

АЛКИЛАТ – ОСНОВНОЙ КОМПОНЕНТ ВЫСОКООКТАНОВЫХ БЕНЗИНОВ

© Х. Х. Ахмадова, М. Х. Магомадова, А. Р. Ахмадова
ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия

Целью работы является установление роли алкилата в производстве высокооктановых компонентов бензинов с начала промышленного внедрения процесса серноокислотного алкилирования в 1943 г. и по 1990-е годы, а также показать значение и объемы производства алкилата за рубежом, в СССР и в Российской Федерации.

Авторами установлено, что в СССР до начала 1990-х годов и в России вплоть до 2010 г. алкилат получают в основном процессом серноокислотного алкилирования, а его объемы производства достигают не более 0,5 млн. т/год, в то время как за рубежом превышают 70 млн. т/год.

В Союзе в период 1942-1970 гг. было построено всего 16 установок серноокислотного алкилирования, т. е. более чем в 2 раза меньше, чем в США за период 1938-1942 гг. Качество алкилата, производимого в СССР, было низким – октановое число в чистом виде составляло всего 88,0 пункта (моторным методом) и, несмотря на проведенные работы по усовершенствованию отечественных алкилирующих установок, достигнутые показатели значительно уступали зарубежным, особенно по расходу серной кислоты (186 кг на тонну алкилата против 70-100 кг за рубежом).

В настоящее время в России эксплуатируется 8 установок алкилирования изобутана олефинами на серной кислоте и одна установка на фтористоводородной кислоте.

Ключевые слова: алкилат, автомобильный бензин, серноокислотное алкилирование, объемы производства, установки, период, реконструкция.

В современном мире автотранспорт является одним из основных показателей цивилизованного развития общества [30].

Количество автомобилей в мире ежегодно увеличивается более чем на 100 млн. ед. и в настоящее время превышает 1 млрд. автомобилей [29].

Лидером в производстве автомобилей является Китай, на долю которого в мировом производстве приходится 26,7% [14].

Примерно такое же количество автомобилей в год производят вместе взятые США, Германия и Япония.

В России на сегодняшний день производство автомобилей находится на уровне таких стран, как Мексика и Испания.

В то же время рост автомобильного транспорта помимо преимуществ имеет весьма существенную негативную сторону, являясь основным источником загрязнения воздуха токсичными веществами (до 90% и более) [23].

Поэтому увеличение и совершенствование автотранспортных средств обуславливает

необходимость решения проблемы сохранения нормальной экологической обстановки в местах их потребления и эксплуатации, и необходимость производства моторных топлив улучшенного качества [2].

Использование низкокачественного бензина сопровождается преждевременным выходом из строя двигателя, а необоснованный запас его по качеству приводит к нерациональному использованию нефтяного сырья и повышению стоимости топлива [13, 15].

В России принят ряд документов, законодательным образом устанавливающих нормы, обеспечивающие безопасность топлив, выпускаемых в оборот на территории страны [19].

Российские бензины в соответствии с ГОСТ 32513-2013 выпускаются нескольких классов, различающихся по содержанию серы, ароматических углеводородов и октановому числу.

ГОСТ Р 51866-2002 (ЕН 228-2004) «Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия» устанавливает ввод в эксплу-

атацию следующих марок бензинов: АИ-80, АИ-92, АИ-95, АИ-98, а также соответствие их экологическим классам К2, К3, К4 и К5.

В структуре производства автомобильных топлив в России растет доля производства бензина марки АИ-95, и за последние годы она выросла более чем на 15%. С введением запрета на территории России с 1 июля 2016 года на эксплуатацию моторных топлив 4-го экологического класса существенно выросла доля производства моторного бензинового топлива экологического класса К5 – до 93% [30].

В настоящее время в России имеется значительный парк импортных автомобилей. Поэтому необходим достаточно быстрый переход производства автомобильных бензинов марок АИ-95 и АИ-98 по экологическому классу 5 на класс 6, как это реализовано во многих европейских странах.

Экологические классы современных автомобильных бензинов определяются их сложным компонентным составом, который сильно отличается для товарных бензинов разных стран [6, 9, 17].

Это отличие обусловлено структурой нефтеперерабатывающей промышленности страны. В таблице 1 приводятся сравнительные данные по компонентному составу бензинов в России, Западной Европе и США [9].

Как видно из данных таблицы 1, основным компонентом российских и западноевропейских бензинов является бензин каталитическо-

го риформинга, содержание которого доходит до 54% и 48,2% соответственно [4].

Бензин риформинга представляет собой высокооктановый компонент с высоким содержанием ароматических углеводородов, существенным недостатком которых является их высокая токсичность, склонность к нагарообразованию и образованию при сгорании канцерогенных полициклических бенз- α -пиренов [30].

Повышение содержания ароматических углеводородов в бензине также приводит к снижению температуры его сгорания и снижению содержания оксидов азота в отработавших газах. Несгоревшие углеводороды отработавших газов приводят к образованию смога в воздухе, что негативно сказывается на здоровье людей.

Таким образом, в европейских странах и США риформат, имеющий низкие экологические показатели, заменяется компонентами бензинов неароматического ряда или с пониженным содержанием ароматических углеводородов.

В связи с этим представляется целесообразным увеличение в составе автобензинов содержания алкилата, который практически полностью состоит из изопарафинов, обладающих высоким октановым числом по исследовательскому методу [30].

