



ЗЕЛЕНый СВЕТ ДЛя НЕФТЕГАЗОХИМИИ ОГРОМНАЯ СЫРЬЕВАЯ БАЗА И ИННОВАЦИИ – ОСНОВА ДЛя ВЫПУСКА ВЫСОКОМАРЖИНАЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ В РОССИИ

МАКСИМОВ А.Л.

Член-корр. РАН, д.х.н.,
директор ИНХС РАН им. Топчиева

ЯРУЛЛИН Р.С.

Акад. АН РТ, генеральный
директор «Татнефтехиминвест-
холдинг», д.х.н.

ИВАНОВ В.П.

Президент РСХ,
заслуженный химик РФ, к.т.н.

ВАЖЕНИН Ю.И.

Вице-президент СНГПР, к.т.н.

БАЖЕНОВ В.П.

Вице-президент Ассоциации
нефтепереработчиков
и нефтехимиков,
почетный химик РФ

РЕМПЕЛЬ Р.Д.

2000-2020 гг. –
член СД «ТАНЭКО», к.х.н.

БАБЫНИН А.А.

Генеральный директор
«ОНХ-Холдинг»,
заслуженный химик РТ

ЗАМРИЙ А.В.

Исполнительный директор
МЭАЦ СНГПР

ЧЕРНЫХ С.П.

Старший советник
МЭАЦ СНГПР

Сегодня мировой нефтегазовый рынок вступает в эпоху коренной трансформации. Она обусловлена, во-первых, активным развитием так называемой альтернативной энергетики и прогнозируемым сокращением доли ископаемых топлив в глобальном энергобалансе. Во-вторых, усилением конкурентной борьбы за рынки сбыта углеводородных ресурсов. И наконец, в-третьих, повышением роли политических инструментов в процессе экономической конкуренции, ярким примером чему является усиление санкционного давления на российский нефтегазовый комплекс. В данных условиях задача России – поиск эффективных ответов на возникающие вызовы. И одним из них должно стать возрождение отечественной нефтегазохимии (НГХ), обеспечивающей производство высококонкурентных товаров с высокой добавленной стоимостью на основе углеводородного сырья.



Цепочка эффективности

В нашей стране имеются прекрасные предпосылки для развития нефтегазохимии. В первую очередь, необходимо отметить наличие огромных ресурсов углеводородов. По оценкам Минпромторга России, сырьевая база к 2035 году будет достаточной и для экспорта сырья, и для его глубокой переработки. Так, объем добычи нефти (с газовым конденсатом) увеличится с 512 млн тонн в 2020 году до 523 млн тонн в 2023-м, природного газа – с 692 млрд м³ до 878 млрд м³ за аналогичный период.

При этом на фоне относительно небольшого роста нефтяного экспорта и сокращения первичной переработки (с 274 млн тонн в 2020 году до 230 млн тонн в 2035-м) резко вырастут объемы сырья, направляемого на производство продукции нефтегазохимии, – с 13,3 до 27,7 млн тонн. Еще более яркая динамика намечается по газу – объемы его использования на нужды газохимии могут увеличиться с 24 до 120 млрд м³.

В России выпускается без малого 700 тыс. тонн в год полиуретанов, собственное производство диизоцианата в стране отсутствует

Такой весьма динамичный рост сырьевой базы НГХ обеспечит интенсивное наращивание выпуска основных видов продукции отрасли. В частности, производство продуктов метановой газохимии может достичь почти 66 млн тонн, олефинов и полиолефинов – 47,3 млн тонн,

эластомеров – 2,1 млн тонн, ароматики – 3,1 млн тонн. Поскольку нефтегазохимия неизбежно развивается в комплексе с нефтепереработкой, такой рывок обеспечит и расширение выпуска высококачественных топлив и масел (до 143 млн тонн) и газомоторного топлива (до 10 млрд м³).

На фоне относительно небольшого роста нефтяного экспорта и сокращения первичной переработки (с 274 млн тонн в 2020 году до 230 млн тонн в 2035-м) резко вырастут объемы сырья, направляемого на производство продукции нефтегазохимии – с 13,3 до 27,7 млн тонн. Еще более яркая динамика намечается по газу – объемы его использования на нужды газохимии могут увеличиться с 24 до 120 млрд м³

Однако налаживание широкомасштабного выпуска базовой продукции отрасли – это только первый шаг на пути к лидерству России в сфере нефтегазохимии. Данные базовые продукты послужат сырьем для производства более высокомаржинальных товаров. Так, на основе олефинов и полиолефинов возможно создание мощностей по изготовлению полиэтилена (LDPE, HDPE, LLDPE и др.), полипропилена, эпоксидов, ПЭТФ, ПВА, ПВХ, а также продуктов органического синтеза (АК, н-бутанол, эпихлоргидрин, ВЖС, УК, ИПС и др.). В свою очередь, алкены станут сырьем для получения изопренового каучука, бутилкаучука, МТБЭ, малеинового ангидрида и широкой гаммы

другой продукции. Еще более разнообразный ассортимент продукции можно получить из ароматических углеводородов: бензол, толуол, ксилолы, полистирол, АБС-пластик, ПЭТФ, поликарбонаты, терефталевая кислота и т.д.

