

НЕФТЕХИМИЧЕСКАЯ ОТРАСЛЬ РОССИИ: АНАЛИЗ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ

© Е. А. Гольшева¹, О. В. Жданев¹, В. В. Корнев^{1*}, А. С. Лядов^{2**}, А. С. Рубцов³

¹ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России,
129085, г. Москва, пр. Мира, д. 105, стр. 1

² Институт нефтехимического синтеза им. А. В. Топчиева РАН,
119991, г. Москва, Ленинский пр., д. 29

³ Министерство энергетики Российской Федерации,
107996, ГСП-6, г. Москва, ул. Щепкина, д. 42
E-mail: * Kornev@rosenergo.gov.ru; ** lyadov@ips.ac.ru

Поступила в Редакцию 4 сентября 2020 г.

После доработки 8 сентября 2020 г.

Принята к публикации 8 сентября 2020 г.

В работе проанализировано текущее состояние нефтехимической отрасли Российской Федерации. На основе данных, полученных от отечественных компаний, установлена крайне высокая степень зависимости отрасли от иностранных технологий и катализаторов. Определены наиболее перспективные направления, которые необходимо развивать в первую очередь для ускоренного развития отрасли, а также предложены меры, в том числе и государственные, направленные на снижение зависимости от импорта технологий, катализаторов и оборудования, используемых для получения продукции нефтехимии. Установлено, что до 30% основного оборудования и более 90% вспомогательного может быть произведено в России, но для этого требуются совместные усилия разработчиков технологий, производителей оборудования и нефтехимических компаний. Показано, что имеющийся научно-технологический потенциал, основанный на фундаментальных и прикладных исследованиях, которые ведутся в отечественных научных организациях, будет способствовать внедрению эффективных технологий получения продукции нефтехимии на вновь создаваемых предприятиях.

Ключевые слова: нефтехимия; государственное регулирование; меры поддержки; технологии получения продуктов нефтехимии

DOI: 10.31857/S0044461820100126

Введение

Мировая нефтехимическая промышленность является наиболее динамично развивающейся отраслью производства, темпы роста которой опережают рост уровня мирового валового продукта (коэффициент опережения превышает 2) [1]. Отличительными особенностями нефтехимии на современном этапе развития являются активно происходящие изменения,

связанные с появлением крупных игроков на рынке и возникновением новых производственных центров. Существенно меняется география размещения производственных мощностей: крупнотоннажные производства смещаются в регионы с дешевым сырьем, удобной логистикой (Ближний Восток) или в регионы с динамично растущим спросом (Азиатско-Тихоокеанский регион). В Соединенных Штатах Америки рост производства нефтехимической про-

дукции связан с расширением сырьевой базы за счет «сланцевой революции» в добыче углеводородного сырья.

Нефтехимическая отрасль в Российской Федерации обеспечивает формирование всего лишь 1.5% внутреннего валового продукта, несмотря на то что страна обладает значительными мировыми запасами углеводородного сырья, необходимого для развития нефтехимии [2, 3].

Российская Федерация поставила цель к концу 2024 г. увеличить экспорт химической продукции, в том числе продукции нефте- и газопереработки с 17.4 до \$37 млрд в год. В рамках национального проекта «Международная кооперация и экспорт» был утвержден план развития нефтегазохимической отрасли до 2025 г. Согласно документу, уже к этому году объем выработки крупнотоннажных полимеров должен составить 11.1 млн тонн, а объем экспорта вырасти до 4.4 млн тонн. Планируется увеличение доли переработки сжиженных углеводородных газов внутри страны до 8.2% (с 4.6%), а переработки нефти — с 5.6 до 7.2%.* Для достижения поставленных целей на период до 2035 г. предусмотрено создание шести нефтехимических кластеров: Волжский, Каспийский, Северо-Западный, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский и Дальневосточный.

Глобальный экономический кризис, начавшийся в 2008 г., последствия которого сохраняются до настоящего времени, заставил искать возможности для повышения экономической эффективности производства нефтехимической продукции, в том числе и за счет интеграции нефтехимических производств в структуру нефтеперерабатывающих заводов [4].

Цель работы — анализ сложившейся ситуации с обеспечением отечественными технологиями, катализаторами и оборудованием, используемыми при производстве нефтехимической продукции в Российской Федерации, и разработка плана мероприятий, реализация которых в среднесрочной перспективе позволит достичь ускоренного развития нефтехимической отрасли.