Бензины алкилирования, состоящие главным образом из октанов, удовлетворяют самые строгие современные требования, предъявляемые к бензинам новых поколений.

Таблица 1 – Компонентный состав компаундированных бензинов в России, Западной Европе и США

Компонентный состав, %	ОЧИ, ед	США	Западная Европа	Россия
Бутаны	95-100	7,0	5,0	5,7
Бензины каталитического крекинга	90-94	34,5	27,0	20,0
Риформат	90-100	33	48,2	54,0
Прямогонный бензин	До 70	3,1	7,3	13,2
Бензины гидрокрекинга и гидроочистки	84-86			
Бензины термических процессов	72	0,6	0,5	4,9
Бензин алкилирования	90-94	11,2	5,0	0,3
Безин изомеризации	88-92	7,0	5,0	1,5
Оксигенаты (спирты и эфиры)	До 117 и до 135 соответственно	3,6	2,0	0,5

Они имеют высокое октановое число (96 по исследовательскому методу), не содержат ароматических и олефиновых соединений, не токсичны, имеют низкое давление насыщенных паров, следовательно, мало испаряются при хранении и транспортировке, практически не содержат серы, кислорода и азота [7, 10, 21].

В настоящее время бензин алкилирования в полной мере соответствует эксплуатационным и экологическим требованиям современных европейских и американских промышленных стандартов производства топлив для автомобильных двигателей внутреннего сгорания и является идеальным и важнейшим компонентом реформулированных экологически чистых бензинов [29, 30].

Объемы производства алкилата за рубежом превышают 70 млн. т/год, а в Российской Федерации достигают не более 0,5 млн т/год [4, 29, 30].

В нашей стране алкилат в основном получают процессом сернокислотного алкилирования, который имеет исключительно важное значение для производства современных автобензинов с низким давлением насыщенных паров и высоким значением октанового числа по моторному методу [20].

Несмотря на то, что процесс алкилирования является сравнительно дорогим и технологически трудно осуществимым процессом, доля алкилата в автобензинах с каждым годом увеличивается [29].

В настоящее время среднее содержание алкилатов в составе бензинов в мире составляет около 8%, в США оно достигает 13% и в ближайшей перспективе планируется достижение уровня 20-25% [30]. В товарных бензинах России доля алкилбензина в настоящее время составляет менее 1% [3, 16].

Поэтому структурная перестройка нефтеперерабатывающей промышленности России требует резкого наращивания мощностей алкилирования для производства алкилата.

В течение всего периода с начала промышленного внедрения процесса сернокислотного алкилирования в 1943 г. и по 1990-е годы в СССР и в настоящее время в России вопрос производства алкилата являлся весьма актуальным, причем значение этого процесса в нефтепереработке со временем только возрастает [11].

Процесс алкилирования, начиная с начала его промышленного внедрения в США 1938 году, являлся и является одним из основных и перспективных направлений развития мировой нефтепереработки, и за более чем 80-летний период применения его ценность и интерес к нему только увеличиваются, что подтверждается появлением большого количества новых технологий.

Первоначально развитие процесса алкилирования изобутана олефинами в военные годы было вызвано огромным спросом на высокооктановое авиационное топливо [4].

В середине 1950-х годов назначением этого процесса стало получение алкилатов, используемых в качестве компонентов автомобильного топлива [13]. Однако в течение 1950-60-х годов спрос на алкилаты сильно сдерживался высоким по сравнению с другими компонентами уровнем издержек.

Программа поэтапного сокращения выбросов свинца, принятая Агентством США по охране окружающей среды, в 1970-80-е годы снова вызвала спрос на алкилаты как на высокооктановые компоненты моторного топлива. По мере роста ограничений, накладываемых на мировую нефтеперерабатывающую промышленность, этот спрос все продолжал возрастать.

Особенно резко потребность в алкилате возросла в начале 1970-х годов в связи с переводом двигателей автомобилей на неэтилированные и малоэтилированные бензины [24].

В начале 1970-х годов высококачественные автомобильные бензины были в основном представлены марками АИ-93 и АИ-98. Эти бензины обладали комплексом свойств, обеспечивающих оптимальный режим работы двигателей, который достигался за счет невысокого содержания ароматических углеводородов и высокой антидетонационной стойкости.

Высокое содержание ароматических углеводородов обуславливало интенсивное нагарообразование на стенках двигателя, что приводило к самопроизвольной детонации топлива за счет «каильного» эффекта нагара.

За рубежом в 1970-е годы в автобензинах особенно жестко лимитировалось содержание ароматических углеводородов: на уровне в среднем не выше 30% (по бензинам в США фактически 32%) [25].

Второе требование, предъявляемое к качеству бензинов, высокая антидетонационная стойкость не исчерпывалась только высоким октановым числом, которое являлось для оценки бензина в дорожных условиях показателем необходимым, но недостаточным.

Необходимо было также обеспечить равномерность октановой характеристики топлива по всему диапазону выкипания последнего. Поэтому за рубежом был введен специальный показатель равномерности, количественно представляющий собой разность между октановыми числами всего бензина и фракции, выкипающей до 100°C, так называемая («дельта») топлива. Чем меньше Δ , тем бензин лучше показывал себя в дорожных условиях.

