

УДК 665.63

## ЗАРОЖДЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМ КРЕКИНГА В МИРОВОЙ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКЕ

<sup>1</sup>Ахмадова Х.Х., <sup>1</sup>Абдулмежидова З.А., <sup>2</sup>Сыркин А.М.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет  
им. акад. М.Д. Миллионщикова», Грозный, e-mail: Hava9550@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,  
Уфа, e-mail: syrkinam@mail.ru

В статье приводятся результаты становления и внедрения процесса термокрекинга в 1920–1930-е годы в разных странах мира. Показано, что успешным развитием процессов термического крекинга нефтеперерабатывающая промышленность обязана почти исключительно США, где были построены первые промышленные установки крекинга различных систем. В анализируемый период в нефтеперерабатывающую промышленность страны было внедрено чрезвычайно большое количество систем парофазного и жидкофазного крекинга. Начавшаяся с примитивной установки Бартона промышленность термического крекинга США в 1930-е годы достигла значительного развития. Общее число работающих заводов составило 388, из них на долю крекинг-заводов приходилось более 54%. Особенно широкое внедрение процесса отмечалось в 1926–1930-е годы в странах Европы, Северной и Южной Америки. В Европе в основном наибольшее распространение имели системы термокрекинга Кросса и Даббса. В СССР процесс термокрекинга начал находить промышленное применение только в конце 1920-х годов и в своем развитии прошел через стадии строительства отечественных опытно-промышленных установок, промышленной установки «Советский крекинг» и зарубежных установок системы Виккерса, Дженкинса и Винклер – Коха, которые в 1930-е годы были взяты за основу при создании отечественной промышленной системы термокрекинга.

**Ключевые слова:** термокрекинг, системы крекинга, парофазный и жидкофазный крекинг, заводы, установки, нефтеперерабатывающая промышленность, страны, внедрение, развитие, строительство

## ORIGIN OF INDUSTRIAL SYSTEMS OF CRACKING IN WORLD OIL PROCESSING

<sup>1</sup>Akhmadova H.H., <sup>1</sup>Abdulmezhidova Z.A., <sup>2</sup>Syrkin A.M.

<sup>1</sup>Grozny State Oil Technical University of acad. M.D. Millionshchikova,  
Grozny, e-mail: Hava9550@mail.ru;

<sup>2</sup>Ufa State Oil Technical University, Ufa, e-mail: syrkinam@mail.ru

The article presents the results of the formation and implementation of thermal cracking process in 1920–1930th years in the different countries of the world. It is shown that the successful development of a thermal cracking process refining industry owes almost exclusively by the United States, where the first industrial cracking unit of different systems have been built. In the period under review in the oil refining industry of the country it has been implemented extremely large number of systems, vapor and liquid phase cracking. Which began with a primitive setup Burton US industry thermal cracking in the 1930s has made considerable development. The total number of operating plants was –388, of which the share of the cracking plants accounted for more than 54%. Especially widespread introduction of process was noted in 1926–1930 years in the countries of Europe, North and South America. In Europe, mainly the most widespread type of system had a thermal cracking Cross and Dobbs. In the USSR the thermal cracking process in the late 1920 years was just beginning to find commercial application and its development has gone through the stage of construction of the domestic development of industrial plants, industrial plant «Soviet cracking» and foreign plants Vickers system, Jenkins and Winkler-Koch, who in 1930 years were taken as the basis for creating a domestic industrial thermal cracking system.

**Keywords:** thermal cracking, systems of cracking, vapor and liquid phase cracking, plants, installations, oil-processing industry, countries, introduction, development, construction

Термический крекинг, прочно внедрившийся в нефтепереработку более века назад и положивший начало химической переработки нефти, до сих пор не потерял своей актуальности. Именно благодаря этому процессу, мир обязан производством громадного количества бензина улучшенного качества из тяжелых продуктов и становлением нефтехимической промышленности. Этот процесс с начала своего зарождения и по настоящее время находится в постоянном развитии и совершенствовании.