Методическая часть

В 2018–2019 гг. Министерством энергетики Российской Федерации было проведено анкетиро-

* Паспорт национального проекта «Международная кооперация и экспорт» (утвержден Президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам 24 декабря 2018 г.). URL: <http://static.government.ru/media/files/FL01MAEp8YVuAkvbZotaYtVKNEKaALYA.pdf>

вание нефтехимических компаний, в качестве основного вида деятельности которых в соответствии Общероссийским классификатором видов экономической деятельности указаны «Производство углеводородов и их производных» и «Производство прочих основных органических химических веществ». Была запрошена следующая информация.

1. Наименование производимой продукции и технологий для производства этой продукции с указанием областей применения и категорий потребителей.

2. Емкость рынка: внутреннее потребление, натуральный показатель, оценочная стоимость.

3. Доля отечественной продукции в потреблении или технологий в применении.

4. Наименование зарубежных производителей рассматриваемой продукции.

5. Наименование отечественных компаний, производящих или способных освоить производство конкурентоспособной продукции.

6. Возможности импортозамещения в случае необходимости.

7. Оценка приоритета и обоснование критичности импортозамещения (высокая доля импорта, высокая доля технологической зависимости, критичность с точки зрения национальной безопасности, влияния на развитие других отраслей и экономики в целом).

Полученная информация была систематизирована, проведена оценка достоверности путем сравнения с тендерной документацией, размещенной на электронных торговых площадках компаний, и выполнен ее анализ для установления обеспеченности Российской Федерации катализаторами и технологиями для производства нефтехимической продукции.

Обсуждение результатов

В табл. 1 представлен прогноз развития нефтехимической промышленности до 2035 г. в разрезе отдельных наиболее крупнотоннажных продуктов нефтехимического синтеза, выполненный по результатам обработки собранной информации. Основной рост производства продукции нефтехимии наблюдается в России, в которой имеются значительные запасы сырья, и в Китае, где находятся основные потребители данной продукции. Европа наращивать производство нефтехимической продукции не планирует, что связано с широким внедрением принципов «зеленой» экономики, хотя это и не означает, что не будет увеличиваться потребление продукции нефтехимии [5], также наблюдается тенденция к увеличению производства малотоннажной продукции и продуктов специальной химии с высокой долей инно-

Таблица 1
Производства нефтехимической продукции в Европе, Китае и Российской Федерации (объем производства указан в тыс. тонн в год)*

Наименование продукта	2016			2019			2020 (прогноз)			2025 (прогноз)			2030 (прогноз)			2035 (прогноз)		
	Европа	Китай	Россия	Европа	Китай	Россия	Европа	Китай	Россия	Европа	Китай	Россия	Европа	Китай	Россия	Европа	Китай	Россия
Полиэтилен	15336	14286	17193	15980	16840	1772	16812	18011	2522	21160	22442	6230	22446	27354	7053	24248	32507	7093
Полипропилен	10915	17143	1409.7	11464	23147	1456	11330	24131	1706	13360	29305	2446	13834	31332	3196	15344	37038	3196
Поливинилхлорид	6592	19633	788.5	6988	23496	956	7073	24237	960	7685	28251	970	8660	33944	970	8733	33944	970
Полиэтилентерефталат	4985	35472	538.3	5679	39941	613	5877	41956	645	5979	43209	798	3454	48758	798	3638	55215	798
Полистирол	2192	3139	492.3	2117	3334	500	2017	3359	509	1917	3412	656.2	1917	3499	825	1917	4099	825
Поликарбонат	1125	1176	71	1125	1476	65	1125	1576	65	1125	1676	65	1125	2276	65	1125	2976	65
Бутадиен-стирольные каучуки	1085	1212	182.8	1195	1535	222	1080	1586	246	1120	2022	270	1120	2477	270	1120	3857	270
Термоэластопласты	393	618	73.3	393	618	74.8	393	640	74.8	393	660	135	393	739	135	393	783	135
Синтетический <i>цис</i> -бутадиеновый каучук	531	953	299.6	531	1287	319	531	1322	319	566	1338	319	566	1387	319	566	1686	319
Бутадиен-нитрильный каучук	152	243	41	152	269	43	152	295	43	152	300	43	152	305	43	152	335	43
Этилен-пропиленовый каучук	405	247	3.1	405	265	3	405	271	3	405	277	3	405	347	3	405	400	3
Моноэтиленгликоль	1348	5581	397.5	1350	6731	430	1350	7097	431	1350	10737	518	1350	13607	1228	1350	16497	1228
Бутиловые спирты	882	1449	225.3	882	1492	219	882	1520	219	882	1520	239	882	1748	239	882	2015	239
Ацетон	2072	1721	136.9	2072	2021	131	2072	2121	168	2072	2221	196	2072	2621	196	2072	3121	196
Фенол	2884	2336	217	2884	2636	208	2884	2736	268	2884	2836	313	2884	3336	313	2884	3936	313
Пропиленоксид	2854	2061	80	2854	2464	81	2854	2741	81	2854	3020	154	2854	3672	154	2854	4672	154
Этиленоксид	3043	7381	469.8	3043	8652	505	3043	10138	512	3043	13421	610	3043	16898	1185	3043	18398	1185