Но и перечисленная номенклатура – отнюдь не конечное звено нефтегазохимической цепочки. Главная задача отечественного промышленного комплекса – освоить выпуск материалов и комплектующих для множества отраслей российской экономики, обеспечив тем самым широкое импортозамещение. Это не только станет залогом технологической независимости нашей страны, но и послужит источником стремительного роста доходов отечественных компаний и государства. К примеру, только в автомобильной промышленности эффект от перехода с зарубежных на российские комплектующие, изготовленные из нефтехимических материалов, оценивается в 21 трлн рублей, в самолетостроении – в 4,15 трлн рублей.

Выстраивание полной цепочки нефтегазохимического производства – от сырья до конечной высокотехнологичной продукции – позволяет многократно увеличить стоимость продукта, в 10-80 раз!

Точки роста

НГХ является высокодифференцированной отраслью, производящей огромный набор продуктов, необходимых для большинства секторов экономики. Безусловно, несмотря на наличие обширной ресурсной базы, невозможно в относительно короткие сроки организовать выпуск всех видов нефтехимической продукции, в которой нуждаются российские предприятия и конечные потребители. Поэтому необходимо выделить «точки роста», где может быть достигнут наибольший эффект в краткосрочной перспективе.

На основе олефинов и полиолефинов возможно создание мощностей по изготовлению полиэтилена (LDPE, HDPE, LLDPE и др.), полипропилена, эпоксидов, ПЭТФ, ПВА, ПВХ, а также продуктов органического синтеза (АК, н-бутанол, эпихлоргидрин, ВЖС, УК, ИПС и др.)

В качестве примера можно привести производство диизоцианатов. Это вещество является звеном в цепочке «толуол – динитротолуол – толуолдиамин – толуиленидиизоцианат – полиуретаны». И несмотря на то, что в России выпускается без малого 700 тыс. тонн в год полиуретанов, собственное производство диизоцианата в стране отсутствует. Поэтому производители полиуретанов посто-

янно сталкиваются с дефицитом данного вещества, который достигает 125 тыс. тонн в год. Налаживание его выпуска позволило бы не только избавиться от зависимости от импорта, но и расширить производство полиуретана и товаров на его основе.

Можно привести примеры и других продуктов, способных послужить «точками роста» для нефтегазохимической промышленности. Это, в частности, суперабсорбент, алкидные смолы, полиамиды, эпихлоргидрин, сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ) и т.д.

Существует зависимость процессов электрообессоливания (ЭЛОУ) от импортных расходных реагентов – дезмульгаторов

Опора на такие «точки роста» даст возможность обеспечить мультипликативный эффект для всей экономики страны. Во-первых, получают импульс к развитию многие смежные сектора экономики, обеспечивающие создание и функционирование новых производств, в первую очередь машиностроение, инжиниринг, строительная индустрия. Стоит также отметить, что НГХ является отраслью со значительным энергопотреблением (хотя и не супервысоким, как, например, в металлургии), что создает предпосылки для роста отечественной электроэнергетики и использования тех же углеводородов в целях развития российской промышленности, а не для экспорта.

Во-вторых, появление на рынке относительно недорогих и широкодоступных нефтегазохимических материалов станет драйвером роста отраслей-потребителей – это уже упомянутые машиностроение и самолетостроение, строительный комплекс, лакокрасочная и легкая промышленности.

В-третьих, создание новых нефтехимических производств будет связано с разработкой и внедрением прорывных инновационных технологий, организацией выпуска передового высокотехнологического оборудования. Это может послужить локомотивом не только для отраслевой науки, но и для множества других областей знания – в частности, для разработки принципиально новых материалов.

В-четвертых, строительство новых предприятий и расширение выпуска продукции на уже действующих мощностях приведет к созданию десятков и даже сотен новых рабочих мест, повышению благосостояния российского населения.

Наконец, в-пятых, увеличатся налоговые поступления в бюджеты всех уровней, что также позволит эффективно решать многие социальные проблемы.

Технологические пробелы

Безусловно, только наличия огромных запасов сырья недостаточно для развития нефтегазохимии. В данном случае речь идет о сооружении новых высокотехнологичных производственных установок, основанных на передовых инновационных решениях. К сожалению, в последние десятилетия развитие отечественной нефтегазопереработки и нефтегазохимии в значительной степени опиралось на импортные технологии и оборудование. Сегодня, на фоне усиления санкционного давления на Россию и ухода из страны множества зарубежных компаний, вопросы импортозамещения встают особенно остро. И уже нельзя откладывать их решение на потом, необходимо в экстренном порядке разрабатывать отечественные инновационные решения и внедрять их на практике.