Начав свою историю с примитивной технологии в цилиндрических кубах, далее применяя массивные трудно управляемые реакционные камеры и трубчатые печи различных конструкций, совершенствуя по мере своего развития реакционное, ректификационное, насосное и другое оборудование, процесс термокрекинга на протяжении своей более чем вековой истории достиг значительных достижений в технологии и в аппаратном оформлении. Современные технологии процесса термического

крекинга основаны на применении высокоэффективных печей со змеевиками двухстороннего облучения и высокоэффективных реакционных камер, снабженных рубашкой охлаждения с нисходящим потоком жидкой фазы и восходящим потоком термообработанного сырья, специального оборудования и методов регулирования давления в реакционной камере, исключающих необходимость многоколонного разделения продуктов и т.д. Все это делает процесс термического крекинга в настоящее время экономически и технологически конкурентоспособным и привлекательным [3].

Крекинговое производство, зародившееся в Соединенных Штатах в 1912 г. с небольшой кубовой крекинг-установки Бартона, достигло здесь в конце 1920-х годов огромного развития в связи с возросшим спросом на бензин [5, 6, 18, 20].

За этот период в нефтеперерабатывающую промышленность страны было внедрено чрезвычайно большое количество систем как парофазного, так и жидкофазного крекинга. Наиболее распространенными представителями парофазного крекинга являлись процессы Гринстрита, Ритмана, Галля, Александра и Холла [4–7, 25].

Крекирование сырья при парофазном крекинге проводилось при высокой температуре и низком давлении или без давления:

- процесс Гринстрита при атмосферном давлении и температуре 650 °С;
- процесс Галля при давлении 5 атм и температуре 600 °С;
- процесс Ритмана при давлении 13–20 атм. и температуре 510 °С.

Процессы в парообразной фазе впервые были предложены в 1910-е годы: процесс Гринстрита в 1911 г., Ритмана – 1912–1916 гг., Александра и Галя – 1914 г., Жиро – 1915 г., Холла – 1917 г. и т.д. [7].

Из жидкофазной группы крекинг-процессов наиболее широко применяемыми были процессы Бартона, Даббса, Дженкинса, Кросса, Кост-Косдена, Синклера, Бентона, Флеминга, Холмса и Манли, Тюб энд Тэнк Стандарда и другие, которые были разработаны в разные годы: Бартона – 1912 г., Дженкинса – 1916 г., Даббса – 1919 г. и т.д. Процессы этой группы осуществлялись при следующих режимах:

- процесс Бартона – температура 380–420 °С и давление 5–6 атм;
- процесс Даббса – температура 440–450 °С и давление 8,4–11,2 атм;
- процесс Дженкинса – температура 400 °С и давление 10,5 атм;
- процесс Кросса – температура 460 °С и давление 42 атм;

– процесс Кост-Косдена – температура 400 °С и давление 5,6 атм;

– процесс Синклера – температура 400 °С и давление 7–7,75 атм;

– процесс Бентона при давлении 120 атм.

Так как на антидетонационные бензины парофазного крекинга в 1920-е годы на рынке еще не существовало спроса, а бензин жидкофазного крекинга более соответствовал существовавшим в то время условиям, в нефтепереработке все большее применение находили системы крекинга в жидкой фазе [22].

Количество строящихся крекинг-установок и применяемых систем крекинга в 1920-е годы в результате широко проводимых в Соединенных Штатах исследований крекинг-процесса с каждым годом быстро увеличивалось.

При обследовании в США в 1926 г. 150 заводов в эксплуатации оказались 33 различные системы крекинг-установок с суточной производительностью 981,2 тыс. барр в сутки. В 1927 г. число заводов с крекинг-установками составило 158 с суточной производительностью 1246 тыс. барр. В 1928 г. число таких заводов снизилось до 148, но объем крекирования на них увеличился до 1327 тыс. барр. в сутки. В начале 1930-х годов крекинговое производство в США насчитывало уже 207 заводов с мощными крекинг-установками и с более чем полусотнями модификаций крекинга производительностью 1829 тыс. барр. в сутки.

В этот период общее число работающих заводов в США составило 388, из которых доля крекинг-заводов составляла более 54 %.

Основной тенденцией развития нефтеперерабатывающей промышленности США в 1930-е годы являлось расширение применения процесса крекинга различных систем. На крекинг-процессы в стране в это время было выдано несколько тысяч патентов [19].

Данные по количеству заводов и крекинг-установок в США в начале 1930-х годов, применявших различные модификации крекинга, приведены в таблице.

По применению на первом месте стояла система Даббса (33 НПЗ), на втором – Кросса (20 НПЗ), на третьем система Бартона (17 НПЗ), далее системы Холмса – Манли (8 НПЗ), Дженкинса (6 НПЗ) и другие [4].