* Собственное исследование Аналитического центра ТЭК ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России.

вационной составляющей. Для достижения заявленных объемов производства в Российской Федерации планируется создание шести крупных нефтехимических кластеров. По данным компаний, при создании этих производств будут использованы в основном импортные технологии и оборудование.

В Российской Федерации из всех катализаторов, использующихся в технологических схемах получения нефтехимической продукции, наибольшее потребление приходится на катализаторы полимеризации этилена и пропилена, зависимость от импорта которых составляет 100%, полностью отсутствуют отечественные катализаторы полимеризации изопрена, чуть лучше обстоит ситуация с катализатором полимеризации стирола (рис. 1). Производственные мощности катализаторных фабрик в Российской Федерации практически полностью удовлетворяют внутреннюю потребность страны по катализаторам для процессов полимеризации бутадиена, получения этиленоксида, дегидрирования изобутана и сополимеризации изопрена с изобутиленом. Обеспеченность отечественными катализаторами для процессов окисления составляет 95%. Несмотря

на то что доля некоторых отечественных катализаторов для ряда процессов велика, потребность в них незначительна.

Особо следует отметить, что у российских разработчиков имеются существенные достижения в области создания конкурентоспособных катализаторов для получения нефтехимической продукции. В качестве примера можно привести катализаторы получения полиэтилена и полипропилена, разработанные в Институте катализа им. Г. К. Борескова СО РАН, которые широко используются за рубежом [6, 7], но внутри страны они не применяются, так как компании при создании новых производств выбирают других лицензиаров.

Ситуация с отечественными технологиями производства продукции нефтехимии похожа на обеспеченность катализаторами — наибольшая зависимость от иностранных технологий наблюдается в области производства крупнотоннажной продукции (рис. 2). Анализ полученных данных показывает, что у отечественных разработчиков зачастую имеются готовые технологии, которые не просто конкурентоспособны на российском рынке, но и могут быть экспортиро-

