаторами при достижении одинакового октанового числа сводятся к следующему:

— не требуется глубокая осушка сырья, поэтому в схеме отсутствует блок осушки сырья на молекулярных ситах;

— не требуется глубокая очистка сырья от серы и азота, поэтому блок адсорбционной доочистки гидрогенизата от микропримесей серы и азота отсутствует;

— катализатор устойчив к проскокам серы, азота и воды, технологические нарушения не приводят к безвозвратной потере активности;

— показатели в начале и в конце регенерационного пробега одинаковы;

— катализатор выдерживает несколько регенераций без потери активности;

— потребление водорода на процесс благодаря высокой селективности и циркуляции ВСГ минимально: 0,20-0,35% масс. на сырье;

— катализатор устойчив к колебаниям объемной скорости подачи сырья: 0,2-4,0 $ч^{-1}$.

К 2015 году технология «Изомалк-2» внедрялась на НПЗ путем реконструкции промышленных установок риформинга, перевода установок с цеолитного катализатора на оксидный катализатор СИ-2, а также строительства новых комплексов. Достигнуты высокие показатели по активности, устойчивости к проскокам каталитических ядов, межрегенерационному периоду и сроку службы катализатора СИ-2. Большим достижением стало строительство мощнейшего комплекса «Изомалк-2», спроектированного по лицензии ПАО «НПП Нефтехим», пуск которого состоялся в октябре 2010 года в АО «Газпромнефть-ОНПЗ». Установка изомеризации по схеме с деизопентанизацией сырья, рециклом пентанов и малоразветвленных гексанов — самая крупная из установок изомеризации по технологии «Изомалк-2». Она позволяет получать изопентановую фракцию с октановым числом до 92-93 пункта и легкую изогексановую фракцию с октановым числом до 92,5 пунктов по исследовательскому методу.

Развитие импортозамещения в сложившейся геополитической ситуации представляет собой задачу первоочередной важности. Основная доля проектов модернизации в нефтепереработке основана на зарубежных технологиях. На долю импорта приходится наиболее технологичное и сложное оборудование. Несмотря на устойчивые позиции зарубежных компаний, ПАО «НПП Нефтехим» удалось занять лидирующую позицию на российском рынке среди известных лицензиаров технологий изомеризации благодаря технологическим преимуществам.

Опыт работы ПАО «НПП Нефтехим» — пример эффективного внедрения отечественных технологий и инновационных исследовательских разработок.

ISOMALK-2 — LEADER AMONG RUSSIAN COMPETITIVE TECHNOLOGIES OF GASOLINE PRODUCTION OF EURO 5 STANDARD

Vladimir KAPUSTIN, Elena CHERNYSHEVA

Conversion to production of gasolines meeting requirements of EURO 5 standard has set a number of tasks before Russian producers of fuel, and the solution is associated with development of the gasoline blend with certain composition and properties. Since any commercial gasoline is a product of compounding, during production of gasoline it is very important to have possibility of varying quantity and quality of several gasoline components. Historically, in Russia a major component in production of high-octane gasoline is catalytic reforming gasoline (reformate). At some enterprises, share of reformate in fractional composition of commercial gasoline reaches 80-90%. Catalytic reforming gasolines contain about 60% of aromatic hydrocarbons, have an uneven distribution of the octane number by the fractional composition and significant difference between the octane characteristics obtained by research and motor methods for anti— knock resistance determination.

Catalytic cracking gasolines, the second by volume component, added to commercial gasoline, also have significant difference by octane and insufficient oxidation stability. Introduction of catalytic isomerization product to gasoline compositions as a component allows not only increasing total volume of gasoline pool, but also significantly improve environmental and operational characteristics of the fuel i.e. decrease content of aromatic hydrocarbons, benzene and sulfur compounds in total gasoline, adjust the octane number of gasoline by fractional composition, especially in light gasoline fractions boiling range (up to 70°C), improve the fuel sensitivity index and increase the octane pool of the enterprise as a whole. Such benefits of isomerate make it an indispensable component of all modern gasoline fuels, especially fuels of EURO 5 standard, and promote the necessity of isomerization plants construction all enterprises of the fuel industry, producing high-octane gasolines. Implementation of isomerization processes at the enterprises of this sector is attractive due to relatively low cost of plants, low operational costs and simplicity of technical solutions.

In the world oil refining, there are several types of isomerization technologies using different catalytic systems — zeolite, chlorinated platinum and oxide based on sulfated zirconia. In recent years, the last two types of catalysts operated at low temperatures are most relevant. This is due to possibility of obtaining isomerate with high octane number of 88-93 points by the research method (RON).

Since Russia has been actively involved in the process of transition to the fuels of EURO 5 standard with modernization of refineries, it turned out that almost all known licensors of isomerization technologies are presented on the Russian market. At the beginning of the new century the leading position was held by Axens (19.7% of the Russian market), then UOP (totally 20.2% of the Russian market at the expense of Penex and Par-Isom technologies). A small percentage of our market is held by the technology of Sud-Chemie — 3.3%. Russian technology «Isomalk-2» managed to seize the initiative due to the process advantages, it has - 56.8%, which amounts to 5 170 thousand tons/year.

Technology «Isomalk-2» for isomerization of pentane-hexane fraction is a unique Russian development in the field of isomerization of light gasoline fractions. Its effectiveness is confirmed on ten industrial plants in the country and three plants abroad. The process was started by Russian company SIE NEFTEHIM in 2003. The main feature of the technology is usage of oxide catalyst SI-2, which provides process behavior in low-temperature range of 120-180°C thermodynamically favorable for isomerization of paraffin hydrocarbons and has higher resistance to the actions of catalytic poisons — water, sulfur and nitrogen.

Капустин Владимир Михайлович, генеральный директор научно-исследовательского и проектного института нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности ОАО ВНИПИнефть / V. KAPUSTIN, General Director of OJSC «VNIPIneft»

Advantages of «Isomalk-2» technology over oxide catalysts compared to the chlorinated catalysts with achieving the same octane number are follows:

— it does not require deep drying of the feedstock, so in the scheme there is no feedstock drying block on molecular sieves;

— it does not require deep purification of the feedstock from sulfur and nitrogen, so there is no block of additional adsorption treatment of hydrogenate from sulfur and nitrogen traces;

— the catalyst is resistant to skips of sulfur, nitrogen and water, process upsets do not result in irreversible loss of activity;

— performances at the beginning and end of the regeneration run are the same;

— the catalyst can withstand multiple regenerations without loss of activity;

— due to high selectivity and recycle of hydrogen gas, consumption of hydrogen in process is minimal: 0.20-0.35 wt. % per feedstock;

— the catalyst is resistant to fluctuations of feed space velocity: 0.2-4.0 h^{-1}.

By 2015, technology Isomalk-2 was implemented at the refineries through the reconstruction of industrial reforming plants, conversion of the plants from zeolite catalyst to oxide catalyst SI-2, as well as through construction of new complexes. High performances of activity and resistance to skips of catalytic poisons, cycle length and service life of catalyst SI-2 were reached there. A major achievement was construction of the most powerful complex Isomalk-2, designed by the license of PJSC SIE NEFTEHIM. Its start took place in October 2010 in JSC Gazpromneft-Omsk Refinery. Isomerization plant under the scheme with the feed deisopentanization and recycle of pentanes and low-branched hexanes is the largest of isomerization plants, operating under Isomalk-2 technology. It allows obtaining isopentane fraction with octane number of 92-93 RON and light isohexane fraction with octane number 92.5 RON.

Development of import substitution in the current geopolitical situation is a matter of high priority. The main share of modernization projects in oil refining is based on foreign technologies. The most technological and sophisticated equipment is imported. Despite the strong positions of foreign companies, PJSC SIE NEFTEHIM managed to take the leading position on the Russian market among known licensors of isomerization technologies thanks to technological advantages. PJSC SIE NEFTEHIM experience is an example of effective implementation of domestic technologies and innovative research developments.

«ИЗОМАЛК-3» - НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗОМЕРИЗАЦИИ Н-БУТАНА

Александр ШАКУН, Марина ФЕДОРОВА
Тимофей КАРПЕНКО, Екатерина ДЕМИДОВА

В декабре 2015 года, при непосредственном участии специалистов ПАО «НПП Нефтехим» в проведении подготовительных и пусковых операций на площадке, был осуществлен ввод в эксплуатацию первой промышленной установки изомеризации н-бутана по технологии «Изомалк-3».

Заказчик — частная нефтеперерабатывающая компания в Китае — Shandong Sincier Petrochemical Co. Установка входит в состав комплекса по получению МТБЭ, лицензиаром которого является компания Lummus.

Строительство этой небольшой по промышленным меркам установки — производительность по сырью составляет 200 тыс. тонн в год, — стало знаковым достижением не только для ПАО «НПП Нефтехим», но и для всей российской науки, так как подтвердило появление новой технологии, оказавшейся востребованной на мировом рынке.

Быстрая реализация проекта стала возможной благодаря сотрудничеству с компанией GTC Technology (США), которая занимается продвижением технологий ПАО «НПП Нефтехим» за пределами СНГ и участвует в разработке базовых проектов для зарубежных заказчиков.

В конкурентной борьбе с наиболее распространенной в мире технологией изомеризации н-бутана «Butamer» компании UOP (США) заказчик принял решение в пользу российской технологии.

Основная причина такого выбора кроется в недостатках технологии с применением хлорированного катализатора:

— высокая чувствительность катализатора к действиям каталитических ядов;
— высокая стоимость технологического оборудования и наличие сложных в изготовлении позиций;
— постоянная зависимость от поставок реагентов и катализаторов;
— сложность очистки продукта от микропримесей хлора;
— проблемы с утилизацией отходов блока защелачивания.

Новая технология изомеризации н-бутана «Изомалк-3» всех этих недостатков лишена, что и повлияло на решение заказчика. Несмотря на отсутствие на момент проведения тендерных процедур у технологии «Изомалк-3» промышленных референций, была выбрана именно она.

С момента проведения стартового совещания с определением основных проектных решений до пуска в эксплуатацию всего комплекса получения МТБЭ, включающего пять установок, прошло всего два года.

Состав установки изомеризации.

1. Секция фракционирования сырья на углеводороды C_1-C_3 и C_{4+};
2. Секция гидроочистки, включающая:
— Реакторный блок гидроочистки;
— Блок отпарной колонны;
3. Секция изомеризации, включающая:
— Блок деизобутанизации;
— Реакторный блок изомеризации на катализаторе СИ-3 с узлом адсорберов-сушителей ВСГ и узлом адсорберов-осушителей сырья;
— Блок стабилизационной колонны.

Получаемый продукт — изобутан с чистотой не ниже 99% масс. Среди преимуществ этой технологии — ее простота.