Исходя из этих требований, получение высококачественного автомобильного бензина заключалось в компаундировании высокоароматизированных компонентов, таких как бензины платформинга и каталитического крекинга, с высокооктановыми изопарафиновыми компонентами: такими как алкилат и изомеризат.

В связи с тем, что изомеризация как узких C_5 - C_6 , так и широких фракций (бензинов и др.) не приводила к образованию заметных количеств высокооктановых парафиновых углеводородов, выкипающих в пределах 60-110°C, то для получения автомобильного бензина с равномерной антидетонационной характеристикой требовалось обязательное использование алкилата.

В США по данным информационного бюллетеня отдела Национальной Технической Информации Американского Департамента Торговли и фирмы Bonnerand Moore Associates Incorporated содержание алкилата в автобензине типа АИ-93 колебалось в 1971 г. в пределах 11-15% [25].

В вариантах приготовления перспективных бензинов на 1976 и 1980 годы предусматривалось содержание алкилата в размере 18-19% для бензина марки АИ-93; 20-31% – для бензина марки АИ-94 и 35-40% для бензина марки АИ-100.

Таким образом, использование алкилата являлось обязательным для получения высококачественного автомобильного бензина. Это находило также подтверждение в регламентах, разработанных ГрозНИИ для приготовления

высококачественных бензинов типа АИ-93 и АИ-98.

В них предусматривалось использование для бензина типа АИ-93 алкилата в количестве до 20% для варианта приготовления с этилированием и 30% – без этилирования.

Изложенные обстоятельства показывают, что для производства высокооктановых высококачественных бензинов в начале 1970-х годов необходимо было развитие процесса алкилирования изобутана олефинами на уровне, обеспечивающем содержание алкилата в товарном бензине АИ-93 не ниже 15% вес.

Анализ нефтепереработки в США за 1970-е годы показывает высокий уровень производства алкилата в этой стране: в 1970 г. 32 млн. т., что составляло 5% от перерабатываемой нефти; в 1973 г. – 36 млн. т.

Необходимо подчеркнуть, что в 1970-е годы основным вариантом процесса алкилирования в США остался процесс с серной кислотой в качестве катализатора. Из общей мощности установок алкилирования 36 млн. т/год в США на долю сернокислотного алкилирования приходилось 24,4 млн. т/год, или 68%.

На современных по тому времени установках сернокислотного алкилирования в США получали алкилбензины с октановым числом 93-94 п. при расходе кислоты 70-100 кг/т алкилата.

Использование других промышленных катализаторов – фтористоводородной кислоты или хлористого алюминия – было сопряжено с рядом трудностей (высокая токсичность и коррозионность, необходимость аппаратуры из специальных сплавов и высокой степени осушки сырья и др.). На алкилбензин, полученный процессом алкилирования с использованием этих катализаторов, в США приходилось 30-32% от общего объема его производства.

Статистические данные по производству алкилата показывают, что к 1974 году в США находилось в эксплуатации 74 установки сернокислотного алкилирования, в том числе: 3 мощностью до 60 тыс. тонн в год по алкилату, 17 установок мощностью 60-150 тыс. тонн, 39 установок – 150-500 тыс. тонн, 12 установок до 1 млн. тонн и 3 установки мощностью 1,3 млн. тонн.

Средняя мощность установок сернокислотного алкилирования в США составляла 330 тыс. тонн алкилата в год.

К 1974 году в США в эксплуатации находилось 66 установок фтористоводородного алкилирования: 10 установок мощностью до 60 тыс. тонн в год, 30 установок – 60-150 тыс. тонн в год, 22 установки до 500 тыс. тонн, 3 установки – до 1 млн. тонн и одна установка 1,2 млн. тонн алкилата в год.

Необходимо отметить, что за 3 года, т.е. в период 1971-1974 гг. за рубежом, в том числе в США, наблюдалось более широкое внедрение процесса фтористоводородного алкилирования, в частности были построены установки высокой производительности 700 тыс. тонн и 1,2 млн. тонн в год.

В результате средняя мощность установок фтористоводородного алкилирования возросла с 140 тыс. тонн (в 1970 г.) до 175 тыс. тонн в год (к 1974 г.)

В период с 1973 по 1974 годы суммарная мощность установок серноокислотного алкилирования не изменилась и составляла 19,7 млн т/год, а установок фтористоводородного алкилирования возросла соответственно с 11,4 до 12,3 млн т/год [1].

Суммарная производительность установок алкилирования по алкилату к 1 января 1975 г. в США достигала 32 млн т/год [26].

В 1974 г. прирост мощностей составил 0,6 млн. т/год, в 1975-0,5 млн т/год, а в 1976 г. – 0,22 млн. т/год.

В Советском Союзе до начала 1990-х годов и в России вплоть до 2010 г. применялась только технология серноокислотного алкилирования, которая, несмотря на постоянные технические усовершенствования процесса, значительно уступала по своим достижениям зарубежным показателям.

В период 1942-1970 гг. в СССР было построено всего 16 установок серноокислотного алкилирования в гг. Грозном, Орске, Краснодарске, Гурьеве, Куйбышеве, Уфе, Салавате, Ярославле, Омске, Баку, т.е. более чем в 2 раза меньше, чем в США за период 1938-1942 гг. [4].

Из построенных в разное время отечественных установок алкилирования свыше 20 лет эксплуатировались две установки, 14-20 лет – 12 установок, 6 лет – одна установка и 2 года одна установка (25/7 в г. Ярославле) [5].