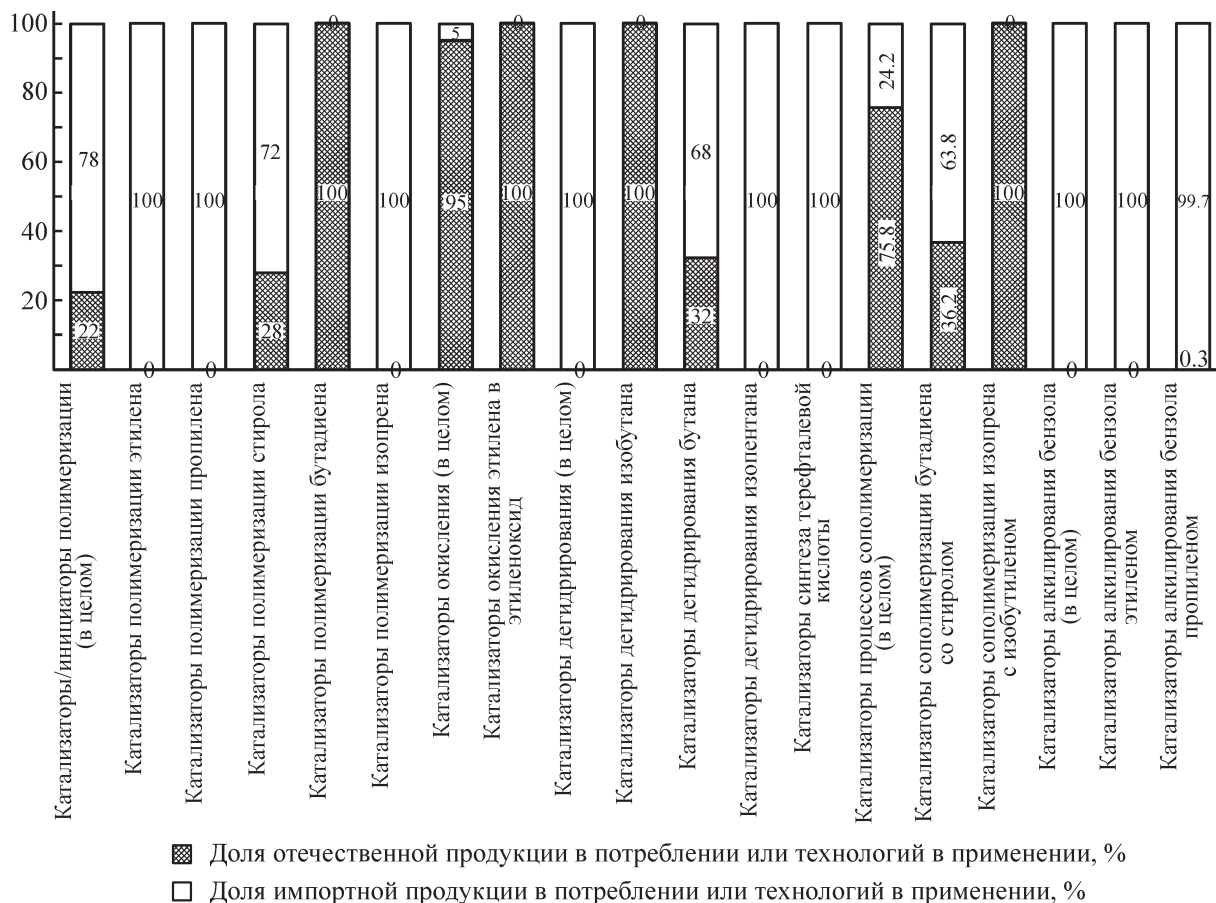


Рис. 1. Зависимость нефтехимической отрасли от импорта катализаторов для производства основной продукции.