Схема реакторного блока принципиально схожа со схемой процесса на хлорированном катализаторе, однако отсутствуют узлы подачи хлорирующего реагента и очистки изомеризата. Показательно сравнение технологии «Изомалк-3» с известной технологией «Butamer» (см. Таблицу 1).

Катализатор для процесса прост в обращении. Загрузка в реактор производится рукавным методом, инертизация среды не требуется, непродолжительный контакт с атмосферным воздухом не сказывается на активности катализатора.

Одна из особенностей процесса — более высокая доля реакций диспропорционирования парафиновых углеводородов и образование дополнительного количества углеводородов C_5 в количестве 2-3% масс. на сырье. Для многих заказчиков это дополнительный плюс, так как получаемую при разделении изомеризата изопентан-пентановую фракцию (ИОЧ ~ 85 пунктов) можно вовлекать в компаундирование автобензинов.

За счет простого в обращении катализатора и отсутствия дорогостоящих блоков хлорирования и защелачивания процесс «Изомалк-3» весьма привлекателен для небольших установок изомеризации н-бутана, входящих в состав комплексов получения МТБЭ или алкилата и необходимых для получения дополнительных количеств изобутана.

В настоящее время на стадии проектирования находятся еще две установки изомеризации н-бутана по технологии «Изомалк-3» в Китае, а целый ряд проектов — на стадии предпроектной проработки.

Таблица 1

Наименование	Процесс на базе хлорированного катализатора («Butamer»)	Процесс на базе нехлорированного оксидного катализатора («Изомалк-3»)
Организация-разработчик	UOP (США)	ПАО «НПП Нефтехим»
Стадия адсорбционной доочистки	есть	есть
Температура процесса, °С	160-210	160-210
Давление, МПа	2,5-3,2	1,5-2,0
Объемная скорость подачи сырья, $ч^{-1}$	6,0-8,0	6,0-8,0
Мольное отношение H_2:бутан	0,07-0,15	0,07-0,15
Конверсия н-бутана «за проход», %	55-60	50-55
Выход углеводородов C_{3+} «за проход», % масс.	99	99
Выход углеводородов C_{4+} «за проход», % масс.	98	95-96
Общий срок службы катализатора, лет	2-3	8-10
Чувствительность катализатора к примесям в сырье	высокая	умеренная
Возможность регенерации катализатора	нет	есть
Подача хлорсодержащих соединений	постоянно	нет
Защелачивание кислых газов	есть	нет
Отходы	есть	нет

ISOMALK-3: NEW TECHNOLOGY OF N-BUTANE ISOMERIZATION

Alexander SHAKUN, Marina FEDOROVA, Timofey KARPENKO, Ekaterina DEMIDOVA

In December 2015 PJSC SIE NEFTEHIM's specialists directly assisted in preparation and start-up operations on site for commissioning the first Isomalk-3 commercial n-butane isomerization unit.

The customer is Shandong Sincier Petrochemical Co., a private refining company in China. This unit is a part of MTBE production complex licensed by Lummus.

Construction of such a small (by industrial standards) unit (feed capacity is 200 thousand tons/year) has become a landmark achievement not only for PJSC SIE NEFTEHIM but also for the whole Russian scientific community, as it acknowledged appearance of new technology, which has proved to be in high demand on the world market.

Fast implementation of the project was possible thanks to cooperation with GTC Technology US, LLC (USA), which is engaged in promotion of the PJSC SIE NEFTEHIM's technologies outside the CIS and takes part in development of Basic Engineering Designs for foreign customers.

In competition with the most popular in the world technology of n-butane isomerization — Butamer by UOP (USA) the customer made a decision in favor of the Russian technology.

The main reason of such choice lies in disadvantages of technology with application of chlorinated catalyst:

— high sensitivity of catalyst to the effect of catalyst poisons;

— high cost of process equipment and presence of difficult-to-make items;

— permanent dependence on deliveries of reagents and catalysts;

— complicated purification of product from chlorine trace components;

— problems with waste disposal from alkalization unit.

New Isomalk-3 technology of n-butane isomerization is deprived of these drawbacks; that's why customer chose it. Despite the fact that the technology Isomalk-3 had no industrial references at the moment of tender, it was chosen.

It took only two years since the kick-off meeting where the main project designs were determined up to putting the whole MTBE production complex with five units into operation.

Structure of Isomerization Unit

1. Feed fractionation section into hydrocarbons C_1-C_3 and C_{4+};
2. Hydrotreatment section, including:

— Hydrotreatment reactor block;

— Stripper block;

3. Isomerization section, including:

— Deisobutanization block;

— Isomerization reactor block over SI-3 catalyst with the module of H_2 gas drying adsorbers and the module of feed drying adsorbers;

— Stabilization column block.

The derived product is isobutane of purity not lower than 99% wt. Its simplicity is among advantages of this technology.

The diagram of reactor block is basically similar to that of the process over chlorinated catalyst; however, there are no modules of chlorinating agent supply and isomerization product treatment. Comparison of Isomalk-3 technology with the popular Butamer technology speaks for itself (Table 1).

Catalyst for the process is easy to operate. Loading to reactor is carried out by "sock loading" method and no medium purging required as short contact with atmospheric air does not affect catalyst activity.

One of the peculiarities of the process is higher fraction of paraffinic hydrocarbons disproportionation reactions and generation of additional quantity of hydrocarbons C_5 in the amount 2-3% wt. per feed. For many customers this is an additional advantage, as isopentane-pentane fraction (RON ~ 85 points) derived by separation of isomerate may be involved in compounding of gasolines.

Due to easy to operate catalyst and absence of expensive chlorination and alkalization units, Isomalk-3 process is greatly attractive for small n-butane isomerization units forming a part of MTBE or alkylate production complexes and necessary for production of additional quantities of isobutane.

At present two other n-butane isomerization units with Isomalk-3 technology are being designed in China and there is a whole series of projects are at the stage of design study.

Table 1

Parameter	Process based on chlorinated catalyst (Butamer)	Process based on non-chlorinated oxide catalyst (Isomalk-3)
Developer	UOP (USA)	PJSC SIE NEFTEHIM
Stage of adsorption final treatment	Yes	Yes
Process temperature, °C	160-210	160-210
Pressure, MPa	2.5-3.2	1.5-2.0
Feed space velocity, h^{-1}	6.0-8.0	6.0-8.0
Molar ratio H_2:butane	0.07-0.15	0.07-0.15
«Once-through» conversion of n-butane, %	55-60	50-55
«Once-through» yield of hydrocarbons C_{3+}, % wt.	99	99
«Once-through» yield of hydrocarbons C_{4+}, % wt.	98	95-96
Service life of catalyst, years	2-3	8-10
Sensitivity of catalysts to impurities in feed	high	moderate
Catalyst ability to regenerate	No	Yes
Supply of chlorine-containing compounds	Constant	No
Alkalization of acid gases	Yes	No
Wastes	Yes	No

«ИЗОМАЛК-4»: ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗОМЕРИЗАЦИИ C_7-ФРАКЦИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКООКТАНОВЫХ АВТОБЕНЗИНОВ

Александр ШАКУН, Марина ФЕДОРОВА, Тимофей КАРПЕНКО, Екатерина ДЕМИДОВА

Растущий спрос на автомобильные бензины с высоким октановым числом и необходимость соответствия выпускаемых автомобильных топлив требованиям Технического регламента «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту» потребовал от НПЗ пересмотра ранее привычных схем производства автобензина.

Наиболее существенным препятствием на пути движения к достижению поставленной перед заводами задачи стало требование по ограничению содержания ароматических углеводородов (не более 35% об.), в том числе бензола (не более 1% об.) в автомобильных бензинах при октановом числе товарного автобензина не менее 95 пунктов по исследовательскому методу.

Источником повышенного содержания бензола и ароматических углеводородов в целом в товарном автобензине является один из основных компонентов автобензина — катализат установок риформинга.

Существует два пути снижения содержания бензола в риформате:

1. Извлечение бензолсодержащей фракции из риформата и гидрирование бензола на отдельной установке.
2. Подготовка сырья риформинга с повышенным началом кипения (105-110°С), позволяющим полностью исключить бензолобразующие углеводороды и достичь содержания бензола в риформате не более 1,5 % масс, даже при работе установки в жестком режиме получения ИОЧ (октанового числа по исследовательскому методу) более 98 пунктов.

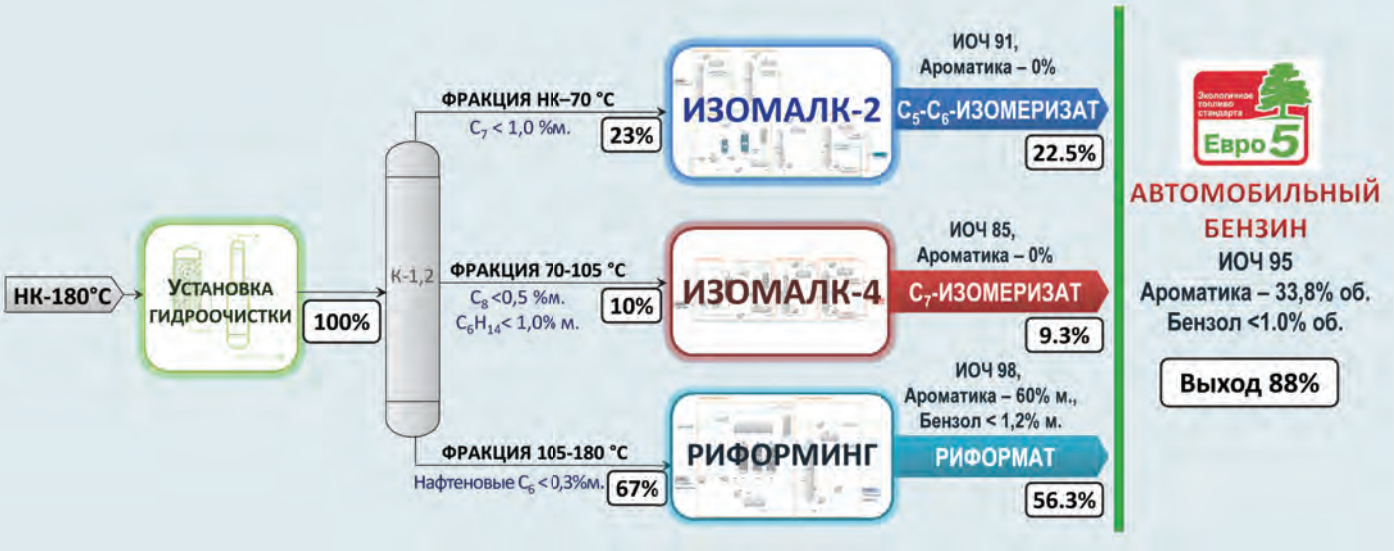
Второй вариант имеет ряд весомых преимуществ:

— не предусматривает дополнительных затрат на извлечение бензола;
— снижается загрузка на установки каталитического риформинга;
— повышается выход риформата C_{5+};
— повышается октановое число риформата, а следовательно, возможна работа установок риформинга в более мягких условиях (увеличение срока службы и снижение затрат на регенерацию катализатора риформинга).