Самые крупные заводы производительностью на 80–117 тыс. барр., применяли системы Тюб энд Тэнк, Айсома и комбинированные системы, такие как Бартон – Кросс, Кросс – Дженкинс, Холмс – Манли – Кросс и т.д. Комбинированные крекинг-установки применялись на 24 НПЗ [4].

Системы крекинг-установок, применявшиеся на заводах США в начале 1930-х годов

№ п/п	Система крекинга	Число заводов	№ п/п	Система крекинга	Число заводов
1	Даббс	33	18	Люис – Кросс	2
2	Кросс	20	19	Гольф – Мак-Аффи	2
3	Бартон	17	20	Блэк	1
4	Холмс – Манли	8	21	Бартон – Холмс – Манли	1
5	Флеминг	7	22	Манхатгэн	1
6	Дженкинс	6	23	Кросс – Дженкинс	1
7	Снодграсс	6	24	Дженкинс – Даббс	1
8	Айсом	5	25	Лемонт – Даббс	1
9	Тюб-энд-Танк	5	26	Эллис – Флеминг – Кросс	1
10	Бартон – Тюб-энд-Танк	5	27	Эллис – Кросс	1
11	Дохерти	4	28	Охайо	1
12	Кросс – Даббс	3	29	Даббс – Кросс – Флеминг	1
13	Нэшионал	3	30	Мид – Континент («Козден»)	1
14	Бартон – Кросс	3	31	Миллер	1
15	Слагтер	3	32	Флеминг – Даббс	1
16	Льюис	2	33	Ричи	1
17	Лемонт	2		ВСЕГО	150

По применению крекинг-установок на НПЗ по различным районам США на первом месте находился штат Техас, на втором Нью-Джерси, на третьем – Калифорния и далее Оклахома, Индиана, Канзас, Луизиана, Иллинойс, Вайоминг, Мериленд, Пенсильвания, Огайо, Южная Каролина и др. [4, 19].

В одном только Западном Техасе насчитывалось 9 новых заводов и 6 строящихся, в составе которых имелись крекинг-установки.

Вне США крекинг-процесс начал развиваться в основном с 1926 г. [7] и особенно широкое внедрение его отмечалось в 1926–1930-е годы в странах Европы, Северной и Южной Америки [4].

В Европе (в Англии, Румынии, Польше) только за полтора года в период 1926–1927 гг. число введенных в эксплуатацию крекинг-установок составило 15 [21].

В основном наибольшее распространение имели системы термокрекинга типа Кросса и Даббса, как наиболее эффективные.

В начале 1930-х годов в Англии, Канаде, Индии, Австралии, Тринидаде и Борнео, Японии и Румынии, на Кюрасао и на Яве насчитывалось до 30 установок системы Даббса, находящихся в эксплуатации или в стадии сооружения [4, 7, 20].

В 1920-е годы в Северной Америке по развитию нефтеперерабатывающей промышленности после США на втором месте находилась Канада, нефтепереработка которой была представлена 16 нефтеперерабатывающими заводами, работающими в основном на нефти импортируемой главным

образом из Соединенных Штатов, Мексики, Венесуэлы и Перу.

В 1925–1930 гг. в *Канаде* сформировался значительный автомобильный парк, который насчитывал к концу 1929 г. 1,168 млн автомобилей, для нормального функционирования которого был необходим бензин в больших объемах.

В 1927 г. производство крекинг-бензина, производимого на канадских заводах, составило 2,1 млн барр в год, в 1928 г. – 3,35 млн барр.

Наиболее крупные нефтеперерабатывающие заводы Канады с крекинг-установками располагались в провинциях Квебек и Онтарио.

В *Тринидаде* в 1928–1929 гг. были построены крекинг-установки на трех нефтеперерабатывающих заводах. На самом крупном из них – Pointe-a-Pierre, принадлежащем компании «Trinidad Leaseholds» и рассчитанном на переработку 16,0 тыс. барр в сутки, была построена крекинг-установка системы Даббса.

Нефтеперерабатывающая промышленность *Аргентины* в 1920-е годы была представлена 15 заводами, производительность которых в 1928 г. составила 29,83 тыс. барр в сутки. Завод в г. Ла-Плата, производительностью по нефти 13,0 тыс. барр в сутки, эксплуатировался с 1925 г. и в 1927–1929 гг. был дооборудован крекинг-установками производительностью 5,3 тыс. барр. Благодаря внедрению крекинг-процесса выработка бензина в Аргентине повысилась до 1,56 млн барр в год.