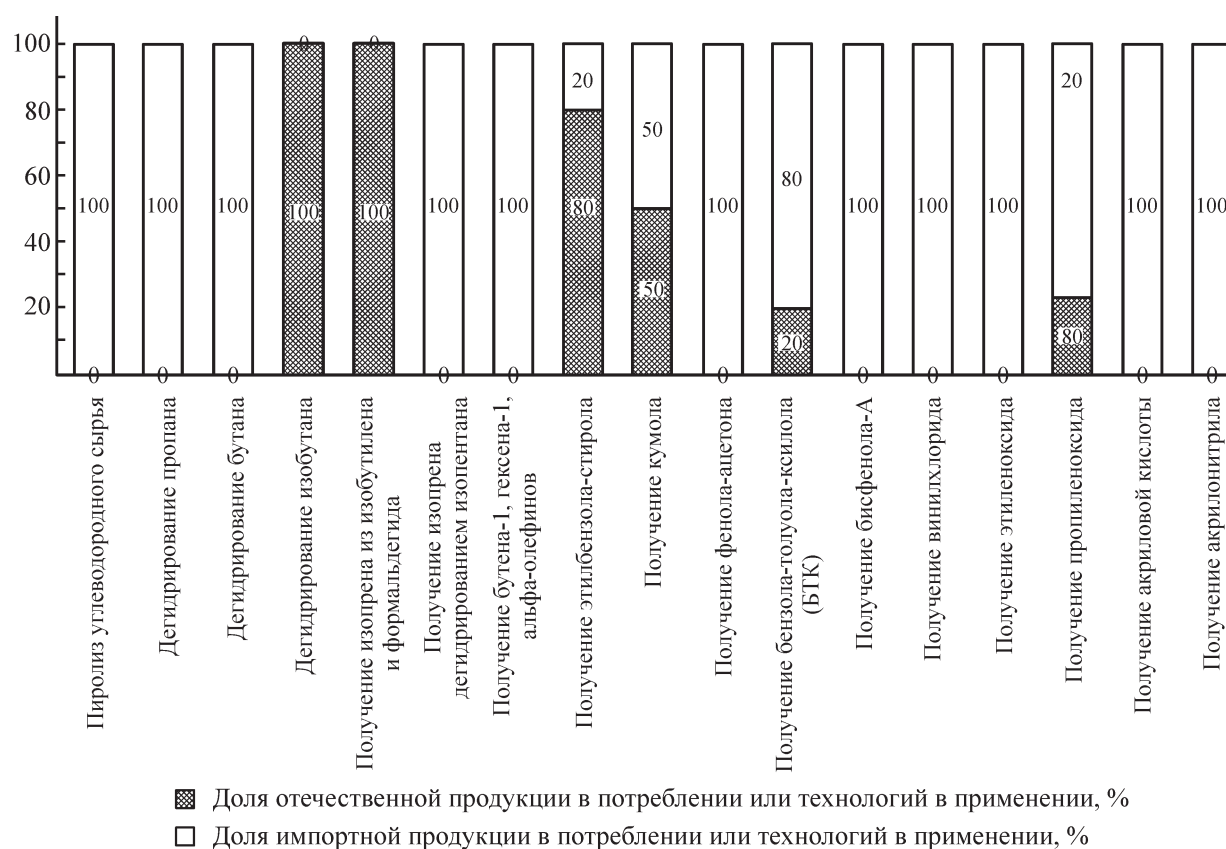


Рис. 2. Зависимость нефтехимической отрасли от импортных технологий для производства основной продукции.

ваны, например технологии производства синтетических каучуков, моноэтаноламина, диэтанолamina, метилдиэтанолamina и т. д. (табл. 2).

Несмотря на разработанные отечественные технологии, нефтехимические компании при выборе лицензиара технологического процесса требуют наличия действующих производств, тем самым компании снижают риски, допуская использование только технологий, которые доказали свою надежность. Аналогичная ситуация — при внедрении новых катализаторов. Данный факт не позволяет применять отечественные технологии и катализаторы на новых предприятиях. В такой ситуации российским разработчикам технологий и катализаторов целесообразно действовать следующими способами.

1. Добиваться включения в состав производственного процесса разрабатываемой технологии на стадии проектирования, для чего важно взаимодействовать с проектными организациями.

2. Проводить испытания планируемых к внедрению технологий и катализаторов в независимых центрах сертификации, доказывая их надежность и безопасность эксплуатации, например, предполагается создание независимого инжинирингового

центра испытаний катализаторов, на данный момент существует предварительная договоренность о его создании между ФИЦ «ИК СО РАН», ИНХС РАН и АО «СКТБ «Катализатор».

3. Снижать цену относительно стоимости конкурентных технологий с целью воздействия на спрос с помощью рыночных механизмов.

Отечественные производители технологического оборудования уже сейчас могут активно участвовать в поставке вспомогательного оборудования (трубопроводы, внутренние устройства колонн, датчика, задвижки, клапаны, программное обеспечение и т. п.) при модернизации существующих производств. Это позволит российским производителям зарекомендовать себя в качестве надежных поставщиков, что в дальнейшем будет способствовать не только расширению рынка сбыта и увеличению линейки поставляемой продукции.

Отличительной особенностью технологий нефтехимической отрасли является то, что они разрабатываются под конкретные условия и задачи предприятия, и очень часто лицензиар является производителем основного технологического оборудования. Таким образом, в период действия гаран-

Таблица 2

Текущий статус технологий для получения нефтехимической продукции в Российской Федерации