Однако в таком случае возникает проблема переработки фракции 70-105°С. Как компонент товарного автобензина использование данной фракции ограничено из-за низкого октанового числа (45-55 пунктов ИОЧ), традиционная изомеризация пентан-гексановой фракции не позволяет вовлекать тяжелые углеводороды в значимых количествах из-за высокой доли гидрокрекинга углеводородов C_{7+}. Оптимальным вариантом переработки фракции парафиновых C_7-углеводородов с целью получения дополнительного количества неароматического высокооктанового автокомпонента стала изомеризация по новой технологии на оксидном катализаторе изомеризации СИ-4, разработанном ПАО «НПП Нефтехим».

Включение технологии изомеризации C_7-фракции в схему переработки широкой бензиновой фракции на НПЗ позволяет увеличить объем выпуска бензинов, соответствующих требованиям стандартов Евро-4 и Евро-5, за счет:

— получения дополнительного количества неароматического автокомпонента с высоким октановым числом;
— снижения содержания бензола в риформате до уровня 1,0-1,5 % масс за счет облагораживания сырья риформинга;
— увеличения выхода риформата на установке риформинга.



Принципиальная схема получения автомобильного бензина по стандарту Евро-5 с включением в схему переработки установки изомеризации C_7-фракции «Изомалк-4»

На заводах, имеющих в своем составе комплексы получения ароматики наличие установки изомеризации «Изомалк-4» позволит увеличить глубину переработки за счет переработки фракций рафината, содержащих преимущественно парафиновые C_7-углеводороды в высокооктановый компонент автобензина.

Процесс изомеризации C_7-фракции может быть организован «за проход» или с рециркуляцией неразветвленных парафинов C_7.

В первом случае возможно получение изомеризата с ИОЧ 70-72 пункта, но, несмотря на высокий прирост октанового числа продукта к сырью (около 20 пунктов), такая схема может подойти не каждому НПЗ ввиду относительно низкого октанового числа.

Включение в схему установки «Изомалк-4» колонны четкой ректификации и обеспечение рециркуляции малоразветвленных гептанов позволяет существенно увеличить октановое число продукта и повысить его привлекательность для НПЗ.

ISOMALK-4: PROMISING TECHNOLOGY FOR ISOMERIZATION OF C_7 FRACTION FOR PRODUCTION OF HIGH QUALITY GASOLINE

Alexander SHAKUN, Marina FEDOROVA, Timofey KARPENKO, Ekaterina DEMIDOVA

Growing demand for motor gasoline with high octane number and need to ensure compliance of produced motor fuels with requirements of Technical Regulations "On requirements to automobile and aviation gasoline, diesel and marine fuel, jet fuel and heating oil" required from oil refineries to review previous common schemes of motor gasoline production.

The most significant obstacle for refineries on the way to solution of these problems was requirement on limitation of content of aromatic hydrocarbons (less than 35% vol.), including benzene (no more than 1% vol.) in motor gasoline, with octane number of commercial gasoline at least 95 points by the research method.

The source of high content of benzene and aromatics in general in the commercial gasoline is one of the main components of gasoline — catalyzate from reforming plants.

There are two ways to reduce benzene content in the reformate:

1. Extraction of benzene-containing fraction from reformate and hydrogenation of benzene on a separate plant.
2. Preparation of the feedstock for reforming with increased initial boiling point (105 -110°C), allowing to completely eliminate benzene-forming hydrocarbons and achieve content of benzene in the reformate of not more than 1.5% by weight, even when the plant is operating in hard mode of obtaining RON (octane number by research method) of more than 98 points.

The second option has a number of substantial advantages:

— does not provide for additional costs for benzene recovery;
— reduces load on the catalytic reforming plants;
— increase in the yield of C_{5+} reformate;
— octane number of reformate is increased, and therefore, reforming plants may operate under milder conditions (increasing service life and lowering costs for regeneration of reforming catalyst).

However, in this case, there is a problem of processing fraction 70-105°C. As a component of commercial gasoline, usage of this fraction is limited due to its low octane number (45-55 RON); traditional isomerization of pentane-hexane fraction does not allow involving heavy hydrocarbons in significant quantities due to the high share of hydrocracking of C_{7+} hydrocarbons.

The best processing option of paraffin C_7-hydrocarbons fraction with the purpose of obtaining additional amount of non-aromatic high octane component became isomerization per new technology on oxide isomerization catalyst SI-4, developed by PJSC SIE NEFTEHIM.

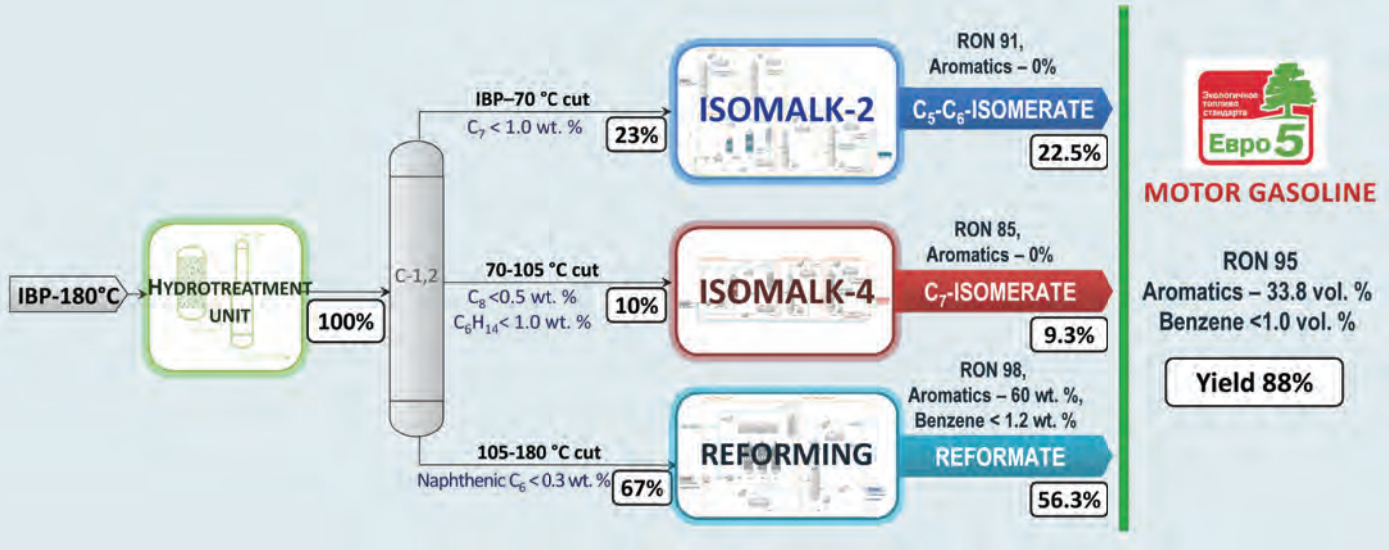
Inclusion of C_7-fraction isomerization technology into the processing scheme of wide gasoline fraction allows increasing production volume of gasoline meeting requirements of EURO 4 and EURO 5 standards, due to:

— obtaining of additional amount of non-aromatic component with a high octane number;
— reduction of benzene content in reformate to the level of 1.0-1.5% wt. at the expense of upgrading reforming feedstock;
— increasing the yield of reformate at the reforming plant.

At the oil refineries, having in their composition aromatics production complexes, availability of an isomerization plant Isomalk-4 will allow to increase depth of processing at the expense of recycling raffinate fractions containing predominantly paraffinic C_7-hydrocarbons, to high-octane component of motor gasoline.

The process of isomerization of the C_7-fraction may be arranged as "once-through" or with recycle of unbranched paraffins C_7.

In the first case it is possible to obtain isomerate with RON of 70-72 points, but despite the high increase in the octane number of the product to the feedstock (about 20 points), such a scheme



Process flow diagram of gasoline production under EURO 5 standard with inclusion of Isomalk-4 C_7-fraction isomerization plant into the processing scheme

may be suitable not for every refinery due to relatively low octane number.

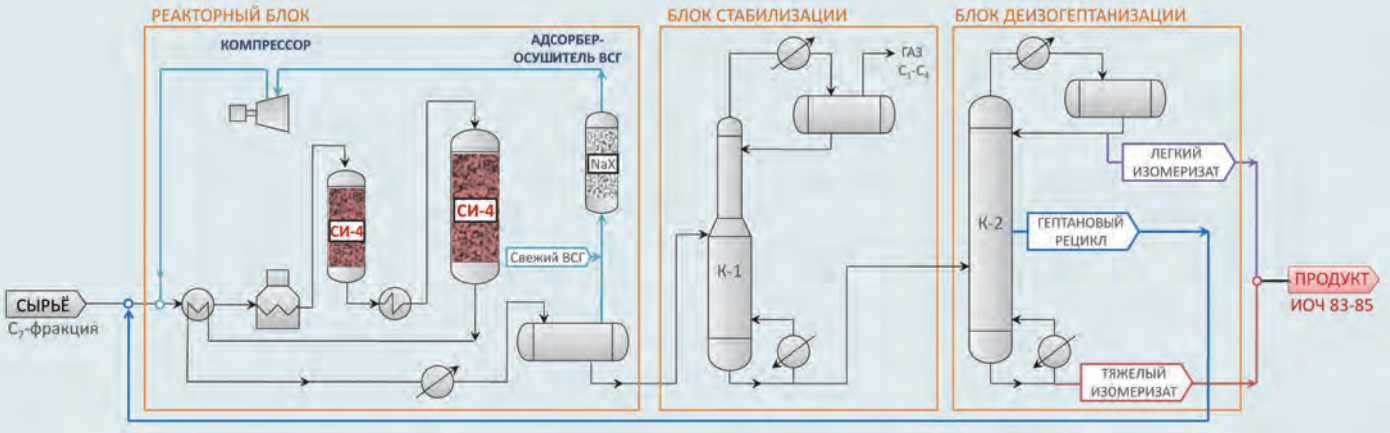
Inclusion of precise rectification column to the scheme of Isomalk-4 plant and providing recycle of low-branched heptanes allows significantly increase octane number of the product and its attractiveness for a refinery.