«Точками роста» для нефтегазохимической промышленности могут стать суперабсорбент, алкидные смолы, полиамиды, эпихлоргидрин, сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ)

Причем «узкие места», связанные с чрезмерной зависимостью от импорта, возникают по всей производственной цепочке – начиная от нефтепереработки и заканчивая выпуском конечной высокомаржинальной нефтегазохимической продукции. Подробно список технологий, нуждающихся в импортозамещении, представлен в таблице «Технологии импортозамещения».

В качестве примера можно привести зависимость процессов электрообессоливания (ЭЛОУ) от импортных расходных реагентов – деэмульгаторов. Сегодня широко распространены такие их зарубежные марки, как «Кемеликс 3307Х» (ICI), «Диссольтван 3359» (Clariant), «Химек 2437» (Chemec). В России также выпускается деэмульгатор марки «Геркулес» (КОЛТЕК), но объемы его производства недостаточны и дефицит данного компонента достигает 20 тыс. тонн в год. Поэтому необходимо решить вопрос о расширении выпуска деэмульгаторов с привлечением российских научных организаций, таких как, например, АО «ВНИИ НП».

Ряд проблем возник и в области газопереработки: проектировщик отказался от проектного сопровождения, а разработчики – от технического сопровождения таких процессов, как низкотемпературная сепарация и адсорбционная сушка.

В сфере производства крупнотоннажных полимеров проблемы возникли с технологией пиролиза при термоокислительном разложении углеводородов под действи-

ем высокой температуры при недостатке воздуха – в России отсутствует разработчик, готовый предложить свою технологию. Существуют трудности и в области полимеризации с получением каучуков – там хотя и используются в основном отечественные катализаторы, но есть импортные составляющие (например, TIBA высокого качества).

Наконец, самые большие сложности накопились в тонкой и специальной (мало- и среднетоннажной) нефтегазохимии. К примеру, недоступны для лицензирования процессы получения метионина, изоцианатов, N-винилпирролидона (N-ВП). Ограниченный опыт внедрения имеют технологии гидроконверсии гудрона, производства N-метилпирролидона (пока на стадии разработки). По всем этим направлениям уже ведутся отечественные разработки, но они требуют проведения опытных и пилотных испытаний.

Такая масштабная задача, как разработка новых технологий и создание высокотехнологичных производств, не по силам отдельным, даже самым крупным, компаниям отрасли. Здесь необходима тесная координация усилий предприятий в сфере инжиниринга, машиностроения, строительной индустрии, самой нефтегазохимии. Более того, требуется плотное взаимодействие всех участников данного процесса: государства, бизнеса, фундаментальной и отраслевой науки, профильных вузов.

Чтобы обеспечить такое взаимодействие, нужен некий единый регулирующий центр – ответственное министерство, ведомство или межведомственный орган.

Алкены станут сырьем для получения изопренового каучука, бутилкаучука, МТБЭ, малеинового ангидрида и широкой гаммы другой продукции. Еще более разнообразный ассортимент продукции можно получить из ароматических углеводородов: бензол, толуол, ксилолы, полистирол, АБС-пластик, ПЭТФ, поликарбонаты, терефталевая кислота

Кроме того, нефтегазохимическим проектам должен быть обеспечен «зеленый свет» на государственном уровне, включая создание благоприятной фискальной системы и снижение административных барьеров. Однако не следует думать, что предоставление отрасли тех или иных налоговых льгот может негативно отразиться на государственном бюджете – меры господдержки и вложенные инвестиции станут гарантами высокой экономической эффективности проектов и в итоге принесут значительные доходы как компаниям-участникам, так и государству, и обществу в целом.