Статус технологии в России	Перечень технологий
Нет альтернативы импортной технологии	Технология получения: <ul style="list-style-type: none"> — метилендифенилдиизоцианата — полиэтилена высокого давления — полиэтилена низкого давления — высокотемпературной конверсии углеводородного сырья — нитрилакриловой кислоты — толуилنديизоцианата — окиси пропилена — эпоксидных смол
Есть альтернативная технология с ухудшением параметров производства	Технология получения: <ul style="list-style-type: none"> — бутена-1 селективной димеризацией этилена — гексена-1 селективной тримеризацией этилена — октена-1 селективной тетрамеризацией этилена
Есть импортная альтернатива	Технология получения: <ul style="list-style-type: none"> — высших олефинов C₁₂–C₁₄ олигомеризацией этилена — малеинового ангидрида — 1,4-бутандиола гидрированием малеинового ангидрида — тетрагидрофурана прямым гидрированием малеинового ангидрида — изононилового и изодецилового спиртов — <i>n</i>-ксилола — изофталевой кислоты — метакриловой кислоты и ее эфиров — 2-этилгексилтерефталата (диоктилтерефталат) — изононила и изодецилфталатов — 1,6-гександиола гидрированием адипиновой кислоты — 1,3-пропандиола из этиленоксида — глутарового альдегида — N-метил-2-пирролидона — олефинов пиролизом углеводородного сырья
Отечественная технология разрабатывается	Технология получения: <ul style="list-style-type: none"> — прямого синтеза диметилового эфира — трипропиленгликоля — метилового эфира триэтиленгликоля — полиальфаолефинов олигомеризацией высших олефинов C₈–C₁₂ — полиэфиров этерификацией органических кислот полиспиртами — трихлорпропилфосфата
Есть конкурентоспособная отечественная технология	Технология получения: <ul style="list-style-type: none"> — пентаэритрита — этилацетата, бутилацетата, 2-этилгексилацетата из этанола — алкилсульфатов — полиэтиленгликоля поликонденсацией окисей олефинов — полипропиленгликоля поликонденсацией окисей олефинов — <i>трет</i>-бутилацетата и бутилацетата — триметилпропана — неопентилгликоля — моноэтаноламина и диэтаноламина — метилдиэтаноламина — N,N-диметиламиноэтилакрилата

тийных обязательств лицензиара перед предприятием, внедрившим технологию, в части достижения заявленных технологических показателей не представляется возможным использовать отечественное оборудование на вновь создаваемых производствах. В данной ситуации целесообразным является взаимодействие отечественных производителей оборудования с иностранными разработчиками технологий для включения производимого ими оборудования в базовые проекты на стадии проектирования новых предприятий. Также можно участвовать в текущих ремонтах основного и вспомогательного оборудования, что позволит зарекомендовать себя как надежных поставщиков, и в дальнейшем уже заказчик сможет рекомендовать лицензиару напрямую взаимодействовать с отечественными производителями оборудования.

Государству необходимо более активно включаться в процессы, связанные с развитием нефтехимической промышленности. Для формирования спроса на отечественные технологии государство может предоставлять финансовые гарантии того, что в случае недостижения заявляемых технологических показателей при внедрении технологий ущерб заказчика будет компенсирован, а также оказывать поддержку разработчикам технологий в части создания опытно-промышленных установок с целью формирования доказательной базы работоспособности технологии. Имеет смысл рассмотреть возможность введения государством квот на отечественные технологии и

оборудование при создании новых нефтехимических производств и оказания своевременной финансовой поддержки для разработчиков технологий, имеющих экспортный потенциал. В стороне не должны оставаться и проблемы формирования новых и актуализации уже существующих нормативно-правовых актов в сфере инновационной деятельности, связанных с созданием новых технологий, так как существующие нормы зачастую не позволяют оперативно переходить с одной ступени технологической готовности на другую.

Немаловажным аспектом является финансирование. И в этом аспекте — стоимость заемных средств как инструмента финансирования. Иностранные компании, которые присутствуют на отечественном рынке, привлекают средства под крайне низкий процент, российские же компании привлекают заемные средства на менее выгодных условиях. Для обеспечения конкурентных преимуществ государству необходимо рассмотреть меры по налоговому стимулированию производств, создающих новые технологии и поставляющих оборудование для нефтехимических предприятий.