Isomerization technology Isomalk-4 has a hardware design close to traditional scheme Isomalk-2 with recycle of low-branched hexanes.

Changing feedstock/recycle ratio with the same scheme of the process allows obtaining isomerate with octane number from 76 to 85 RON.

Heavy isomerate, being obtained at the plant, representing a concentrate of naphthenic hydrocarbons C_7, may be fed to the feed of catalytic reforming plant. It will allow improving performance of the reforming plant and obtaining total isomerate with a higher octane number at the isomerization plant.

Technology Isomalk-4 does not require neither special licensed equipment nor special solutions for preparation of the feedstock



Принципиальная схема установки «Изомалк-4» с рециклом малоразветвленных гептанов

Технология изомеризации «Изомалк-4» имеет аппаратное оформление, близкое к традиционной схеме «Изомалк-2» с рециклом малоразветвленных гексанов.

Изменение соотношения перерабатываемого сырья и рециркулята, при одной и той же схеме процесса, позволяет получить изомеризат с октановым числом от 76 до 85 пунктов ИОЧ.

Получаемый на установке тяжелый изомеризат, представляющий из себя концентрат нафтеновых углеводородов C_7, можно направить в сырье установки каталитического риформинга. Это позволит улучшить показатели работы установки риформинга и получить на установке изомеризации суммарный изомеризат с более высоким октановым числом.

Технология «Изомалк-4» не требует ни специального лицензированного оборудования, ни специальных решений по подготовке сырья (подготовка сырья осуществляется на стандартном блоке гидроочистки) и может быть реализована как путем нового строительства, так и с помощью модернизации установок полурегенеративного риформинга или изомеризации. Основные технологические параметры работы установки «Изомалк-4» представлены в таблице 2.

При высокой степени рециркуляции получаемый на установке «Изомалк-4» продукт — концентрат высокооктановых изомеров C_7 с низким ДНП, без ароматических углеводородов и каких-либо нежелательных примесей — может успешно конкурировать с алкилатом — одним из самых ценных компонентов автобензина, для получения которого требуется сложный, энергоемкий и экологически небезопасный комплекс установок.

Создание уникальной и не имеющей аналогов в мире технологии «Изомалк-4» стало возможным благодаря разработке ПАО «НПП Нефтехим» новейшего катализатора изомеризации СИ-4, главной особенностью которого является высокая активность в реакциях изомеризации при высокой селективности процесса. В отличие от традиционных катализаторов изомеризации селективность «за проход» для процесса изомеризации C_7-углеводородов на катализаторе СИ-4 при требуемой активности составляет не менее 95%.

Катализатор изомеризации СИ-4 представляет собой уникальный по своим свойствам продукт, не имеющий аналогов в мире. Высокая активность катализатора СИ-4 обусловлена особой пористой структурой модифицированного цирконий-содержащего носителя с нанесенной платиной. Катализатор имеет высокую устойчивость к проскокам примесей влаги и серы в сырье. Низкое образование кокса на поверхности обеспечивает высокий межрегенерационный период работы катализатора не менее трех лет, срок службы катализатора — не менее 8 лет.

Технология позволяет осуществить строительство установок с минимальными капитальными затратами.

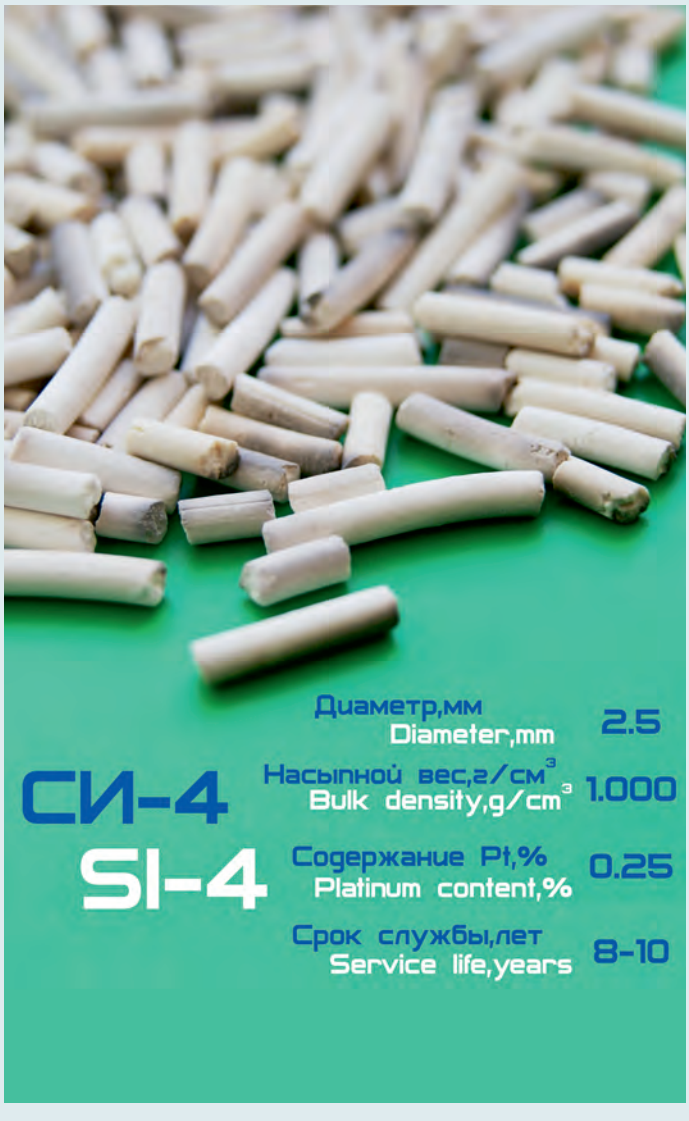
Для тех НПЗ, на которых уже налажен выпуск автобензина класса 5, включение в схему предприятия процесса изомеризации C_7 позволит получить дополнительную выгоду за счет:

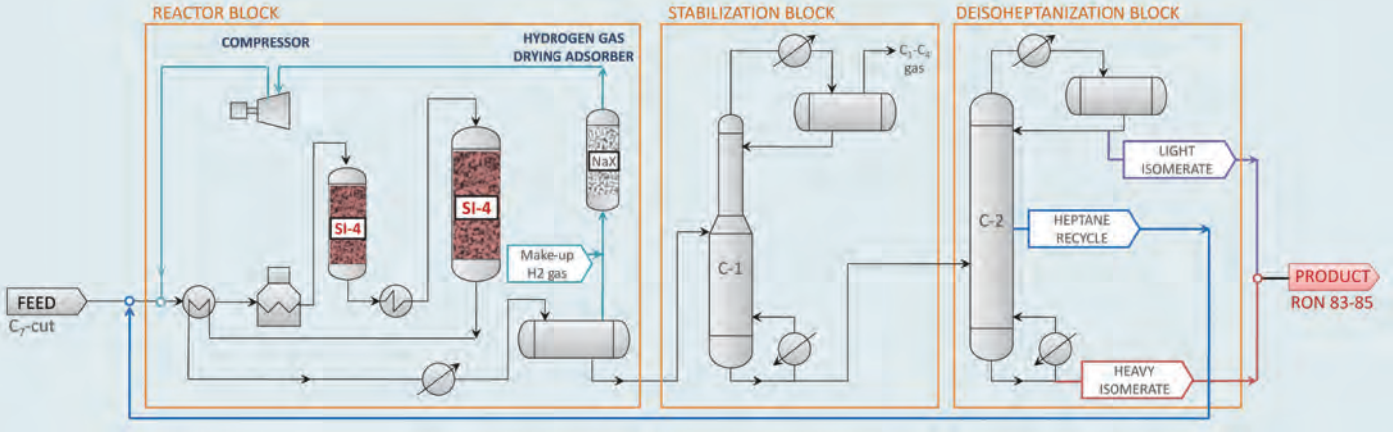
— снижения содержания бензола в риформате установок риформинга до уровня менее 1,5% масс., за счет исключения бензолобразующих углеводородов из сырья установок риформинга и исключения блоков фракционирования риформата для извлечения бензолсодержащей фракции;

— повышения общего выхода риформата на установках риформинга на ~2% масс., за счет снижения доли парафиновых C_7-углеводородов в сырье установок риформинга, повышение экономических показателей процесса риформинга;

— решения вопроса переработки рафината с установок производства ароматических углеводородов.

— сокращения МТБЭ и других дорогостоящих неароматических автокомпонентов при выпуске автобензинов по стандарту Евро-5.





Process flow diagram of Isomalk-4 plant with recycling of low-branched heptanes

(feedstock preparation is carried out at a standard hydrotreating unit) and can be implemented both through new construction and revamp of semiregenerative reforming or isomerization plants. The main technological parameters of the Isomalk-4 plants are presented in the table 2.

With a high degree of recirculation, product, obtained at the Isomalk-4 plant — a concentrate of high-octane isomers C_7 with low RVP, without aromatic hydrocarbons and any undesirable impurities, can successfully compete with the alkylate, one of the most valuable components of gasoline, for production of which a set of complex, power-consuming and environmentally unsafe complex of plants is needed.

Creation of unique and unparalleled in the world technology Isomalk-4 became possible thanks to development of the newest isomerization catalyst SI-4 by PJSC SIE NEFTEHIM, the main feature of which is high activity in isomerization reactions with high selectivity of the process. Unlike traditional isomerization catalysts, «once-through» selectivity for isomerization of C_7-hydrocarbons with SI-4 catalyst at the desired activity is not less than 95%.

Isomerization catalyst SI-4 is a unique in its properties product, which has no analogues in the world. High activity of the catalyst SI-4 is stipulated by a special porous structure of modified zirconium-containing carrier with deposited platinum. The catalyst has high resistance to skips of moisture and sulfur impurities the feedstock. Low formation of coke on the surface provides high service cycle of the catalyst of not less than 3 years. Catalyst life is not less than 8 years.

The technology allows building plants with minimal capital costs. For refineries, which already have well-organized production of gasoline under EURO 5 standard, the inclusion of C7-isomerization process into the scheme of the enterprise will yield additional benefits at the expense of:

— reduction of benzene content in reformate of reforming plants to less than 1.5% by weight by eliminating benzene-forming hydrocarbons from the feedstock of reforming units and exclusion of reformate fractionation units for recovery of benzene-containing fraction;

— increasing total yield of reformate at the reforming plants by about 2% by weight at the expense of reduction of share of paraffin C_7-hydrocarbons in the feedstock of reforming plants, increase of economic indicators of reforming process;

— solution of the issue of raffinate processing from aromatic hydrocarbons production plants;

— reduction of MTBE and other expensive non-aromatic components in production of motor gasolines per EURO 5 standard.