В 1940-е годы были построены 2 установки алкилирования: в 1943 г. – первая грозненская №25 и в 1946 г. первая импортная, полу-

ченная по ленд-лизу, установка 25-5 на Орском НПЗ. По этой программе также были получены установки алкилирования: в 1951 г. установка 24-46 на Краснодарском НПЗ, в 1952 г. установка 24-36 на Куйбышевском НПЗ, в 1953 г. установка 23-16 на Гурьевском НПЗ.

В 1953 г. на Новогрозненском НПЗ были построены установки №25-1 и на Ново-Бакинском НПЗ установки 51-52. В 1954 г. в Грозном была построена вторая алкилирующая установка №25-2.

В 1954-1955 г. на Ново-Уфимском НПЗ был впервые в СССР построен блок алкилирования, состоящий из двух установок 25-4-1 и 25-4-2.

Также в 1955 г. были построены установки серноокислотного алкилирования на Салаватском и Омском НПЗ. В 1956 г. введена в число действующих установка серноокислотного алкилирования 25-4 на Ново-Куйбышевском НПЗ. Всего в 1950-е годы было построено 12 установок серноокислотного алкилирования.

В 1960-е годы были введены в эксплуатацию только две установки алкилирования: в 1964 г. одна установка серноокислотного алкилирования на Сызранском НПЗ и в 1968 г. вторая на Ново-Ярославском НПЗ.

Бурный рост отечественного автомобилестроения и ужесточение требований к охране окружающей среды обусловил необходимость увеличения в десятой пятилетке (1976-1980 гг.) производства алкилбензина более чем в 2 раза. В связи с этим на ближайшую перспективу в СССР была намечена коренная реконструкция действующих установок серноокислотного алкилирования с целью значительного улучшения технико-экономических показателей их работы, строительства новых мощных установок серноокислотного алкилирования с применением современных совершенных технологий, поиск новых катализаторов и методов осуществления процесса алкилирования изобутана олефинами и разработка высокоэффективных технологий осуществления процесса алкилирования для производства алкилбензина.

В таблице 2 приведены данные по производству алкилата в конце 1960-х – начале 1970-х годов и прогнозные по «Основным направлениям развития нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности СССР на 1976-1990 гг.».

В 1968 году, в момент поручения ГрозНИИ головных функций по процессу производства алкилбензина, в СССР было выработано 484 тыс. тонн алкилата [12], в 1972 году выработка алкилата по отрасли составила 0,564 млн. т в год, в 1975 году – 0,6 млн. т. Согласно «Основным направлениям развития нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности на 1976-1990 гг.», в 1980 году планировалась выработка алкилата – 1,3 млн. т, в 1985 году – 1,7 млн. т и в 1990 году – 2,0 млн. т в год.

Качество алкилата, производимое в СССР, было низким – октановое число в чистом виде моторным методом составляло всего 88,0 пункта.

В таблице 2 приведены объемы производства алкилбензина, обеспечивающие на перспективу состав автобензина АИ-93 и АИ-98 на низшем уровне современных зарубежных бензинов. Как видно из таблицы 2, в такую программу – минимум в СССР было заложено производство 2,4 млн. т алкилбензинов в 1980 г., 4,3 млн. т – в 1985 г., 10,5 млн. т – в 1990 г.

В результате проведенной ГрозНИИ совместно с заводами работы основные показатели алкилирующих установок в целом по отрасли в период конец 1960-1970-е годы несколько улучшились.

Так, за счет улучшения показателей действующих установок в период с 1968 по 1974 гг. выработка алкилата по отрасли возросла на 120 тыс. тонн/год, его октановое число повысилось на 2,4 пункта (от 88,0 до 90,4), средний удельный расход серной кислоты понизился на 55 кг на тонну алкилата (с 241 до 186 кг). Себестоимость тонны алкилбензина понизилась на 16 руб. (с 118 до 102 руб. за тонну).

На отечественных алкилирующих установках была проведена реконструкция с заменой устаревших вертикальных контакторов с аммиачным охлаждением на современные горизонтальные контакторы с охлаждением за счет испарения части продуктов реакции, также проводились исследования по разработке новых конструкций контакторов с усовершенствованной системой охлаждения, позволяющих повысить выход и качество алкилата [24-25].

На установках алкилирования в Грозном и Гурьеве (расход серной кислоты 151-162 кг/т

алкилата) были достигнуты лучшие показатели (октановое число алкилата 91,0-91,2 п.) по отрасли.

Наиболее плохими показателями характеризовалась работа старых установок алкилирования в Красноводске (расход серной кислоты за 1973 г. в Красноводске 230 кг/т алкилбензина).

Вместе с тем достигнутые показатели значительно уступали зарубежным, особенно по расходу серной кислоты (186 кг на тонну алкилата против 70-100 кг за рубежом (таблица 3).

Параллельно с усовершенствованием процесса сернокислотного алкилирования в СССР в 1970-е годы проводились работы по созданию современных установок сернокислотного алкилирования типа 25-8с [27] и перспективной комбинированной установки [28], а также процессов алкилирования изобутана олефинами C_3 - C_4 с применением других катализаторов: фтористоводородной кислоты, комплексов хлористого алюминия, цеолитных катализаторов [8].