Реализация указанных мероприятий как со стороны разработчиков технологий и производителей основного и вспомогательного оборудования, так и со стороны государства с высокой степенью вероятности уже к 2025 г. будет способствовать внедрению ряда отечественных катализаторов и технологий в промышленное производство нефтехимической про-

Таблица 3

Отечественные катализаторы и технологии, которые могут быть внедрены в промышленное производство в среднесрочной перспективе

Наименование катализатора или технологии	Потенциальный разработчик
Катализаторы полимеризации олефинов	ФИЦ «ИК СО РАН», ООО «Тинол», АО «СКТБ «Катализатор», ООО «ТЭК»
Катализаторы синтеза нитрила акриловой кислоты	ФИЦ «ИК СО РАН», ООО «Саратоворгсинтез», АО «СКТБ «Катализатор», ООО «Нафтан»
Цеолиты в качестве носителей для катализаторов для производства нефтехимической продукции	ИНХС РАН, МГУ, ФИЦ «ИК СО РАН», ЗАО «Нижегородские сорбенты», ПАО «НЗХК», ГК «ТВЭЛ»
Катализаторы окисления этилена в этиленоксид	АО «СКТБ «Катализатор», ПАО «Казаньоргсинтез», ПАО «Сибур»
Технология получения этилена и пропилена пиролизом углеводородного сырья	ПАО «ВНИИОС наука», проектировщик ПАО «ВНИПИнефть»
Технология дегидрирования пропилена	ПАО «Ярсинтез»
Технология получения этилбензола и стирола	ПАО «Ярсинтез», ИНХС РАН, ООО «Газпром нефтехим Салават»
Технология получения винилхлорида	АО «Институт нефтехимпереработки»
Технология получения этиленоксида	ФИЦ «ИК СО РАН»

дукции (табл. 3), находящихся на высоком уровне технологической готовности.

Большим потенциалом для внедрения в течение 5–7 лет обладают разрабатываемые в российских научных центрах технологии получения линейных α -олефинов, фракции бензол–толуол–ксилол, изоцианатов и полиизоцианатов, ряда востребованных полимеров и эпоксидных смол. В случае отсутствия действий со стороны производителей нефтехимической продукции по указанным направлениям будет усугубляться технологическое отставание и наращивание зависимости от импорта продукции высоких переделов в Российской Федерации.

Еще одной задачей с высоким приоритетом для отечественной нефтехимической отрасли является внедрение в промышленность высококвалифицированных способов переработки побочных полупродуктов, получаемых на установках пиролиза. Эта задача может быть решена за счет разработки способа выделения и квалифицированной переработки дициклопентадиена, который является сырьем для получения широкого спектра продуктов с высокой добавленной стоимостью (тройные этилен-пропиленовые каучуки, полупродукт при получении гидравлических жидкостей, антиоксидант для резин, компонент парфюмерных композиций, модификатор синтетических смол и др.), а также внедрения отечественной технологии получения нефтеполимерных смол из жидких продуктов пиролиза [8].

Следует отметить необходимость расширения сырьевой базы для нефтехимической отрасли. Основным игрокам рынка уже сейчас следует рассмотреть возможность использования метанола в качестве сырья для получения химической продукции, так как ввод новых мощностей по его производству может привести к значительному профициту на отечественном рынке. Работы российских исследователей уже сейчас позволяют осуществить отработку процессов получения различных нефтехимических продуктов на опытно-промышленном уровне с использованием метанола (процессы «метанол в олефины» и «метанол в бензин») [9].

Заключение

Создание в Российской Федерации новых и глубокая модернизация уже действующих нефтехимических производств в среднесрочной перспективе будет способствовать внедрению отечественных разработок в области катализаторов и технологий нефтехимического синтеза. К настоящему времени в России имеется значительный научно-технологичес-

кий потенциал (табл. 2 и 3), необходимый для создания эффективных подходов к получению продукции нефтехимии, базирующихся на фундаментальных и прикладных исследованиях отечественных ученых. Значительная роль в этом процессе принадлежит государству, которое должно активно использовать меры финансового и нефинансового стимулирования наиболее значимых проектов в области нефтехимии. В качестве основных государственных инструментов стимулирования можно отметить следующие: субсидирование производства опытно-промышленных партий нефтехимической продукции; субсидирование пошлин, выплачиваемых инновационными компаниями при поставках продукции за рубеж; актуализация нормативно-правовых актов с целью облегчения работы инновационных компаний и снижения регуляторной нагрузки.