Таблица 2 / Table 2

Параметр / Parameter	Показатель / Figure
Объемная скорость подачи сырья, $ч^{-1}$ / LHSV, h^{-1}	1.0-2.0
Давление на входе в первый реактор, МПа / First reactor inlet pressure, MPa	1.5-2.0
Температура на входе в реакторный блок, °С / Temperature at the inlet to reactor block, °C:	160-200
Мольное отношение H_2:сырье / Molar ratio H_2: feedstock	1.0-2.0:1
Октановое число легкого изомеризата, ИОЧ / Octane number of light isomerate, RON	
— «за проход» / “once-through”	70-72
— с рециклом гептанов / with recycle of heptanes	76-85
Прирост октанового числа / Increase in octane number	
— «за проход» / “once-through”	15-20
— с рециклом гептанов / with recycle of heptanes	25-35
Качество C_7-изомеризата / Quality of C_7-isomerate	
— содержание ароматических углеводородов, % об. / aromatics content, % vol.	-
в том числе бензола, % об. / including benzene, % vol.	-
— содержание олефиновых углеводородов, % об. / content of olefin hydrocarbons, % vol.	-
— содержание металлов, Fe, Mn, Pb, $мг/м^3$ / content of metals, Fe, Mn, Pb, mg/m^3	-
ДНП C_7-изомеризата, кПа / RVP of C_7-isomerate, kPa:	
— «за проход» / “once-through”	17-18
— с рециклом гептанов / with recycle of heptanes	25-28

ИЗОМАЛК: КЛАССИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

Дмитрий МОСИЕНКО, главный редактор журнала «OIL MARKET»

Обвал нефтяных цен в очередной раз поднял в России волну разговоров и, конечно, некоторых практических шагов, имеющих целью сократить зависимость от импорта технологий и оборудования. Обычно такие шаги преследуют прежде всего экономию валютных ресурсов, затем — создание рабочих мест в стране, и лишь реже — создание конкурентоспособных аналогов. Краснодарская компания ПАО «НПП Нефтехим», развивая свои технологические решения и продукцию, не только решила все эти задачи, но и создала высококонкурентный технологический бренд, востребованный на мировых рынках и выигрывающий соперничество с ведущими американскими, немецкими и французскими поставщиками технологий для нефтепереработки.

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 — производство различных сортов этого моторного топлива. Вслед за ужесточением экологических требований в ЕС, США и других высокоразвитых регионах мира, российские переработчики оказались в условиях, 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 процентов, а Украина и вовсе до 80 процентов необходимого потребления бензинов из России, Беларуси, Литвы, в случае с Казахстаном к списку поставщиков добавляется еще и Китай.

В 1997 году в РФ была лишь одна установка изомеризации. К концу 2015-го их число увеличилось до 26, а к 2020 году их станет еще на 9 единиц больше, общее количество достигнет 35 установок.

Несмотря на активное использование иностранных технологий изомеризации в РФ с конца 1990-х, сегодня российская технология «Изомалк-2», которую предоставляет компания ПАО «НПП Нефтехим», в РФ популярнее технологий всех остальных производителей вместе взятых. Показательно ориентировочное количество изомеризата, вырабатываемого по различным технологиям:

— Süd-Chemie — 300 тыс. т/год;
— Axens — 1800 тыс. т/год;
— UOP «Par-Isom» — 440 тыс. т/год;
— UOP «Penex» — 1400 тыс. т/год.

Для сравнения, в 2015 году производство C_5-C_6 изомеризата в России на установках технологии «Изомалк-2» составило около 5170 тыс. тонн из общего объема 9100 тыс. тонн в год.

В 2015-м были запущены две очередных установки изомеризации по технологии «Изомалк-2» — на Орском НПЗ и Рязанской нефтеперерабатывающей Компании (РНПК), входящей сегодня в структуру гиганта «Роснефть». Теперь, с вводом в эксплуатацию этих установок, в РФ уже одиннадцать установок изомеризации, использующих технологию «Изомалк». При этом установка изомеризации РНПК стала одной из крупнейших в России. Ее мощность по сырью составляет 800 тыс. тонн сырья в год! Это третья установка такой мощности в стране, предыдущие две были запущены на Омском и Ярославском НПЗ. Следует добавить, что средняя мощность установок «Изомалк-2» в России значительно выше, чем у установок по технологиям UOP и Axens. Результаты испытательных пробегов установок изомеризации на Орском и Рязанском НПЗ превзошли гарантированные показатели:

— ИОЧ верха колонны деизопентанизации фактически составило 93,0 при гарантированном 92,0;
— ИОЧ верха колонны деизогексанизации фактически составило 89,5 (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.

Такие преимущества технологии «Изомалк-2» позволили компании не только добиться беспрецедентного лидерства и завоевать ведущее положение на рынке технологий производства высокооктановых неароматических компонентов бензинов в РФ, но и успешно выйти на международные рынки. К концу 2015 года технология была лицензирована для внедрения в пяти странах, уверенно выведя ПАО «НПП Нефтехим» в ряды первоклассных компаний в своем сегменте рынка. Первые две установки из новых проектов будут введены в эксплуатацию уже в 2016-2017 годах в Индии и Китае.

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

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

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 ей на российских НПЗ решена задача производства автобензинов по стандарту ЕВРО-5.

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

Кроме того, перегруженность установок риформинга по сырью на НПЗ в РФ и высокое содержание бензолообразующих и компонентов C_7-углеводородов в сырье усугубляют проблему производства высококачественных автобензинов и требуют новых технологических решений. Назрела необходимость перевода фракции C_7-углеводородов (70-105°С) с установок каталитического риформинга на отдельные установки изомеризации гептановой фракции. Такая технология - «Изомалк-4» - уже создана ПАО «НПП Нефтехим» и готова к внедрению.

Еще одна проблема в нефтепереработке — дефицит природного изобутана. 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 разработала альтернативную технологию изомеризации

ISOMALK:
A CLASSIC CASE OF IMPORT SUBSTITUTION

Dmitry MOSIENKO, chief editor of «Oil Market»

Collapse of oil prices has once again raised in Russia a wave of talks and, of course, some of practical steps that aim to reduce dependence on imported technologies and equipment. Usually, these steps first of all pursue saving of foreign currency resources, and then creating jobs in the country, and only rarely creation of competitive analogues. Krasnodar company PJSC SIE NEFTEHIM, by developing its own technological solutions and products, not only solved all these problems, but also created a highly competitive technological brand in demand on world markets, and winning competition with the leading American, German and French suppliers of technologies for oil refining.

In 1997 there was only one isomerization plant in Russia. By the end of 2015 their number increased to 26, and by 2020 there will be nine more units, and total number will reach 35 plants.

Despite the extensive use of foreign isomerization technologies in Russia since the end of the 1990s, today the Russian technology Isomalk-2, which is presented by PJSC SIE NEFTEHIM, in RF is more popular than technologies of all other producers altogether. The approximate amounts of isomerate produced under various technologies are indicative:

— Süd Chemie - 300 KTA;
— Axens - 1,800 KTA;
— UOP “Par-Isom” - 440 KTA;

Технологии на цеолитных катализаторах / Technologies over zeolite catalysts	Технологии на хлорированных катализаторах / Technologies over chlorinated catalysts (UOP, Axens)	Технологии на сульфатированном катализаторе СИ-2 («Изомалк-2»,ПАО «НПП НЕФТЕХИМ») / Technologies over sulfated catalyst SI-2 («Isomalk-2», PJSC SIE NEFTEHIM)
X Температура процесса 250-280 °С, термодинамически неблагоприятная для процесса / Process temperature 250-280 °С, thermodynamically unfavorable for the process	V Температура процесса 130-160 °С / Process temperature 130-160 °С	V Температура процесса 130-160 °С / Process temperature 130-160°С
X Октановое число «за проход» 77-78 пунктов (ИМ) / “Once-through” octane number 77-78 RON	V Октановое число изомеризата с рециклом до 91 пунктов (ИМ) / Octane number of isomerate with recycle up to 91 RON	V Октановое число изомеризата с рециклом до 92 пунктов (ИМ) / Octane number of isomerate with recycle up to 92 RON
X Высокие затраты на ректификацию при работе с рециклом / High costs for rectification in case of operation with recycle	V Октановое число изомеризата «за проход» 82-84 пункта (ИМ) / “Once-through” octane number of isomerate 82-84 RON	V Октановое число изомеризата «за проход» 82-84 пункта (ИМ) / “Once-through” octane number of isomerate 82-84 RON
	X Необходимость постоянной подачи хлора и очистки УВГ / Need for constant supply of chlorine and purification of hydrocarbon gases	V Высокая стабильность и надежность катализатора / High stability and reliability of the catalyst
	X Высокая чувствительность к действию микропримесей серы, азота, воды / High sensitivity to traces of sulfur, nitrogen, and water	V Достигнут 10-летний эксплуатационный пробег без регенерации / 10-year operation run without regeneration is achieved
		V Подтвержденная возможность получения изомеризата с ИОЧ 92-93 пункта / Confirmed possibility of obtaining isomerate with 92-93 RON

Достоинства (V) и недостатки (X) различных технологий изомеризации C_5-C_6 фракции
Advantages (V) and disadvantages (X) of various technologies of C_5-C_6 isomerization

Traditionally Russia is considered a «gasoline» country. Harsh winters, availability of huge domestic oil production and a number of other reasons have led to the fact that cars with gasoline engines not only make up the majority of vehicles in the Russian Federation, but also provide growing demand for gasoline.

Unlike the EU, where «dieselization» of transport took place a long time ago, Russia continues to increase gasoline consumption, and with it — production of various grades of this motor fuel. Following the tightening of environmental regulations in the EU, USA and other highly developed regions of the world, Russian oil refiners found themselves in circumstances, when they are forced to reduce content of environmentally harmful components in gasoline, primarily benzene and aromatic hydrocarbons. Without isomerization technology this problem cannot be solved.

But Ukraine and Kazakhstan also remain «gasoline» countries; moreover, in Kazakhstan the consumption of gasoline is growing rapidly, and the country has to import more than one third of gasoline consumption, mainly from Russia, Belarus and China. And if in Russia isomerate production is growing steadily, in Kazakhstan and Ukraine, there is acute shortage of this product. As a result, Kazakhstan imports more than 30 percents, and Ukraine up to 80 percents of the required consumption of gasoline from Russia, Belarus and Lithuania. In case of Kazakhstan, China is added to the list of suppliers.

— UOP “Penex” - 1,400 KTA.

For comparison, in 2015 the production of C_5-C_6 isomerate in Russia on plants operating under “Isomalk-2” technology was about 5,170 KTA from the total volume of 9,100 KTA.