В России в настоящее время эксплуатируется 8 установок алкилирования изобутана олефинами на серной кислоте: две в г. Уфе (110 тыс. т/год), две в г. Самаре (50 тыс. т/год), одна в г. Ярославле (100 тыс. т/год), одна в г. Омске («Газпромнефть», 300 тыс. т/год), одна с 2006 года в г. Рязани («ТНК-ВР», 400 тыс. т/год), одна с 2013 г. в г. Уфе по технологии фирмы STRATCO и одна установка на фтористоводородной кислоте в Кстово, расположенная на предприятии ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегород-нефтеоргсинтез» [4].

Осуществление реакции алкилирования изобутана бутиленами в присутствии 96-98%-ной серной кислоты, несмотря на все недостатки и сложности этого процесса – традиционная для стран бывшего СССР и российской практики технология этого процесса [18].

В последнее десятилетие в России наблюдается тенденция на внедрение процесса жидкокислотного алкилирования с использованием других катализаторов.

Так, как было сказано выше, в 2010 году на Кстовском НПЗ была введена в эксплуатацию первая в России установка фтористоводородного алкилирования [4, 22].

В результате это предприятие стало выпускать автомобильный бензин класса Евро-5.

Таблица 2 – Динамика развития объемов производства алкилата и изменение качества алкилбензина

№ пп		Фактические данные				План и прогноз по «Основным направлениям» развития н/п и н/х на 1976-1990 гг.				
		1968	1969	1970	1971	1972	1975	1980	1985	1990
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Производство алкилата, млн. т/г (расчет по переработке сырья по «Основным направлениям»)	0,484	0,495	0,535	0,562	0,564	0,6	1,3	1,7	2,0
2.	Потребность в алкилате, млн. т а) для авиабензина б) для автобензинов АИ-93 и АИ-98 (из расчета в среднем 15% алкилата и бензина)						0,48 0,52	0,5 1,9	0,5 3,8	0,5 10,0
	Всего:						1,0	2,4	4,3	10,5
3.	Дефицит алкилата при выработке его по «Основным направлениям», млн. т.						0,4	1,1	2,6	8,5
4.	Количество алкилата для вовлечения в автобензины (при выработке его по п. 1 и полном обеспечении авиации), млн. т						0,12	0,8	1,2	1,5
5.	Содержание алкилата в автобензинах АИ-93 и АИ-98 (исходя из количества его выделяемое для этих целей по п. 4),% вес.						3,5	6,5	4,8	2,2

В настоящее время на предприятиях отечественного нефтехимического комплекса запланировано строительство 4 алкилирующих установок на жидкокислотных катализаторах, 3 из которых на заводах НК «ЛУКОЙЛ»

(«Пермьнефтеоргсинтез» – 0,1 млн т/год, «Нижегороднефтеоргсинтез» – 0,36 млн т/год, «Волгоград-нефтепереработка» – 0,25 млн т/год), и одна на Ново-Уфимском НПЗ мощностью 0,45 млн т/год [30].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Aalund L. R.* Building by small refines boots U. S. Refining total. // Oil and Gas Journal. 1975. № 12. P. 13.
2. *Абросимов А. А.* Экология переработки углеводородных систем. М.: Химия. 2002. 608 с.
3. *Аргунова Н. В., Качалова Т. Н.* 3D-проектирование установки получения высокооктанового компонента автомобильного бензина. Вестник технологического университета. 2013. № 8. С. 285-286.
4. *AkhmadovaKh. Kh., Magomadova M. Kh., Syrkin A. M., Egutkin N. L.* History, Current State, and Prospects for Development of Isobutane Alkylation with Olefins // Theoretical Foundations of Chemical Engineering, 2019, Vol. 53, No. 4, pp. 643-655. Russian Text © The Author (s), 2018, published in Khimicheskaya Tekhnologiya. 2018. Vol. 19. №3. Pp. 101-118.
5. *Ахмадова Х.Х. Магомадова М.Х., Садаева Л.Ш.* Алкилирующие установки бывшего СССР // IV Международная научно-практическая конференция «Достижения, проблемы