Информация о вкладе авторов

Е. А. Гольшиева — систематизация и верификация данных, предоставленных предприятиями, необходимых для подготовки статьи; О. В. Жданев — анализ и обсуждение полученных результатов, формирование перечня мероприятий по снижению импортозависимости в нефтехимической отрасли Российской Федерации, написание статьи; В. В. Корнев — анализ собранных данных и обсуждение полученных результатов, формирование перечня мероприятий по снижению импортозависимости в нефтехимической отрасли Российской Федерации, написание статьи; А. С. Лядов — анализ и обсуждение полученных результатов, подготовка статьи к публикации; А. С. Рубцов — анализ полученных данных, формирование перечня государственных мероприятий, направленных на развитие нефтехимической отрасли в России.

Информация об авторах

Гольшиева Елена Алексеевна, директор проекта Дирекции «Аналитический центр ТЭК» ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0850-0029>

Жданев Олег Валерьевич, к.ф.-м.н., руководитель Дирекции технологий в ТЭК ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5287-4397>

Корнев Владимир Васильевич, директор проекта Дирекции технологий в ТЭК ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1246-043X>

Лядов Антон Сергеевич, к.х.н., заведующий сектором «Химии нефти» в Институте нефтехимического синтеза им. А. В. Топчиева РАН,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9969-7706>

Рубцов Антон Сергеевич, директор департамента переработки нефти и газа Министерства энергетики Российской Федерации,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8400-6626>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Список литературы

- [1] Geng Z., Zhang Y., Li C., Han Y., Cui Y., Yu B. Energy optimization and prediction modeling of petrochemical industries: An improved convolutional neural network based on cross-feature // *Energy*. 2020. V. 194. ID 116851. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.116851>
- [2] Акишин Д., Тыров Е. Нефтехимическая отрасль России: стоит ли ждать перемен. М.: VYGON Consulting. 2018. С. 32.
- [3] Лядов А. С., Петрухина Н. Н. Добыча и переработка тяжелых нефтей — проблемы и перспективы (обзор) // *ЖПХ*. 2018. Т. 91. № 12. С. 1683–1692. <https://doi.org/10.1134/S0044461818120022> [Lyadov A. S., Petrukhina N. N. Extraction and refining of heavy crude oils: Problems and prospects // *Russ. J. Appl. Chem.* 2018. V. 91. N 12. P. 1912–1921. <https://doi.org/10.1134/S1070427218120029>].
- [4] Bondarenko T., Borodin A., Zholamanova M., Panaedova G., Belyanchikova T., Gurieva L. Investments of the petrochemical sector: The value of the competitiveness of petrochemical companies // *Entrepreneurship and Sustainability Issues*. 2020. V. 7. N 3. P. 2510–2525. [http://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.3\(70\)](http://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.3(70)).
- [5] Mealy P., Teytelboym A. Economic complexity and the green economy // *Research Policy*. 2020. ID 103948. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.103948>.
- [6] Микенас Т. Б., Захаров В. А., Никитин В. Е., Ечевская Л. Г., Мацько М. А. Новое поколение нанесенных катализаторов циглеровского типа для производства полиэтилена // *Хим. пром-сть*. 2010. Т. 87. № 3. С. 111–121.
- [7] Mikenas T. B., Koshevoy E. I., Cherepanova S. V., Zakharov V. A. Study of the composition and morphology of new modifications of titanium-magnesium catalysts with improved properties in ethylene polymerization // *J. Polym. Sci. Part A: Polym. Chem.* 2016. V. 54. P. 2545–2558. <https://doi.org/10.1002/pola.28132>.
- [8] Захарян Е. М., Петрухина Н. Н., Дмитриев А. В., Нехаев А. И., Туманян Б. П., Максимов А. Л. Синтез нефтеполимерных смол термической полимеризацией непредельных соединений пиролизных фракций // *Химия и технология топлив и масел*. 2018. № 3. С. 35–39 [Zakharyan E. M., Petrukhina N. N., Dmitriev A. I., Nekhaev A. I., Tumanyan B. P., Maksimov A. L. Synthesis of hydrocarbon resins by thermal polymerization of unsaturated compounds of pyrolysis fractions // *Chem. Technol. Fuels Oils*. 2018. V. 54. P. 299–306. <https://doi.org/10.1007/s10553-018-0927-6>].
- [9] Matieva Z. M., Snatenkova Y. M., Kolesnichenko N. V., Khadzhev S. N. Catalysts for synthesizing liquid hydrocarbons from methanol and dimethyl ether: A review // *Catal. Ind.* 2019. V. 11. N 2. P. 101–112. <https://doi.org/10.1134/S2070050419020089>