Другими центрами переработки нефти в Аргентине являлись города Комодоро и Кампан. Завод компании «Стандард» имел крекинг-установку производительностью 7 тыс. барр в г. Кампана. Завод Британской железнодорожной компании в этот период заканчивал строительство крекинг-отделения на производительность 5,7 тыс. барр. в дополнение к существующей установке производительностью на 3,9 тыс. барр в г. Комодоро.

*Перу* в 1928–1930 гг. выделялось из всех прочих стран Южной Америки (кроме островов Аруба и Кюрасао) наличием самого крупного и технически хорошо оборудованного завода, принадлежащего обществу «International Petroleum Co» (Стандард). Этот завод, расположенный в г. Талара, перерабатывал 15,0 тыс. барр нефти в сутки с получением всей серии разнообразных продуктов по новейшим технологиям, работавших в Соединенных Штатах. Тяжелые фракции нефти подвергались крекингу на четырех крекинг-установках системы Кросса.

В переработке венесуэльской нефти на *островах Голландской Вест-Индии* (острова Аруба и Кюрасао) в 1930-е годы были заинтересованы общество «Pan American» (Стандард), «Standard Oil of Indiana», группа «Шелл», общество «Standard of New Jersey» и общество «Gulf Refining Co». Группа «Шелл» в этот период имела основную базу на о. Кюрасао, где еще в 1917 г. был построен завод близ Виллемстада, переоборудованный по новейшей системе. Завод принадлежал филиалу группы «Шелл» – «Curacaosche Petroleum Industrie» и перерабатывал в 1928 г. по 100,0 тыс. барр в сутки, имея 14 крекинг-установок Даббса на 26,0 тыс. барр. В 1929 г. завод был расширен с расчетом на переработку 147,0 тыс. барр в день.

Самым крупным заводом на о. Аруба являлся завод общества «Pan American» на 100,0 тыс. барр в сутки в С. Николас. Этот завод отличался современным по тому времени оборудованием и мощной крекинг-установкой производительностью 85,0 тыс. барр, перерабатывающей весь остаток после отгонки 15% легких фракций.

Нефть доставлялась с промыслов общества «Lago» в Венесуэле. В 1929 г. общество «Standard of New Jerky» приступило к строительству завода на 2,0 тыс. барр в Амуай,

а общество «Gulf Refining» – к строительству такого же завода в Кабинас с выработкой бензина на крекинг-установках.

В США нефтепромышленные круги с некоторой тревогой следили за развитием этого центра переработки. Это было связано с тем, что венесуэльский бензин конкурировал с американским не только на внешних рынках, но и ввозился в Соединенные Штаты. Так в октябре 1929 г. было ввезено 33,0 тыс. барр бензина.

Из всех южноамериканских стран лишь *Эквадор* обладал тремя небольшими перерабатывающими заводами, которые были расположены в нефтеносном районе Санта-Елена. Общая перерабатывающая способность всех трех заводов не превышала в 1930-е годы и 220 барр в сутки, причем наиболее крупный из этих заводов в Лаллибертад обладал крекинг-установкой современного типа.

В *СССР* в это время имелся лишь опыт внедрения и непродолжительной работы опытно-промышленных установок, хотя к началу XX века крекинг-процесс в России был более изучен как с теоретической, так и с химико-технологической стороны и было даже разработано аппаратурное оформление процесса.

Особая роль в этом принадлежала академику В.Г. Шухову, который совместно с инженером С. Гавриловым в 1891 г. предложил к реализации проект первой в мире крекинг-установки. Таким образом, Россия уже в 1891 г. имела приоритет на процесс крекинга, опередив американцев в разработке технологии и схемы процесса более чем на 20 лет [7].

Однако экономические условия для промышленного воплощения этого проекта в России еще не созрели. Потребовалась еще четверть века, в течение которой зародились и получили широкое развитие автомобильная, а затем авиационная промышленности, определившие успех развития крекинг-процесса в России.

Прогрессу в создании отечественных промышленных технологий и систем термкрекинга в начале XX века в значительной степени способствовали научные разработки и технические идеи бакинских и грозненских ученых и инженеров.

Внедрение термического крекинга в российскую нефтепереработку начиналось со строительства первых опытно-промышленных установок термкрекинга в Баку.