- и перспективы развития нефтегазовой отрасли», в рамках II Международного форума «Наука и Инновации». 2019. Альметьевск.
6. *Ахметов С. А.* Технология глубокой переработки нефти и газа: учебное пособие для вузов. Уфа: Гилем, 2002. 672 с.
 7. *Ахметов С. А.* Физико-химическая технология глубокой переработки нефти и газа. Ч. 1, 2. Уфа: УГНТУ, 1997. 279 с.
 8. *Герзелиев И. М., Хаджиев С. Н., Лютер А. В.* Алкилирование изобутана олефинами на цеолитных катализаторах // Катализ на окислах и цеолитах. Региональный симпозиум. Грозный: Чечено-Ингушское книжное изд-во, 1975.
 9. *Данилов А. М.* Книга для чтения по переработке нефти. СПб.: Химиздат, 2012. С. 190-198.
 10. *Данилов А. М.* Присадки и добавки для улучшения экологических характеристик нефтяных топлив. М.: Химия, 1996. 232 с.
 11. *Дорогочинский А. З., Лютер А. В., Вольнова Е. Г.* Серноокислотное алкилирование изопарафинов олефинами. М.: Химия, 1985. 191 с.
 12. *Дорогочинский А. З.* Доклад по процессу алкилирования 1970-1973 гг. 1973. С. 48.
 13. *Емельянов В. М.* Пути повышения качества вырабатываемых автомобильных бензинов // Нефтепереработка и нефтехимия. 2004. № 10. С. 6-8.
 14. *Емельянов В. Е.* Производство бензинов для перспективного автомобильного и авиационного транспорта // Научн. тр. I Международного форума «Инновационные технологии в области получения и применения горючих и смазочных материалов». СПб., 2013. С. 194-199.
 15. *Капустин В. М.* Проблемы повышения качества российских бензинов // Химия и технология топлив и масел. 2005. № 2. С. 13-15.
 16. *Климентова Г. Ю., Маврин В. Ю.* Топливные присадки для двухтактных двигателей // Вестник технологического университета. 2010. № 10. С. 323-326.
 17. *Козин В. Г., Солодова Н. Л., Башкирцева Н. Ю.* Современные технологии производства компонентных моторных топлив. Казань: ТаРИХ, 2003. 263 с.
 18. *Козин В. Г., Солодова Н. Л., Башкирцева Н. Ю., Абдуллин А. И.* Современные технологии производства компонентов моторных топлив. Казань, 2008. 328 с.
 19. Постановление Правительства РФ от 27 февраля 2008 г. № 118 «Об утверждении технического регламента «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту» / [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gost.ru/>
 20. *Романов И. А.* Производство бензина. М.: Стройиздат, 2006. 512 с.
 21. *Солодова Н. Л., Хасанов И. Р.* Анализ работы установки HF-алкилирования ООО «Лукойл-Нижегороднефтеоргсинтез» // Вестник технологического университета. 2015. Т. 18. № 7. С. 119-123.
 22. The clean air act amendements of 2010. Title II. Sec. 219.
 23. *Хаджиев С. Н., Байбурский В. Л., Лютер А. В., Вольнова Е. Г.* Состояние и перспективы развития процессов производства алкилбензина // Труды ГрозНИИ. Вып. XXX. Производство высокооктановых бензинов (Алкилирование и каталитический крекинг). 1976. С. 3-9.
 24. *Хаджиев С. Н.* Отчет ГрозНИИ. О мероприятиях по дальнейшему развитию процесса серноокислотного алкилирования в СССР. Грозный, 1975. С. 46.
 25. *Хаджиев С. Н.* Основные технические решения по реконструкции действующих установок серноокислотного алкилирования изобутана олефинами // Труды ГрозНИИ. Выпуск XXX. Производство высокооктановых бензинов (Алкилирование и каталитический крекинг). Грозный, 1976. С. 20-23.
 26. Установка серноокислотного алкилирования изобутана олефинами / *Хаджиев С. Н., Груздев А. С., Матаева Б. В. и др.* // Труды ГрозНИИ. Выпуск XXX. Производство высокооктановых бензинов (Алкилирование и каталитический крекинг). Грозный, 1976. С. 14-20.
 27. Перспективная комбинированная установка серноокислотного алкилирования изобутана олефинами / *Хаджиев С. Н., Кручинин И. Г., Лютер А. В. и др.* // Труды ГрозНИИ. Выпуск XXX. Производство высокооктановых бензинов (Алкилирование и каталитический крекинг). Грозный, 1976. С. 9-14.

28. *Шараф Фарук А. М.* Антидетонационные добавки на основе синергетических смесей оксигенатов к бензиновым топливам. Дис. ... канд. техн. наук. Казань, 2018.
29. *Ширязданов Р. Р.* Научно-прикладные основы процесса алкилирования изобутана олефинами на цеолитсодержащих катализаторах. Дис. на соиск. учен. степени д. т. н. Уфа. 2017. С. 412.
30. *Ширязданов Р. Р.* Научно-прикладные основы процесса алкилирования изобутана олефинами на цеолитсодержащих катализаторах. Дис. на соиск. учен. степени д. т. н. Уфа. 2017. С. 412.

ALKYLATE – MAIN COMPONENT HIGH OCTANE GASOLINE

© Kh. Kh. Ahmadova, M. H. Magomadova, A. R. Akhmadova
GSTOU named after acad. M. D. Millionshchikov, Grozny, Russia

The purpose of work is establishment of a role of the alkylate in production of high-octane components of gasolines since the beginning of industrial introduction of process of sulphuric acid alkylation in 1943 and till the 1990th years and also to show value and production of alkylate abroad, in the USSR and in the Russian Federation.

By authors it is established that in the USSR prior to the beginning of the 1990th years and in Russia up to 2010 alkylate is received generally process of sulphuric acid alkylation, and its outputs reach no more than 0.5 million tons/year while abroad exceed 70 million tons/year.

In the Union during 1942-1970 only 16 installations of sulphuric acid alkylation were constructed, i. e. in more than 2 times it is less, than in the USA during 1938-1942.

The quality of the alkylate manufactured in the USSR was low – the octane number in pure form made only 88.0 points (a motor method) and, despite the carried-out works on improvement domestic the alkylating installations the reached indicators considerably conceded foreign, especially on a consumption of sulfuric acid (186 kg on alkylate ton against 70-100 kg abroad).

Now in Russia 8 installations of alkylation of isobutane by olefins on sulfuric acid and one installation on fluorosulfuric acid are operated.

Keywords: alkylate, automobile gasoline, sulphuric acid alkylation, outputs, installations, period, reconstruction.