In 2015 two another isomerization plants under Isomalk-2 technology were commissioned — at the Orsk refinery and Ryazan Oil Refining Company (RORC), today included in structure of Rosneft giant. Now, with the commissioning of these plants in the Russian Federation, already eleven isomerization plants are utilizing «Isomalk» technology. At that, isomerization plant of RORC has become one of the largest in Russia. Its feed capacity amounts to 800 KTA! It is the third plant of such capacity in the country; the previous two were commissioned at the Omsk and Yaroslavl oil refineries. It should be added that the average capacity of «Isomalk-2» plants in Russia is much greater than that of plants under UOP and Axens technologies.

Results of test runs of isomerization plants at the Orsk and Ryazan refineries exceeded guaranteed performance:

— Octane number of deisopentanization column top actually was 93.0 RON with guaranteed value of 92.0 RON;
— Octane numbers of deisohexanization column top actually were 89.5 RON (Ryazan Refinery) and 92.0 RON (Orsk refinery). In the latter case, higher octane number is due to the presence of dependanizer column in the process scheme;
— Yield of isomerate was more than 98 wt. % with guaranteed

н-бутана — «Изомалк-3», призванную обеспечить стабильное производство изобутана.
В декабре 2015 года был произведен пуск первой установки изомеризации «Изомалк-3» с использованием оксидного платиносодержащего катализатора СИ-3 в Китае, в составе комплекса компании Shandong Sincier Petrochemical Co. по получению МТБЭ, с производительностью 200 тыс. т/год по сырью. Реализация данного проекта осуществлялась в рамках сотрудничества ПАО «НПП Нефтехим» с компанией GTC Technology US LLC в качестве партнера по лицензированию и продвижению технологии на мировом рынке.

Как ни странно, но наиболее благополучные в плане своих способностей (собственных субъективных умений) и возможностей (извне задаваемых рамок деятельности) к устойчивому развитию сектора российской экономики — информационно-коммуникационный (точнее, такой его сегмент, как мобильная связь, качественно и, похоже, уже «навсегда» опережающая прочие подвиды IT) и «углеводородный» (чего, опять же, нельзя сказать о ТЭКе в целом) редко оказываются предметом для анализа инновационных процессов. В сегодняшнем отечественном дискурсе со словом «инновации» сопряжено, как правило, представление о коммерчески рискованных проектах, основная проблема инновационного развития видится в наделении подобных проектов многообразными подпорками и «подушками безопасности» (преимущественно госбюджетными и околобюджетными), тогда как проблемы и практический опыт становления бизнес-технологических лидеров в «большой» экономике, реально выступающих в качестве основного драйвера экономического роста в целом, остаются в незаслуженной тени. Конечно, столь разные сектора, как те же добыча и переработка углеводородов («классическая» для нашей страны сфера) или мобильная связь (пожалуй, единственная из возникших буквально «с нуля» и коммерчески состоявшаяся отрасль), объединяет существенное обстоятельство: они не нуждаются в самопиаре как средстве выживания, в них вращаются действительно большие деньги, которые по определению «любят тишину». Отчасти поэтому можно с гораздо большей вероятностью услышать об инновационных проектах, скажем, в области биотехнологий, нежели в области нефтехимии. Между тем сама суть инновационного процесса как умения делать технологические ставки с упреждением, не только прогнозируя возможные варианты будущего, но и формируя это будущее здесь и сейчас, создавая завтрашние и послезавтрашние приоритеты, остается неизменной во всех случаях и обстоятельствах, при всей роли финансово-организационных инструментов и комбинаций, слияний и поглощений, к обсуждению которых, как правило, и сводится анализ развития и перспектив нефтегазового сектора.
Наш журнал не впервые представляет инновационный опыт «Научно-производственного предприятия Нефтехим», но на этот раз — системно, комплексно и, можно сказать, в исторической перспективе: четверть века успешной конкурентоспособной работы на рынке в России и за рубежом — стаж для подобного заявления достаточный.

Д. Лунев,
обозреватель рынков

performance 97 wt. %.
Such benefits of Isomalk-2 technology enabled the company not only to achieve unprecedented leadership and gain leading position on the market of production technologies of high-octane non-aromatic components of gasoline in the Russian Federation, but also to successfully enter international markets. By the end of 2015, the technology has been licensed for implementation in five countries, confidently leading PJSC SIE NEFTEHIM to the ranks of first-class companies in its market segment. The first two plants of the new projects will be put into operation in 2016-2017 in India and China.
The PJSC SIE NEFTEHIM's success, having become the result of many years of research innovative work and organizational efforts, is also placing greater requirements to the company and its management in respect of a strategy of further development and consolidation of the success.
Although production of non-aromatic components of gasoline in Russia has risen sharply, their shortage is acutely sensed there, however, the prospects of «dieselization» are still limited. Hence, as a consequence, a great number of problems for motorists, companies, fiscal and other bodies. In other words, the country is very acutely aware of the lack of clean, stable high-octane automotive component.
As a result of many years of company's work, today the Russian technology for producing isocomponents does not only compete with to the best world analogues, but even exceeds them. This is largely due to this technology the problem of gasoline production under EURO 5 standard is solved at Russian refineries.
However, to increase production and reduce net cost of commercial product, a further increase in production of high-octane non-aromatic gasoline components is needed.
In addition, overload of reforming plants by feedstock at refineries in the Russian Federation and high content of benzene-forming components and C_7-hydrocarbons in the feedstock exacerbate the problem of production of high quality motor gasoline and require new technological solutions. The need is ripe to transfer C_7-hydrocarbons fraction (70-105°C) from catalytic reforming plants to separate plants for isomerization of heptane fraction. Such technology, Isomalk-4, is created by PJSC SIE NEFTEHIM and ready for implementation.
Another problem in the oil refining is shortage of natural isobutane. With increasing depth of oil refining demand in isobutane for the production of alkylate and MTBE will constantly increase. Technology of n-butane isomerization will be increasingly urgent. However, although n-butane isomerization technology over highly chlorinated catalysts had received a sufficiently wide application in the global oil refining, it has a number of well-known shortcomings. In this regard, the company has developed an alternative technology of n-butane isomerization - Isomalk-3, intended to ensure stable production of isobutane.
In December 2015 the start-up of the first isomerization plant Isomalk-3 with usage of oxide platinum-containing catalyst SI-3 was conducted in China, within Shandong Sincier Petrochemical Co. complex for production of MTBE, with the feed capacity of 200 KTA. This project was implemented within the framework of PJSC SIE NEFTEHIM cooperation with GTC Technology US LLC as a partner in licensing and promotion of the technology on the world market.

TECHNOPOLIS XXI ТЕХНОПОЛИС XXI

ЖУРНАЛ ПРОМЫШЛЕННОГО, НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО И ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций
ПИ № 77-17602

Ссылка на перепечатку текстов обязательна

НАТАЛЬЯ МАЦУЛЕНКО
Главный редактор

ВЛАДИМИР НЕХОТИН
Редактор

ДАНИИЛ ДЫНИН
Перевод

ДМИТРИЙ ЛУНЕВ
Обозреватель рынков

ВАЛЕРИЯ ОДАРЕНКО
Специальный корреспондент в Сибири

АЛЕКСЕЙ ГРАЧЕВ
Дизайн

ЕЛЕНА ПАНИНА
Корректор

Учредитель и издатель ООО «Технополис XXI»
109012, Москва, ул. Ильинка 4, Гостиный двор, подъезд 4
Тел./факс: (8 499) 158 07 78
E-mail: mats2004@rambler.ru

ПАТЕНТЫ И СВИДЕТЕЛЬСТВА

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2321575

СПОСОБ ИЗОМЕРИЗАЦИИ ЛЕГКИХ БЕНЗИНОВЫХ ФРАКЦИЙ

Патент РФ № 2 321 575

Заявка №2006128932 от 19.06.2006 г.
«Способ изомеризации легких бензиновых фракций»
Дата приоритета: 19 июня 2006 г.

Russian patent No. 2 321 575

Application №2006128932 dated 19.06.2006.
“Method for isomerization of light gasoline fractions”
Priority date: June 19, 2006.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2470000

СПОСОБ ИЗОМЕРИЗАЦИИ ПАРАФИНОВЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ C_4-C_7

Патент РФ № 2 470 000

Заявка №2012122289 от 29.05.2012 г.
«Способ изомеризации парафиновых углеводородов C_4-C_7»
Дата приоритета: 29 мая 2012 г.

Russian patent No. 2 470 000

Application №2012122289 dated 29.05.2012.
“Method for isomerizing C_4-C_7 paraffinic hydrocarbons”
Priority date: May 29, 2012.

ЕВРАЗИЙСКАЯ ПАТЕНТНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ЕВРАЗИЙСКОЕ ПАТЕНТНОЕ ВЕДОМСТВО

ЕВРАЗИЙСКИЙ ПАТЕНТ

№ 008935

ГРИГОРЬЕВ Александр Николаевич

Евразийский патент № 008935

Заявка №200700667 от 19.06.2006 г.
«Способ изомеризации легких бензиновых фракций»
Дата приоритета: 19 июня 2006 г.

Eurasian patent No. 008935

Application №200700667 dated 19.06.2006.
“Method for isomerization of light gasoline fractions”
Priority date: June 19, 2006.

PATENTS AND CERTIFICATES

发 明 专 利 证 书

Патент Китая № ZL 200680051575.X

Заявка PCT №2006/000318 от 19.06.2006 г.
«Способ изомеризации
легких бензиновых фракций»
Дата приоритета: 19 июня 2006 г.

Chinese Patent No. ZL 200680051575.X

PCT Application №2006/000318 dated 19.06.2006.
"Method for isomerization of light gasoline fractions"
Priority date: June 19, 2006.

भारत सरकार
GOVERNMENT OF INDIA
पेटेंट कार्यालय
THE PATENT OFFICE
पेटेंट प्रमाणपत्र
Patent Certificate

Patent No. : 253416
Application No. : 4593/KOLNP/2007
Date of Filing : 19-06-2006
Patentee : OTKRYTOE AKTSIONERNOE OBSCHESTVO "NAUCHNO-PROIZVODSTVENNOE PREDPRIYATIE NEFTEKHIM"

It is hereby certified that a patent has been granted to the patentee for an invention entitled A METHOD OF ISOMERIZATION OF LIGHT GASOLINE FRACTIONS as disclosed in the above mentioned application for the term of 20 years from the 19 day of JUNE 2006, in accordance with the provisions of the Patents Act,1970.

Controller of Patents
Controller General of Patent, Design & Trade marks
Date of Grant: 18/07/2012

Note.-The fees for renewal of this patent,if it is to be maintained , will fall / has fallen due on 19 day of JUNE 2008 and on the same day in every year thereafter.