Таблица. Возможности замещения технологий нефтегазопереработки и нефтегазохимии

Под-отрасль	Технология	Основное оборудование, % импортозамещения	Используемые технологии		Возможности замещения		
			Лицензиары	Проблемы	Россия – институт, центр разработчики технологии, катализаторы, проектировщики	Страны Азии	Проблемы
Нефтепереработка	ЭЛОУ	Электродегидраторы 60-80	Нелицензируемая технология, может быть предложена на большинством крупных подрядчиков ExxonMobil, Axels, UOP, KBR, Koch-Glitsch, Sulzer	Необходимость использования импортных расходных реагентов – дезмульгаторов. Широко распространены импортные: Кемеликс 3307X (ICI), Диссолван 3359 (Кларлант), Налко 24-28 (США), Химекс 2437 (Слетес) и отечественные: марка Геркулес (КОЛТЕК). Потребность в дезмульгаторе составляет около 20 т/г для АВТ-6.	АО ВНИИ НП, ВНИПИнефть, КОЛТЕК и др.	China National Chemical Engineering Company – производство оборудования. Rimpro-India, Nanjing Petrochemical Co. – производство дезмульгаторов	
	Ректификация	Ректификационные колонны – до 100, Печь 40-60, теплообменники 60-90, АВО – до 100, Сепараторы до 100, Насосы до 100, Компрессор 60-80, Вакуумные эжекторы 40-60	Нелицензируемая технология, может быть предложена большинством крупных подрядчиков, ExxonMobil, Axels, UOP, KBR, Проекты блоков «Крезо-Луар» (Франция)	Техническое сопровождение проектов, контактные угрирования колонны ректификации	«ОАО ВНИПИнефть, ОНХ-Холдинг, ООО «НИПИ НП Петон» ООО «Газпром проектирование» ООО «Газпром Линде Инжиниринг» и другие проектные организации, 90% всех действующих АВТ – Российские»		ЗПКТ
	ГФУ предельных газов	Колонны – до 100, теплообменники 60-90, АВО – до 100, Сепараторы до 100, Насосы до 100, Компрессор 60-80	Нелицензируемая технология, может быть предложена на большинством крупных подрядчиков, ExxonMobil, Axels, UOP		ОАО ВНИПИнефть, ОНХ-Холдинг и другие проектные организации, 90% всех действующих АВТ – Российские		
	Четкое фракционирование бензинов	Фракционирующие колонны – до 100, теплообменники 60-90, АВО – до 100, Сепараторы до 100, Насосы парогоры до 100, Насосы до 100, Компрессор 60-80	GTC-technology, UOP, Axels. Может быть также предложена EPC-подрядчиками в целом технология не обязательно лицензируемая		АО ВНИИ НП, ОАО ВНИПИнефть, ОНХ-Холдинг и другие проектные организации, 90% всех действующих АВТ – Российские		
	Гидроочистка прямогонного бензина	реактор со стационарным слоем катализатора – 30, Печь – 40-60, Отпарная колонна – до 100, теплообменники 60-90, АВО – до 100, Сепараторы до 100, Насосы до 100, Компрессор 60-80	Axels, UOP, Lummus, ExxonMobil катализаторы: Art / Grace, Chevron, Critepon, Nador Topsoe, UOP и др.		Процесс: АО ВНИИ НП, ОАО ВНИПИнефть, Ленгипро-нефтехим и др. Катализаторы: Ангарский завод катализаторов (Роснефть), Газпром Нефть (фабрика строится), АО ВНИИ НП, СО РАН; ООО «КНТ групп», ООО «Газпромнефть каталитические системы», ООО «НПП Нефтехим»		
	Каталитическая изомеризация	реактор со стационарным слоем катализатора – 30, Стабилизационная колонна – до 100, теплообменники 60-90, АВО – до 100, Сепараторы до 100, Насосы до 100, Компрессор 60-80,	Процесс: UOP, Axels, CDtech, Катализаторы: UOP, Axels / Albemarle и др.		Процесс: ВНИИНефтехим, ПАО НПП Нефтехим, Ленгипро-нефтехим и др. Проектирование – ВНИИНефтемаш Катализаторы: ОАО НПП Нефтехим, АО АЗКИОС. Отечественные разработки процесса проводились институтом Ленгипро-нефтехим. В составе ППН ЛК-БУ (г. Павлодар, Казахстан) реализована установка изомеризации А100, мощностью 570 тыс. т/год. Отечественным лицензиаром технологии является НПП Нефтехим, разрабатывающая технологию Изомалк-2 (Изомеризация фракции н.к.-70°С) и Изомалк-4 (фракции 70-105°С). По данным НПП Нефтехим порядка 50% произведеного в России изомеризата выпускается по технологии Изомалк-2; ООО «КНТ групп», ООО «Газпромнефть каталитические системы», ООО «НПП Нефтехим»	Катализаторы: Chemrack	