REFERENCES

1. Aalund, L. R. (1975) 'Building by small refines boots U. S. Refining total'. *Oil and Gas Journal*. 1975. № 12. p. 13.
2. Abrosimov, A. A. (2002) *Ekologiya pererabotki uglevodorodnykh sistem*. [Ecology of hydrocarbon systems processing]. M.: Chemistry. 608 p.
3. Argunova, N. V. and Kachalov T.N. (2013) '3D-proektirovanie ustanovki polucheniya vysokooktanovogo komponenta avtomobil'nogo benzina'. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta*, [3D-design of the plant for obtaining the high-octane component of motor gasoline. Gerald of the University of Technology]. № 8. Pp. 285-286.

4. Akhmadova, Kh. Kh., Magomadova, M. Kh., Syrkin, A. M. and Egutkin N.L. (2019, 2018) History, Current State, and Prospects for Development of Isobutane Alkylation with Olefins // Theoretical Foundations of Chemical Engineering, Vol. 53, No. 4, pp. 643-655. Russian Text © The Author (s), published in Khimicheskaya Tekhnologiya. Vol. 19. №3. Pp. 101-118.
5. Ahmadova, H. H., Magomadova, M. H. and Sadayev L.S. (2019) 'Alkilyruiyushchie ustanovki byvshego SSSR'IV *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Dostizheniya, problemy perspektivy razvitiya neftegazovoi otrasli», v ramkakh II Mezhdunarodnogo foruma «Nauka i Innovatsii»* [Alkylating installations of the former USSR/IV International Scientific and Practical Conference "Achievements, Problems and Prospects of Development of Oil and Gas Industry," within the framework of the II International Forum "Science and Innovation.,"] Almet'yevsk.
6. Akhmetov, S. A. (2002) Tekhnologiya glubokoi pererabotki nefiti i gaza: uchebnoe posobie dlya vuzov. [Technology of deep processing of oil and gas: tutorial for universities]. Ufa: Gilem, 672 p. Fiziko-khimicheskaya tekhnologiya glubokoi pererabotki nefiti i gaza. Ch. 1, 2. Ufa: UGOTU.
7. Akhmetov, S. A. (1997) Fiziko-khimicheskaya tekhnologiya glubokoi pererabotki nefiti i gaza. [Physical and chemical technology of deep processing of oil and gas]. Part 1, 2. Ufa: UGOTU. 279 p.
8. Gerzeliyev, I. M., Hadzhiev, S. N. and Luther, A. V. (1975) 'Alkilyrovaniye izobutana olefinami na tseolitnykh katalizatorakh' *Sb. Kataliz na okislakh i tseolitakh. Regional'nyi simpozium. Groznyi Checheno-Ingushskoe knizhnoe izd-vo* [Alkylation of isobutane with olefins on zeolite catalysts. Sb. Catalysis on oxides and zeolites. Regional Symposium. Grozny. Chechen -Ingush book publishing house.
9. Danilov, A. M. Kniga dlya chteniya po pererabotke nefiti [Book for reading on oil refining]. SPb: Himizdat, 2012. Pp. 190-198.
10. Danilov, A. M. (1996) Prisdki i dobavki dlya uluchsheniya ekologicheskikh kharakteristik neftyanykh topliv [Additives and additives for improvement of ecological characteristics of oil fuels. Moscow: Chemistry. 232 p.
11. Dorogochinsky, A. Z., Lyuter, A. V. and Vol'pova, E. G. (1985) Sernokislotoe alkilyrovaniye izoparafinov olefinami [Sulfuric acid alkylation of isoparafins with olefins]. M.: Khimiya, 191 p.
12. Dorogochinsky, A. Z. (1973) Doklad po protsessu alkilyrovaniya [The report on process of alkylation of 1970-1973]. Page 48.
13. Emelyanov, V. M. (2004) 'Puti povysheniya kachestva vyrabatyvaemykh avtomobil'nykh benzinov'. *Neftepererabotka i neftekhimiya* [Ways to improve the quality of produced automobile gasoline. Oil refining and petrochemicals]. №10. Pp. 6-8.
14. Emelyanov, V. E. (2013) 'Proizvodstvo benzinov dlya perspektivnogo avtomobil'nogo i aviatsionnogo transporta' *Sb. Nauchn. Tr. I Mezhdunarodnogo foruma «Innovatsionnye tekhnologii v oblasti polucheniya i primeneniya goryuchikh i smazochnykh materialov»*. [Gasoline production for advanced road and aviation transport. *Collection of scientific works. I International Forum "Innovative Technologies in the field of production and use of fuel and lubricants."*]. SPb. Pp. 194-199.
15. Karavin, V. M. (2005) 'Problemy povysheniya kachestva rossiiskikh benzinov'. Khimiya i tekhnologiya topivima sel [Problems of improving the quality of Russian gasoline. Chemistry and technology of melted and oils]. №2. Pp. 13-15.
16. Klimentova, G. Y. and Mavrin, V. Y. (2010) 'Toplivnye prisdki dlya dvukhtaknykh dvigatelei'. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta* [Fuel additives for two-stroke engines. Gerald of Technology University]. №10. Pp. 323-326.
17. Kozin, V. G., Solodova N. L. and Zapirtseva, N. Y. (2003) Sovremennyye tekhnologii proizvodstva komponentnykh motornykh topliv [Modern technologies of production of component motor fuels]. Kazan: TARIH, 263 p.
18. Kozin, V. G., Solodova, N. L., Zapirtseva, N. Y. and Abdullin, A. I. (2008) Sovremennyye tekhnologii proizvodstva komponentov motornykh topliv. [Modern technologies of production of components of motor fuels]. Kazan. 328p.

19. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 27 fevralja 2008 g. №118 «Ob utverzhdenii tehničeskogo reglamenta «O trebovanijah k avtomobil'nomu i aviacionnomu benzinu, dizel'nomu i sudovomu toplivu, toplivu dlja reaktivnyh dvigatelej i topochnomu mazutu» [Decree of the government of the Russian Federation of February 27, 2008, No. 118 “About the approval of technical regulations “About requirements to automobile and aviation gasoline, diesel and ship fuel, fuel for jet engines and to fuel oil”] [Electronic resource]. Available at: <http://www.gost.ru/>
20. Romanov, I. A. (2006) *Proizvodstvo benzina* [Gasoline production]. M.: Stroyizdat, 512 p.
21. Solodova N.L. and Hasanov, I. R. (2015) ‘Analiz raboty ustanovki HF-alkilirovaniya of LTD «Lukoil-Nizhegorodnefteorgsintez»’. *Vestnik tehnologičeskogo universiteta* [Analysis of HF-alkylation plant operation of Lukoil-Nizhny Novgorod Nefteorgsintez LLC]. Gerald of Technological University. T. 18. No. 7. Pp. 119-123.
22. The clean air act amendements of 2010, Title II, Sec. 219.
23. Hadzhiev S.N., Baybursky V.L., Luther A.V., Volpova E.G. (1976) ‘Sostojanie i perspektivy razvitiya processov proizvodstva alkilbenzina’. *Trudy GrozNII. Vyp. XXX. Proizvodstvo vysokooktanovykh benzinov (Alkilirovanie i katalitičeskij kreking)*. [State and prospects of development of processes of production of alkylbenzine] Works of GrozSII. Issue. XXX. Production of high-octane gasoline (alkylation and catalytic cracking)]. Pp. 3-9.
24. Hadzhiev, S. N. (1975) *Otchet GrozNII. O meroprijatijah po dal'nejshemu razvitiyu processa sernokislitnogo alkilirovaniya v SSSR* [Report of GrozSII. On measures for further development of the process of sulfuric acid alkylation in the USSR]. Grozny. 1975. P. 46.
25. Hadzhiev, S. N. (1976) *Osnovnye tehničeskije reshenija po rekonstrukcii dejstvujushih ustanovok sernokislitnogo alkilirovaniya izobutana olefinami*. *Trudy GrozNII. Vypusk HHH. Proizvodstvo vysokooktanovykh benzinov (Alkilirovanie i katalitičeskij kreking)* [Basic technical solutions for reconstruction of existing facilities of sulfuric acid alkylation of isobutane with olefins. Works of GrozSII. XXX issue. Production of high-octane gasoline (Alkylation and catalytic cracking)]. Grozny- 1976. Pp. 20-23.
26. Hadzhiev, S. N., Gruzdev, A. S., Matayeva, B. V. and others (1976) *Ustanovka sernokislitnogo alkilirovaniya izobutana olefinami*. *Trudy GrozNII. Vypusk HHH. Proizvodstvo vysokooktanovykh benzinov (Alkilirovanie i katalitičeskij kreking)*. Plant of sulfuric acid alkylation of isobutane with olefins. Works of GrozSII. XXX issue. Production of high octane gasoline (Alkylation and catalytic cracking). Grozny – 1976. Pp. 14-20.
27. Hadzhiev, S. N., Kruchinin, I. G., Luther, A. V. and others (1976) ‘*Perspektivnaya kombinirovannaya ustanovka sernokislitnogo alkilirovaniya izobutana olefinami*’. *Trudy GrozNII. Vypusk KhKhKh. Proizvodstvo vysokooktanovykh benzinov (Alkilirovanie i katalitičeskij kreking)* [Perspective combined plant for sulfuric acid alkylation of isobutane with olefins. XXX issue. Production of high octane gasoline (Alkylation and catalytic cracking)]. Grozny –1976. Pp. 9-14.
28. Sharaf Farouk, A. M. (2018) *Antidetonnatsionnye dobavki na osnove sinergetičeskikh smesei oksigenatov k benzinovym toplivam*. Dis. nasoišk. učen. stepenikand. tekhn. nauk. [Antidetonation supplements based on synergetic mixtures of oxygenates to gasoline fuels. Thesis on Ph. D in Engineering]. Kazan.
29. Siriyazdanov, R. P. (2017) *Nauchno-prikladnye osnovy protsessa alkilirovaniya izobutana olefinami na tselitsoderzhashchikh katalizatorakh* [Scientific and applied bases of the process of alkylation of isobutane with olefins on zeolite-containing catalysts. Thesis on D. Sc. in Engineering]. P. 412.
30. Siriyazdanov, R. P. (2017) *Nauchno-prikladnye osnovy protsessa alkilirovaniya izobutana olefinami na tselitsoderzhashchikh katalizatorakh* [Scientific and applied bases of the process of alkylation of isobutane with olefins on zeolite-containing catalysts. Thesis on D. Sc. in Engineering]. P. 412.