Первой такой установкой была опытно-промышленная установка термического крекинга нефти по схеме бакинца С.К. Квитко, на которую автору был выдан патент «Способ добывания бензина и иных продуктов из нефти, нефтяных остатков и проч.» еще 30 июня 1912 г., несколько ранее патента Бартона [8, 9].

Строительство опытно-промышленной крекинг-установки системы Квитко в Баку в 1925 г. имело большое значение для развивающейся советской нефтепереработки и показало, что в СССР возможна организация строительства отечественных установок термокрекинга из отечественных материалов [3, 8, 24]. Эта установка явилась первой школой для советских специалистов по освоению технологии термического крекинг-процесса в промышленном масштабе, дала возможность выявить и учесть ряд недостатков в проекте, строительстве и эксплуатации процесса термокрекинга в опытно-промышленных условиях [22].

Вторая опытно-промышленная установка термокрекинга была построена в Баку в 1927 году [9, 12, 13].

Эта установка, разработанная К.В. Костриным, представляла собой непрерывно действующую трубчатую установку так называемого процесса «полукрекинга» [8, 13].

Третья опытно-промышленная установка термического крекинга системы Саханова – Тиличьева была построена в Грозном в 1928 г. [21].

Работа первых бакинских и грозненских опытно-промышленных установок термокрекинга способствовала становлению промышленности крекинга в СССР [3, 23, 16].

Начиная с середины 1920-х годов в развитии ставка отечественного крекинга была сделана на освоение опыта США и Западной Европы [1, 3, 23].

Преобладающей формой проведения крекинга в Советском Союзе были выбраны установки системы Виккерса, Дженкинса и Винклера – Коха, которые в 1926–1931 гг. были закуплены в Америке и в Англии и построены в гг. Баку, Грозном, Туапсе и Батуми [3, 23]. Эти установки были приобретены советским руководством, несмотря на то, что они в своих странах не имели большого применения в нефтепереработке.

Все закупленные установки работали с большими перебоями и в процессе экс-

плуатации были усовершенствованы советскими специалистами, благодаря чему достигли показателей, особенно по выходу бензина, выше проектных [3, 23].

Несмотря на все свои недостатки, зарубежные установки сыграли весьма важную роль в создании отечественных установок термокрекинга.

Наряду со строительством крекинг-установок зарубежных систем в СССР продолжалась работа по созданию отечественных установок крекинга. Первая в СССР отечественная промышленная крекинг-установка по проекту академика В.Г. Шухова, инженеров М.А. Капелюшникова и Ф. Рустамбекова была построена в Баку в 1930 г. [2, 17]. Эта установка не только сыграла выдающуюся роль в отечественной нефтепереработке как первая советская промышленная крекинг-установка, но и внесла значительный вклад в исследование и становление различных отечественных процессов нефтепереработки и нефтехимии. На ней были исследованы парофазный и жидкофазные системы крекинга, впервые в мировой нефтепереработке – процесс риформинга, впервые газы термокрекинга использованы как сырье для получения амиловых спиртов [10, 14].

Опыт строительства и освоения первых отечественных опытно-промышленных и промышленных установок крекинга, а также опыт работы на зарубежных установках позволил советским специалистам в 1935–1936 гг. создать новые мощные отечественные установки термического крекинга – системы советский «Винклер – Кох», соляровые установки крекинга и двухпечные установки системы Нефтепроекта [3, 11, 23].

#### Список литературы

1. Абубакарова З.Ш. Становление промышленных процессов термического крекинга на Кавказе: дис. ... канд. техн. наук. – Уфа, 2007. – 225 с.
2. Алексеев Н. Ответ Главнефти по поводу заметки «Как используется опыт завода «советский крекинг» системы Шухова и Капелюшникова в Баку» // Нефть. – 1934. – № 20. – С. 16-17.
3. Ахмадова Х.Х. Становление и развитие отечественных систем термического крекинга: дис. ... д-ра техн. наук. – Уфа, 2014. – 457 с.
4. Ахмадова Х.Х., Хадисова Ж.Т., Сыркин А.М. Развитие крекинг-процесса в 20–30-е годы в разных странах мира // Современные проблемы истории естествознания в области химии, химической технологии и нефтяного дела: материалы VII Международной научной конференции. – Т. 2. – Вып. 7. – Уфа: изд-во «Реактив», 2007. – С. 54–60.