Под-отрасль	Технология	Основное оборудование, % импортозамещения	Используемые технологии	Возможности замещения		
				Лицензиары	Страны Азии	Проблемы
				Нефтепереработка		
	Каталитический риформинг бензинов (с неподвижным слоем катализатора)	реактор со стационарным слоем катализатора – 30, Печь – 40-60, Стабилизационная колонна – до 100, теплообменники 60-90, АВО – до 100, Сепараторы до 100, Насосы до 100, Компрессор 60-80	Процесс: UOP, Axens, Catalizatory: UOP, Axens.	Процесс: Ленгипронефтехим катализаторы: Роснефть (Ангарск), ИК СО РАН, ОЛКАТ ; ООО «КНТ групп», ООО «Газпромнефть каталитические системы», ООО «НПП Нефтехим»	Россия – институт, центр разработчики технологий, катализаторов, проектировщики	
	Каталитический риформинг бензинов (с непрерывной регенерацией катализатора / НРК / ССК)		Процесс: UOP, Axens, Shell, Chevron Lummus Global Катализаторы: UOP, Axens, Criterion и др	«Процесс: Ленгипронефтехим Катализаторы; разработчик НПП Нефтехим, производитель – Нижгородские Катализаторы, ИК СО РАН, ООО «РН-ЦИР», ОЛКАТ, ООО «КНТ групп», ООО «Газпромнефть» каталитические системы», ООО «НПП Нефтехим»		(1) Отечественные катализаторы изготавливаются на импортном носителе (Sasol, UOP), разработанном по требованиям НПГ, и хотя есть возможность нарастить производство, но поставка носителя может быть проблематична в условиях санкций. Разработка отечественного носителя может быть выполнена силами НПП Нефтехим, БИК (Бороскоковского Института Катализа), но это длительная работа. В настоящий момент силами Ленгипронефтехима, НПП Нефтехим и КНТ КГрупп разрабатывается отечественная технология непрерывного каталитического риформинга. Данная установка планируется к вводу в эксплуатацию на производственных мощностях Ильского НПЗ в рамках строительства комплекса производства автобензинов и ароматических углеводородов (КПААУ) мощностью 1520 тыс. тонн/год. Плановое окончания строительства комплекса 2024 г. Катализаторы, разработанные ИПТУ СО РАН и ОЛКАТ являются полным аналогом импортных катализаторов, выпускаемых фирмами UOP и Axens и могут быть использованы для замены отработанных катализаторов процесса.
Нефтепереработка	Гидроочистка керосина и дизеля	реактор со стационарным слоем катализатора – 30, Печь – 40-60, Отпарная колонна – до 100, теплообменники 60-90, АВО – до 100, Сепараторы до 100, Насосы до 100, Компрессор 60-80	Процесс: UOP Haldor Topsoe, Shell, CLG, Axens, SBI катализаторы: Albemarle, Chevron, Criterion, Haldor Topsoe, UOP, Grace / Art, CLG, и др.	Процесс: ВНИИ НП, ВНИПИнефть и др., катализатор: Роснефть (РН-Кат, Стерлитамак – аналоги Topsoe, Носитель – КНТ, Ишимбай), Газпром Нефть (Фабрика строится по технологии БИК), разработчик катализаторов – РН-ЦИР, ВНИИ НП, ИК СО РАН, ООО «КНТ групп», ООО «Газпромнефть каталитические системы», ООО «НПП Нефтехим»	Синорес	
	Гидроочистка вакуумного газойля	реактор со стационарным слоем катализатора – 30, Печь – 40-60, Отпарная колонна – до 100, теплообменники 60-90, АВО – до 100, Сепараторы до 100, Насосы до 100, Компрессор 60-80	Процесс: UOP, Haldor Topsoe, Shell, CLG, Axens, ExxonMobil, SBI. Катализаторы: Albemarle, Chevron, Criterion, Haldor Topsoe, UOP, Grace / Art, CLG, и др.	Процесс: ВНИИ НП, ВНИПИнефть и др., катализатор: Роснефть (РН-Кат, Стерлитамак – аналоги Topsoe, Носитель – КНТ, Ишимбай), Газпром Нефть (Фабрика строится по технологии БИК), разработчик катализаторов – РН-ЦИР, ВНИИ НП, ИИХС РАН, ООО «КНТ групп», ООО «Газпромнефть каталитические системы», ООО «НПП Нефтехим»	Синорес	В азиатском регионе, согласно открытым источникам, процессы гидроочистки вакуумного газойля являются импортными, основной лицензиар – DuPont, процесс IsoTherming.
	Гидрокрекинг вакуумного газойля	Реактор со стационарным слоем катализатора – 30, Печь – 40-60, Стабилизационная колонна – до 100, теплообменники 60-90, АВО – до 100, Сепараторы до 100, Насосы до 100, Компрессор 60-80	«Процесс: UOP, CLG, Haldor Topsoe, Axens, ExxonMobil катализаторы: Chevron, UOP, CLG, Haldor Topsoe, Axens»	«Процесс: ВНИИ НП (?), катализатор: Роснефть (РН-Кат, Стерлитамак – аналоги Topsoe, Носитель – КНТ, Ишимбай), разработчик катализаторов – ВНИИ НП, РН-ЦИР, ИТХФ РАН, ИИХС РАН»	Sinoprec, Dalian institute of chemical physics	