Патент Индии № 253 416

Заявка PCT №2006/000318 от 19.06.2006 г.
«Способ изомеризации легких бензиновых фракций»
Дата приоритета: 19 июня 2006 г.

Indian Patent No. 253 416

PCT Application №2006/000318 dated 19.06.2006.
"Method for isomerization of light gasoline fractions"
Priority date: June 19, 2006.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
СВИДЕТЕЛЬСТВО
№413734
ИЗОМАЛК

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
СВИДЕТЕЛЬСТВО
№413735
ISOMALK

Товарный знак

Товарный знак ИЗОМАЛК

Свидетельство на товарный знак №413734

Trademark

Trademark ISOMALK
Certificate of trademark №413735

Крупнейший комплекс изомеризации **«Изомалк-2»** мощностью 800 000 тонн в год, спроектированный по базовому проекту ОАО **«НПП Нефтехим»**, построен и введен в эксплуатацию на Омском НПЗ в ноябре 2010 г. Установка работает по схеме с полным рециклом непревращенных малоразветвленных изомеров. Количество рецикла составляет менее 60% от сырья. Выход товарного продукта – 98% масс., при гарантированном не менее 97% масс.
При гарантированном октановом числе не менее 91 пункта по исследовательскому методу, на установке вырабатывается компонент товарного бензина с октановым числом 92 пункта.
Показатели установки свидетельствуют о высокой эффективности российской технологии **«Изомалк-2» и катализатора СИ-2**, не уступая лучшим мировым аналогам.

А.В. Глазов, зам. генерального директора — технический директор
ОАО «Газпромнефть — Омский НПЗ»
(08.04.2011)

В 2004 г. установка изомеризации АО «Петротел-Лукойл» была модернизирована под процесс «Parisom» по лицензии фирмы «UOP» с загрузкой в реакторный блок катализатора LPI-100. Проектом предусмотрены деизопентанизация сырья и рецикл низкооктановых гексанов. Гарантированные показатели не были достигнуты.
В 2006 году установка была переведена на технологию **«Изомалк-2»** с использованием оксидного **катализатора СИ-2**, разработанного ОАО **«НПП Нефтехим»** (Россия). После замены катализатора октановое число смесевой фракции изокомпонентов увеличено на 4 пункта и составляет 86-87 пунктов по моторному методу.
С момента загрузки **катализатор СИ-2** не подвергался регенерации, показывая стабильность октановых характеристик изокомпонента в течение всего цикла. Ожидаемый срок межрегенерационного пробега по оценке Лицензиара составляет 10 лет.
Внедрение на установке изомеризации технологии «Изомалк-2» позволило увеличить выработку автобензинов по стандартам ЕВРО-5 и повысить эффективность производства.

Д. Дэнулеску, заместитель Генерального директора — Главный инженер
S.C. PETROTEL-LUKOIL S.A.
(07.04.2011)

В 2016 году планируется ввод в эксплуатацию установки изомеризации легкой нафты мощностью 420 тыс. тонн для комплекса нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов ПАО «Татнефть имени В.Д. Шашина».
Технология **«Изомалк-2»** компании ПАО **«НПП Нефтехим»** была выбрана в жесткой конкуренции с крупными иностранными компаниями.
Хорошо организованная и качественная работа специалистов ПАО **«НПП Нефтехим»** позволила выдержать строгие сроки реализации проекта. За весь период работы специалисты оказывали информационно-консультационную помощь, быстро и оперативно решали возникающие вопросы.
Профессионализм и качество оказанных услуг соответствуют лучшим мировым стандартам, что позволяет смело заявить о появлении на рынке технологий в отрасли нефтепереработки и нефтехимии отечественного Лицензиара, не уступающего мировым лидерам.

А.А. Нурмиев, и.о. начальника Управления по реализации проектов строительства
ПАО «Татнефть имени В.Д. Шашина»
(01.05.2016)

Перевод установки изомеризации ЗАО «РНПК», работавшей на цеолитном катализаторе в 2005 году, на оксидный **катализатор СИ-2** и технологию **«Изомалк-2»** позволил снизить температуру процесса до 130-140 °С на входе в реакторный блок и повысить октановое число изомеризата на 4-5 пунктов, увеличить выработку автобензинов по стандартам Евро-3 и Евро-4.
Эксплуатация установки с 2005 года на **катализаторе СИ-2** свидетельствует о высоких показателях катализатора и технологии **«Изомалк-2»**, разработанных ОАО **«НПП Нефтехим»**.

С.А. Макеев, директор производственного департамента
ЗАО «Рязанская нефтеперерабатывающая компания»
(21.03.2011)

Установка изомеризации легких бензиновых фракций по технологии **«Изомалк-2»** спроектирована для ОАО «Саратовский НПЗ» по лицензии и исходным данным ОАО **«НПП Нефтехим»**. Проектная производительность установки по сырью составляет 300 тыс. т/год.
После вывода технологического объекта в пуско-наладку и проведения испытательного пробега (в течение трех дней) в марте 2013 г. были достигнуты следующие показатели процесса:
— на установке получен компонент товарного бензина (смесь изопентановой фракции, дистиллята ДИГ и кубового продукта колонны ДИГ) с октановым числом по исследовательскому методу 92,5-93,0 пункта, при гарантированном не менее 91,0 пункта;
— выход стабильного изомеризата на сырье реакторного блока изомеризации составил 98,3-98,5 % масс, при гарантированном не менее 97 % масс;
— температура на входе в реактора составляет 130-135°С.
Ожидаемый срок межрегенерационного пробега по оценке Лицензиара составляет не менее 6 лет, общий срок службы 12 лет.
Достигнутые показатели установки свидетельствуют о высокой эффективности российской технологии **«Изомалк-2»** и **катализатора СИ-2**, не уступая лучшим мировым аналогам.

А.А. Демахин, и.о. директора по производству — главного инженера
ОАО «Саратовский НПЗ»
(15.05.2013)

В феврале 2009 года на установке Л-35-11/1000 секции изомеризации ОАО «Новойл», работающей на цеолитном катализаторе фирмы «Axens» по схеме с рециклом малоразветвленных гексанов, осуществлена реконструкция для перевода на низкотемпературный процесс **«Изомалк-2»**.
Перегрузка цеолитного катализатора на оксидный **катализатор СИ-2** позволила повысить октановое число изокомпонента на 5-6 пунктов и довести его до 85 пунктов по моторному методу.
Внедрение на установке изомеризации технологии **«Изомалк-2»** позволило увеличить выработку автобензинов по стандартам ЕВРО-3 и ЕВРО-4 и повысить эффективность производства.
Эксплуатация установки свидетельствует о высоких показателях катализатора и технологии **«Изомалк-2»**, разработанных ОАО **«НПП Нефтехим»**.

С.И. Борисов, генеральный директор
ОАО «Ново-Уфимский нефтеперерабатывающий завод»
(21.03.2011)

В 2005 году установка Л-35-11/300, работавшая по схеме изоселектоформинга, была перепрофилирована на технологию **«Изомалк-2»**.
За время эксплуатации установки с 2005 года октановое число стабильного изомеризата составляет 80,5-81,5 пункта по моторному методу, прирост октанового числа изомеризата по отношению к сырью в пределах 13-15 пунктов в зависимости от содержания изомеров в сырье, выход стабильного изомеризата не менее 98 % масс. Температурный режим находится в пределах 130-140 °С на входе в первый реактор.
С начала эксплуатации катализатора регенерация не проводилась.
Ожидаемый срок межрегенерационного пробега по оценке Лицензиара – ОАО **«НПП Нефтехим»** – составит более 6 лет, общий срок службы – 12 лет.
Эксплуатация установки с 2005 года свидетельствует о высоких показателях катализатора и технологии **«Изомалк-2»**, разработанных **ОАО «НПП Нефтехим»**.

Г.Д. Залищевский,
технический директор ООО «КИНЕФ»
(17.03.2011)

В Межведомственный совет по присуждению премий Правительства Российской Федерации в области науки и техники.

Отзыв на работу «Создание и широкомасштабное внедрение российской конкурентоспособной технологии изомеризации и промышленных комплексов «ИЗОМАЛК», для крупнотоннажного производства автобензинов, соответствующих требованиям европейских стандартов», выполненную коллективом авторов: Глазов А.В., Луговской А.И., Николайчук В.А., Розенберг Л.С., Санников А.Л., Федорова М.Л., Чернер А.М., Шакун А.Н., выдвинутую на соискание Премии Правительства РФ в области науки и техники в 2011 году.

Работу авторов, выдвинутую на соискание Премии Правительства, трудно переоценить. Разработана и внедрена востребованная нефтепереработкой отечественная технология получения экологичного высокооктанового компонента. Актуальность данной работы обусловлена не только решением вопросов качества автобензинов, но и созданием полной технологической отечественной цепочки от проектирования до выпуска продукции.
В рамках работы:
— был разработан принципиально новый бесхлорный катализатор на сульфатированных оксидах металла «СИ-2», обладающий высокой изомеризующей активностью, стабильностью, устойчивостью к действию каталитических ядов, позволяющий проводить изомеризацию легких пентан-гексановых фракций бензина. Катализатор по своим характеристикам не только не уступает зарубежным аналогам, а даже их превосходит — по стабильности показателей процесса изомеризации, гарантийному ресурсу работы и, что самое главное, отвечает высокому классу экологической безопасности.
— организовано серийное производство катализатора на двух катализаторных фабриках в Рязани и Ангарске.
— реализованы крупнотоннажные технологические комплексы серии «Изомалк». Так, например, на Омском нефтеперерабатывающем заводе компании «Газпромнефть» построен и успешно работает крупнейший в Европе комплекс «Изомалк-2» мощностью 800 тыс. т/год, позволяющий получать бензины, отвечающие требованиям Класса-4 и Класса-5.
О том, что разработанная технология низкотемпературной изомеризации серии «Изомалк» высококонкурентна, говорит уже то, что на семи российских нефтеперерабатывающих предприятиях страны реализованы такие проекты, ведется проектирование и строительство еще на 9 НПЗ. Кроме того, работают две зарубежные установки процесса «Изомалк» на НПЗ в Румынии и Украине.
Авторами проведена огромная работа по продвижению технологии «Изомалк» на международный рынок. Проведена работа по патентированию технологии в РФ, Украине, Европе и других странах. На многочисленных конференциях, конгрессах докладывалось о сущности и полученных результатах технологии «Изомалк», опубликовано более 150 научных трудов.
Данной работой сделан еще один шаг к созданию технологической и экономической независимости российской нефтепереработки. На наш взгляд, работа «Создание и широкомасштабное внедрение российской конкурентоспособной технологии изомеризации и промышленных комплексов «ИЗОМАЛК», для крупнотоннажного производства автобензинов, соответствующих требованиям европейских стандартов» безусловно заслуживает Премии правительства Российской федерации в области науки и техники.