5. Ахмадова Х.Х., Турлуев Р.А.-В., Сыркин А.М. Разновидности крекинг-процесса, существовавшие в 20-е годы XX века // История науки и техники. – 2007. – № 6. Спецвыпуск № 1. – С. 72–75.
6. Ахмадова Х.Х., Махмудова Л.Ш., Сыркин А.М. Начало становления промышленного крекинг-процесса в США // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 2 (часть 2). – С. 211–215.
7. Ахмадова Х.Х., Сыркин А.М., Мовсумзаде Э.М. Предпосылки создания процесса термического крекинга // Социально-гуманитарные проблемы современности: человек, общество и культура: монография. Кн. 3 / отв. ред. Я.А. Максимов. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2011. – С. 58–104.
8. Ахмадова Х.Х., Идрисова Э.У. Создание первой отечественной опытно-промышленной установки термического крекинга С.К. Квитко // Современная российская наука глазами молодых исследователей. Сборник статей (по итогам II Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. Том. 1. – Красноярск: Научно-инновационный центр. – 2012. – С. 31–35.
9. Ахмадова Х.Х., Сыркин А.М., Идрисова Э.У. Первые отечественные опытно-промышленные установки термического крекинга // Динамика на современной наука: материалы за 9-а международна научна практична конференция. – 2013. – Т. 5. История. Философия. София. «Бял ГРАД-БГ» ООД – С. 42–46.
10. Ахмадова Х.Х., Сыркин А.М., Идрисова Э.У. Основни проблеми с творба от нови материали и технологии. Первый парофазный крекинг в Грозном // Научният потенциал на света: материали за 8-а международна научна практична конференция. – 2012. – Т. 14. Биология, Химия и химически технологии. Экология. – София. «Бял ГРАД-БГ» ООД – С. 33–39.
11. Ахмадова Х.Х., Сыркин А.М., Абдулмежидова З.А. Основные системы крекинг-установок на советских НПЗ в период до 1940 г. // Научная дискуссия: вопросы социологии, политологии, философии, истории: материалы II Международной заочной научно-практической конференции (6 июня 2012 г.). – М.: Изд. «Международный центр науки и образования», 2012. – С. 67–76.
12. Кострин К.В. Перегонка нефти на трубчатых кубах // Предприятие. – 1925. – № 12. – С. 60.
13. Кострин К.В. Крекинг-процесс при низком давлении // Нефтяное хозяйство. – 1927. – № 1. – С. 39–45.
14. Кушелевский Б. Парофазный советский крекинг // Нефть. – 1932. – № 9–10. – С. 15–16.
15. Мовсумзаде Э.М., Абубакарова З.Ш., Сыркин А.М. Зарождение и становление промышленных процессов термического крекинга в Баку // История науки и техники. – 2005. – № 4.
16. Мовсумзаде Э.М. Зарождение перегонки ашперонской нефти и становление масляного производства. – Уфа: ГИНТИ «Реактив», 1997. – 295 с.
17. Мордовин, Оборотов, Степаняц Как используется опыт завода «Советский крекинг» системы В.В. Шухова и М.А. Капелюшников в Баку // Нефть. – 1934. – № 20. – С. 16.
18. Крэкирование нефтепродуктов по данным Зингера, Джонсона, Кросса и др. // Нефтяное Хозяйство. – 1926. – № 9. – С. 393–397.
19. Нефтяное хозяйство. – 1926. – № 7. – С. 138–139.
20. Сальников И. Крекинг в американской нефтепромышленности // Азербайджанское Нефтяное хозяйство. – 1926. – № 10. – С. 32–39.
21. Саханов А.Н., Тиличев М.Д. Крекинг в жидкой фазе // Труды Центральной химической лаборатории Грознефти. – М-Л., 1928. – 371 с.
22. Седых Н.Ф. Крекинг в паровой фазе // Нефтяное хозяйство. – 1928. – № 11–12. – С. 677–691.
23. Сыркин А.М., Абубакарова З.Ш., Ахмадова Х.Х. Становление промышленных процессов термического крекинга на Кавказе. – Уфа: Изд-во ГУП ИНХП РБ, 2012. – 200 с.
24. Трегубов А.М. Конструктивная сторона в установках крекинга по патенту инж. Квитко // Азербайджанское нефтяное хозяйство. – 1926. – № 5. – С. 51–59.
25. Хроника. Соединенные Штаты. // Нефтяное хозяйство. – 1926. – № 8. – С. 302.