Под-отрасль	Технология	Основное оборудование, % импорта/замещения	Используемые технологии		Возможности замещения			
			Лицензиары	Проблемы	Страны Азии	Проблемы		
Нефтепереработка	Каталитический крекинг вакуумного газойля	Лифт-реактор 40-60, Регенератор 40-60, Печь – 40-60, Стабилизационная колонна – до 100, теплообменники 60-90, АВО – до 100, Сепараторы до 100, Насосы до 100	«Процесс: ExxonMobil, Axens, UOP, SVI, катализаторы: BASF, GRACE, Albemarle и др.»	Нефтепереработка	«Процесс: ИНХС РАН им. Толчичева, ГрозНИИ, ОНХ-Холдингкатализатор: Газпром нефть (Омский НПЗ), KMT Group (Ишимбай), Институт Проблем переработки углеводородов (Омск) при ИК СО РАН, ИНХС РАН»	Sinoprec, Chemrack	«Возможна 100% замена на отечественные катализаторы (есть несколько производителей) KMT Group (Ишимбай) и Омск имеют возможности наращивать мощности. В Омске строится новая более современная линия катализаторов ККФ.»	
	Производство МТБЭ	Гидросочистка бензина каталитического крекинга	Реактор со стационарным слоем катализатора – 30, Печь – 40-60, Отпарная колонна – до 100, Теплообменники 60-90, АВО – до 100, Сепараторы до 100, Насосы до 100, Компрессор 60-80	«Процесс: CDtech, Axens, UOP, ExxonMobil Катализаторы: Axens, Criterion, CDtech»	Процесс: Ленгипронефтехим, ВНИИ НП (г/о бензина каткрекинга) / ВНИИУС (совместный Мерокс бензина каткрекинга и жирных газов каткрекинга) Катализатор: ВНИИ НП, РН-ЦИР	Sinoprec	Требуется разработка эффективных отечественных катализаторов.	
	Сернокислотное алкилирование	Прямоточный реактор – 40, Колонна «каталитической пергонки» – 40-60, колонна водной отмывки – до 60-90, колонна отделения спирта от воды – до 100, сырьевые емкости – до 100, сепараторы – до 100, аппарат смешения – 60-80	Самохладающийся реактор с мешалками – 40, колонны – 40-60, переохладитель ББФ – до 100, теплообменники 60-90, АВО – до 100, Сепараторы – до 100, Насосы – до 100, компрессор – 60-80	Процесс: CDtech, Axens, UOP Катализаторы: Axens, UOP	Процесс: Ярославинте, НПО Еврохим (СПб), Сибур (Тобольск-нефтехим). Катализатор: Ярославинте, Ишимбайский катализаторный завод синтеза, Ишимбайский катализаторный завод	Dalian institute of chemical physics		
	Фтористоводородное алкилирование	Печь – до 100, Отпарная колонна – до 100, теплообменники 60-90, АВО – до 100, Сепараторы до 100, Насосы до 100	«Процесс: ИНХС РАН, РАН Групп; Процесс: ВНИПИНефть (проектирование), ГрозНИИ»	Процесс: Axens, UOP, SVI, DUPONT катализаторы: Axens, UOP и др.	нет			
	Производство битума	Окислительная колонна 80, печь 40-60 теплообменники 60-90, АВО – до 100, Сепараторы – до 60-80, воздушодука – до 100	Процесс: RÖRNER	Процесс: UOP Катализаторы: UOP и др.	разработчики: ИНХП РБ			
	Висбрекинг	Выносная сокинг-камера – 100, печь 60-80, Отпарная колонна – до 100, теплообменники 60-90, АВО – до 100, Сепараторы до 100, Насосы до 100, Компрессор 60-80	FW, Shell, ABB		разработчики: ИНХП РБ, ИНХС			
	Термический крекинг	Печь – до 100, Отпарная колонна – до 100, теплообменники 60-90, АВО – до 100, Сепараторы до 100, Насосы до 100	FW, Chevron, ABB		ИНХП РБ, ИНХС РАН			Практически нет сейчас таких процессов в чистом виде
	Коксование	Синтетические масла все импортные	CLG, ExxonMobil		ВНИИ НП, СвНИИ НП			
	Производство масел	«Процесс: UOP, Shell, Linde, Mergshem; ПАО «Институт ЮЖНИИТИ-ПРОГАЗ» (г. Донецк)»	печь 60-80, Отпарная колонна – до 100, теплообменники 60-90, АВО – до 100, Сепараторы до 100, Насосы до 100, Компрессор 60-80		ГРАСИС, ПЕТОН, ИК СО РАН, ВНИИУС, НТЦ «Ахмадуллины», ООО «ГЛ Инжиниринг»			ОГПЗ, ОГЗ