О.Г. Белявский, генеральный директор
ОАО «Газпромнефть-ОНПЗ»
(17.11.2011)

ГАЗПРОМ НЕФТЬ
TATNEFT
LUKOIL OIL COMPANY
БАШНЕФТЬ
РОСНЕФТЬ
ОАО "СУРГУТНЕФТЕГАЗ"
КИНЕФ
ООО "ПО "КИРИШИНЕФТЕОРГСИНТЕЗ"

The largest isomerization complex **“Isomalk-2”** with capacity of 800,000 tons per year, designed by the Basic Design of **SIE NEFTEHIM**, was built and commissioned at the Omsk Refinery in November 2010. The plant operates under the scheme with full recycle of unconverted low-branched isomers. The amount of recycle is less than 60% of the feedstock. The yield of commercial product equals to 98 % wt., while guaranteed yield is not less than 97% wt.
With the guaranteed minimum research octane number of no less than 91 points, the component of commercial gasoline with octane number of 92 points is produced at the plant.
The plant performances show high efficiency of the Russian technology **“Isomalk-2”** and **SI-2 catalyst**, not yielding to the best world analogues.

A.V. Glazov, Deputy General Director – Technical Director,
OJSC “Gazpromneft – Omsk Refinery”
(08/04/2011)

In 2004, the isomerization plant of S.C. Petrotel-Lukoil S.A. was revamped for Parisom process under UOP license with LPI-100 catalyst loading to the reactor block. The project provides for feedstock deisopentanization and recycle of low octane hexanes. Guaranteed performance was not achieved.
In 2006, the plant was transferred to **“Isomalk-2”** technology with usage of oxide **catalyst SI-2**, developed by **SIE NEFTEHIM** (Russia). After replacement of the catalyst, the octane number of the mixed fraction of the isocomponents increased by 4 points and it is 86-87 points by the motor method.
Since loading **catalyst SI-2** was not subjected to regeneration, showing stability of octane characteristics of the isocomponent during entire cycle. Expected cycle length by Licensor’s assessment is 10 years.
Implementation of **“Isomalk-2”** technology at the isomerization plant allowed increasing production of gasoline by EURO 5 standards and enhancing production efficiency.

D. Danulescu, Deputy General Director – Chief Engineer,
S.C. PETROTEL-LUKOIL S.A.
(07/04/2011)

In 2016 it is planned to commission the light naphtha isomerization plant with capacity of 420 thousand tons/year for the complex of oil processing and petrochemical plants of PJSC “Tatneft named after V.D. Shashin”.
“Isomalk-2” technology of **SIE NEFTEHIM** was chosen in tough competition with large foreign companies.
A well-organized and high quality work of JSC **SIE NEFTEHIM’s** specialists allowed withstanding strict deadlines of the project implementation. Over the entire period of the work experts provided informational and consulting support, quickly and efficiently solved emerging issues.
Professional competence and high quality of provided services meet the best world standards. It allowed to announce with confidence that domestic Licensor not yielding to the world leaders appeared on the market of technologies in oil refining and petrochemical industry.

A.A. Nurmiev, Acting Head of Construction Projects Implementation Department,
PJSC “Tatneft named after V.D. Shashin”.
(01/05/2016)

Conversion of CJSC “Ryazan Oil Refinery Company” isomerization plant which previously operated over zeolite catalyst in 2005 to the oxide **catalyst SI-2** and **“Isomalk-2”** technology helped to reduce the process temperature to 130-140 °C at the reactor block inlet, increase the octane number of isomerate by 4-5 points and enhance production of gasolines by EURO 3 and EURO 4 standards.
Operation of the plant since 2005 with **SI-2 catalyst** shows high performances of the catalyst and **“Isomalk-2”** technology, developed by JSC SIE NEFTEHIM.

S.A. Makeyev, Director of Production Department,
CJSC “Ryazan Oil Refinery Company”
(21/03/2011)

The plant for isomerization of light gasoline fractions under **“Isomalk-2”** technology was designed for OJSC “Saratov Refinery” under License and Basic Design of **JSC SIE NEFTEHIM**. Design feed capacity of the plant is 300 thousand tons/year.
Following commissioning and test run of the process object (during three days) the following process performances were achieved in March 2013:
- A component of commercial gasoline (a mixture of isopentane fraction, DIH distillate and bottom product of DIH column) was obtained at the plant with research octane number (RON) of 92.5-93.0 points, while guaranteed value is at least 91.0 RON.
- Yield of stable isomerate per isomerization reactor block feed was 98.3-98.5 % wt., while guaranteed value is at least 97% wt.
- Temperature at the reactors inlet is 130-135 °C.

Expected cycle length per Licensor’s assessment is not less than 6 years, total service life of the catalyst is 12 years.
The achieved performances of the plant show high efficiency of Russian technology **“Isomalk-2”** and **SI-2 catalyst**, not yielding to the best world analogues.

A.A. Demakhin, Acting Production Director – Chief Engineer,
OJSC “Saratov Refinery”
(15/05/2013)

IIn February 2009, at the isomerization section of plant L-35-11/1000 of OJSC “Novoil”, operating on Axens zeolite catalyst per scheme with recycle of low-branched hexanes, a revamp was carried out for transfer to the low-temperature process **“Isomalk-2”**.
Overloading of zeolite catalyst to oxide **catalyst SI-2** allowed increasing octane number of the isocomponent by 5-6 points and bringing it up to 85 points by the motor method.
Introduction of **“Isomalk-2”** technology at the isomerization plant allowed increasing the production of motor gasoline by standards EURO 3 and EURO 4 and increasing production efficiency.
Operation of the plant demonstrates high performances of the catalyst and **“Isomalk-2”** technology, developed by **JSC SIE NEFTEHIM**.

S.I. Borisov, General Director,
OJSC “Novo-Ufa Refinery”
(21/03/2011)

In 2005 plant L-35-11/300, which had operated per Isoselectoforming scheme was converted to **"Isomalk-2"** technology.
During plant operation since 2005 the octane number of stable isomerate is 80.5-81.5 points by the motor method, the increase of octane number of the isomerate in relation to the feedstock is within 13-15 points, depending on the isomers content in the feed, the yield of stable isomerate is no less than 98 % wt. Temperature range is within 130-140°C at the first reactor inlet.
Since the beginning of catalyst operation, its regeneration was not performed. The expected cycle length of the catalyst by assessment of Licensor (JSC SIE NEFTEHIM) will be more than 6 years, and total service life – 12 years.
Operation of the plant since 2005 shows high performances of the catalyst and **"Isomalk-2"** technology, developed by JSC SIE NEFTEHIM.

G.D. Zalischevsky, Technical Director,
KINEF, LLC
(17/03/2011)

To the Inter-Agency Council for awarding prizes of the Russian Federation Government in the field of science and technology.

Review to the work "Creation and large-scale implementation of Russian competitive isomerization technology and industrial complexes "ISOMALK" for large-tonnage production of motor gasolines meeting requirements of European standards", performed by a team of authors: Glazov A.V., Lugovskoy A.I., Nikolaichuk V.A., Rosenberg L.S., Sannikov A.L., Fedorova M.L., Cherner A.M., Shakun A.N., nominated for the Prize of the RF Government in the field of science and technology in 2011.

The work of the authors nominated for the Governmental Prize competition cannot be overestimated. Much-needed domestic refining technology for production of environmentally friendly high-octane component is developed and implemented. The relevance of this work is stipulated by not only solution of issues of motor gasoline quality, but also by creation of a complete domestic technological chain, from design to production.
Within the framework of the work:
— there was developed fundamentally new non-chlorine catalyst SI-2 on sulfated metal oxides having a high isomerization activity, stability, resistance to catalytic poisons, allowing to carry out isomerization of light pentane-hexane fractions of gasoline. By its characteristics the catalyst is not inferior to foreign analogues, and even exceeds them – in respect of stability of isomerization process performances, guaranteed working resource and, most importantly, meets high class of ecological safety.
— there was organized a serial production of catalyst on two catalyst plants in Ryazan and Angarsk.
— there were implemented large-scale technological complexes of "Isomalk" series. For example, at Omsk Refinery" of OJSC "Gazpromneft" there was built and is successfully operating the largest in Europe complex "Isomalk-2" with capacity of 800 thousand tons/year, allowing obtaining gasolines, meeting requirements of Euro 4 and Euro 5 standards.
High competitiveness of the developed low-temperature isomerization technology of "Isomalk" series is confirmed by the fact, that such projects are already implemented at seven Russian oil refineries, design and construction are conducted at another 9 refineries. In addition, two foreign "Isomalk" plants are in operation at refineries in Romania and Ukraine.
The authors have done of a lot of work to promote "Isomalk" technology to the international market. The work on patenting the technology in the Russian Federation, Ukraine, Europe and other countries was conducted. Nature and results of application of "Isomalk" technology were reported on numerous conferences and congresses. More than 150 scientific works have been published.
This work is another step towards creation of technological and economic independence of Russian oil refining. In our view, the work "Creation and large-scale implementation of Russian competitive isomerization technology and industrial complexes "ISOMALK" for large-tonnage production of motor gasolines meeting requirements of European standards" definitely deserves the Prize of the Russian Federation Government in the field of science and technology.

O.G. Belyavsky, General Director,
OJSC "Gazpromneft – Omsk Refinery"
(17/11/2011)

ГАЗПРОМ НЕФТЬ
TATNEFT
LUKOIL OIL COMPANY
БАШНЕФТЬ
РОСНЕФТЬ
ОАО "СУРГУТНЕФТЕГАЗ"
КИНЕФ
ООО "ПО КИРИШИНЕФТЕОРГСИНТЕЗ"

Development & introduction of petrochemical processes

New isomerization and reforming technologies

Новые технологии изомеризации и риформинга

PJSC SIE NEFTEHIM

Публичное акционерное общество «Научно-производственное предприятие Нефтехим»

ПАО «НПП НЕФТЕХИМ»

ЛИЦЕНЗИРОВАНИЕ

LICENSING

БАЗОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

BASIC ENGINEERING

СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ УСТАНОВОК

SUPERVISION OF UNITS DESIGN AND CONSTRUCTION

ПРОИЗВОДСТВО И ПОСТАВКА КАТАЛИЗАТОРОВ

CATALYST PRODUCTION AND SUPPLY

МОНИТОРИНГ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОНСУЛЬТАЦИИ

MONITORING AND TECHNICAL CONSULTING

www.nefthim.com

e-mail:info@nefthim.ru | 4 Zakharov St. 350007, Krasnodar, Russia | +7(861)-267-80-31