Под-отрасль	Технология	Основное оборудование, % импортозамещения	Используемые технологии		Возможности замещения	
			Лицензиары	Проблемы	Россия – институт, центр разработчиков технологий, катализаторов, проектировщики	Проблемы
Нефтепереработка						
Нефте-переработка	Производство серы	Реактор 30-40, Реакционная печь 40-50, конденсатор серы до 100, Воздуходувка – до 100, Теплообменники 60-90, Сепараторы до 100, Насосы до 100	Процесс: Linde, Haldor Topsoe, JACOBС и др. BASF, WorleyParsons, ALCOA, RHONE-POULENC		АО ИНХП, ИК СО РАН, КНТ Групп	
	Производство серной кислоты		Haldor Topsoe, DuPont, Desmet Ballestra, CAS / Hugo Petersen		НИИУФ, Уралмехобр	Кто этим занимался в СССР?
	Каталитический висбрекинг (термолиз)				КИНЭКС	Отечественная технология требует выполнения проверки на демонстрационной установке до масштабирования до промышленных мощностей
	Гидрокрекинг гудрона		UOP, Epi, KBR	ограниченный и неоднозначный опыт промышленного внедрения	ИНХС РАН / ОНХ-Инжиниринг	Прорывная отечественная технология
	Высокотемпературные ракетные и реактивные топлива		Технологии закрыты для лицензирования в силу двойного назначения		МИТХУМИРЭА / ОНХ-Холдинг, ИНХС РАН, ИОХ РАН, ООО ИНХХ, ОАО Танеко	Требуется НИОКР для завершения освоения производства советской промышленной технологии
Газопереработка	Абсорбционная сушка газа		Преимущественно открытые технологии			Открытая технология
	Низкотемпературная сепарация		«Преимущественно открытые технологии; Генеральный проектировщик – фирма «СНЕМОПРО-ТЕКТ» (Чешская Республика). Разработчик технологического процесса – фирма «КООН-GLITSCН» (Чешская Республика)»	«Проектировщик отказался от полного сопровождения, Разработчик тех. процесса отказался от технического сопровождения.»	ООО «Газпром Линде инжиниринг»,	Открытая технология; СПЗ
	Адсорбционная сушка		«Преимущественно открытые технологии; Генеральный проектировщик – фирма «СНЕМОПРО-ТЕКТ» (Чешская Республика). Разработчик технологического процесса – фирма «КООН-GLITSCН» (Чешская Республика)»	«Проектировщик отказался от полного сопровождения, Разработчик тех. процесса отказался от технического сопровождения.»	ООО «Газпром Линде инжиниринг»,	Открытая технология; СПЗ
	Низкотемпературная конденсация		Преимущественно открытые технологии		ООО «Газпром Линде инжиниринг»,	Открытая технология; СПЗ
	Аминовая очистка	Установка подготовки газов до этаннизации	«АО «Институт ЮЖНИИГ(И)ПРОГАЗ» (г. Донецк) Преимущественно открытые технологии, основное ноу-хау – в рецептурах аминов.»		НПЦ «Аммулининь», отечественный производитель аминов: Синтез-Ока, разработчик процессов «Химтех Инжиниринг»	Доступ к аминам, которые не производятся в РФ
Газофракционирование		«Установка подготовки газов дезэтаннизации Турбодетандер – CRYOSTAR S.A.S. Франция»	«1. При проведении планового ТО турбодетандера (период 1 раз в 4 года, следующее ТО в 2026 году) потребуются оказание шеф-инжиниринговых услуг с привлечением специалистов стран ЕС. 2. Закуп и поставка МТР длительного изготовления (до 9 мес.) с производственных площадок стран ЕС. 3. Отсутствие аналогов»	ВНИИП, ОНХ-Холдинг, большая часть крупных российских институтов	Открытая технология; ЭПКТ	

Под-отрасль	Технология	Используемые технологии		Возможности замещения	
		Лицензиары	Проблемы	Россия – институт, центр разработчики технологии, катализаторов, проектировщики	Проблемы
Нефтегазохимия	Пиролиз	ExxonMobil Chemical, Linde, KBR, Technip, Lummus		ВНИИОС	
	Дегидрирование	UOP, Lummus, TKIS		Ярсинтез	
	Изомеризация	UOP (бензиновых фракций, бутана), Axens (бензиновых фракций), Lummus (бутана)		НПП «Нефтехим»	
	Алкилирование (бутиленов изо-бутаном)	UOP		ИНХС РАН	
	Экстракция БТК с последующим разделением	UOP, Sultzer GTC, Lummus			
	Полимеризация олефинов	Lyondell Basell, Lummus, Grace		Пластполимер, ИК СО РАН, РН-ЦИР	
	Олигомеризация олефинов	Linde, Axens (ограниченный опыт внедрения, ограниченная линейка), Shell, Exxon		линейные альфа-олефины: ИПХФ – Институт Проблем Химфизики РАНСП СИБУР и Technip (есть опытная установка, но пока не разработаны ИДП для базового проектирования)	
	Сополимеризация олефинов	Lyondell Basell, Lummus, Grace		Пластполимер, ИК СО РАН, РН-ЦИР	
	«Хлоргидрирование ПП (Устаревший метод получения пропиленоксида)»				Устаревший метод получения пропиленоксида
	Маленький ангидрид (Окисление бутана)	Conser (сольвентный процесс), Technobell (водный процесс), Mitsubishi (псевдооживленный слой катализатора), SBI (псевдооживленный слой катализатора), Huntsman, GID Petron			
	Полимеризация с получением каучуков	Versalis	Катализаторы отечественные, но есть импортные составляющие, например, ТВА высокого качества	Ярсинтез, ВНИИСК, СИБУР	Большая часть процессов – отечественные
	Гидрирование ароматики	(1 – гидрирование бензола в риформате, бензиновых фракциях) – UOP (Bensaf), Axens (Benfee), (2 – исчерпывающее гидрирование бензола для получения циклогексана) – катализаторы – Clariant, Johnson Matthey			Процесс сам по себе относительно простой, основное ноу-хау – в правильном подборе катализатора
	Хлорирование, нитрирование ароматики			ИПХЭТ СО РАН, г. Бийск (нитрование ароматики)	
	ДОТФ (Этерификация ТФК 2-этилгексанолом)			СИБУР (собственная технология).	
	ПЭТФ (Этерификация ТФК с этиленгликолем)	Technip (Zimmer)			
Пиролиз при термоокислительном разложении углеводородов под действием высокой температуры при недостатке воздуха.	Институт Укрпрогазтопром (г. Киев)	Отсутствует проектная организация	ООО «Газпром Линде инжиниринг»		
Полимеризация этилена			ИНХС РАН (проектирование и разработка)		
Получение этиленоксида			ИНХС РАН (проектирование и разработка)		
Полимеризация пропилена			ИНХС РАН (проектирование и разработка)		
Алкилирование (бутиленов изо-бутаном)	UOP, ExxonMobil		разработчики: ИНХС РАН, Проектирование ОАО ВНИПИНЕфть. Производство катализатора – ЗАО «Нижегородские Сорбенты». Замена импортных гетерогенных катализаторов на отечественные		

Под-отрасль	Технология	Используемые технологии		Возможности замещения		
		Лицензиары	Проблемы	Страны Азии	Проблемы	
Нефтегазодобывающая	Экстракция БТК с последующим разделением	UOP, Sultzer GTC, Lummus				
	Малеиновый ангидрид (Окисление бутана)	Conserg (сопьяевный процесс), Techobel (водный процесс), Mitsubishi (псевдоожиженный слой катализатора), СВ (псевдоожиженный слой катализатора), Huntsman, GID Refron				
	ДОТФ (Этерификация ТФК 2-этилгексанолом)				СИБУР (собственная технология).	
	ПЭТФ (Этерификация ТФК с этиленгликолем)	Technip (Zimmer)				
	Алкилирование ароматических УВ				ИНХС РАН (разработка процесса)	
	Транскилирование ароматических УВ				ИНХС РАН (разработка процесса)	
	Процесс МТГ (метанол в бензин)				Процесс: ИНХС РАН Катализатор: 000 НЗК	
	Процесс МТО (метанол в олефины)				Процесс: ИНХС РАН Катализатор: 000 НЗК	
	Процесс конверсии диметилового эфира в олефины				Процесс: ИНХС РАН Катализатор: 000 НЗК	
	Процесс конверсии диметилового эфира в бензин				Процесс: ИНХС РАН Катализатор: 000 НЗК	
	Тонкая и специальная (мало- и среднетоннажная) химия					
		Метилонин	Evonik, Adisseo	Технология недоступна для лицензирования	ОНХ-Холдинг / ГИПХ	Отечественная технология требует выполнения поверки на пилотной установке до масштабирования до промышленных мощностей
	Изоцианаты	BASF, Covestro (Германия); Dow, Huntsman (США), Chematur (Швеция), Yantai Wanhua (Китай), MITSUBI (Япония).	Технология недоступна для лицензирования	ОНХ-Холдинг / НИИЦ «Синтез»	Отечественная технология требует опытной и пилотной поверки	
	Нитрование ароматики			ИПХЭТ СО РАН (г. Бийск)	Технологии могут иметь двойное значение	
	Каталитический висбрекинг (термолиз)			КИНЭКС	Отечественная технология требует выполнения поверки на демонстрационной установке до масштабирования до промышленных мощностей.	
	Гидроконверсия гудрона	UOP, Eni, KBR	Ограниченный и незначительный опыт промышленного внедрения	ИНХС РАН / ОНХ-Инжиниринг	Прорывная отечественная технология	
	N-винилпирролидон (N-VP)	BASF, Nippon	Технология недоступна для лицензирования	Робелл / ОНХ-Холдинг	Требуется НИОКР для завершения воспроизведения советской промышленной технологии. Технология была реализована в Новочеркасске	
	N-метилпирролидон	Eastman, Mitsubishi, Jonson Matthey, Conser	Технология с ограниченным опытом внедрения. Отработанные технологии закрыты для лицензирования	Эфирус	Требуется НИОКР для воспроизведения советской промышленной технологии. Технология была реализована в Новочеркасске, но недоработанная	