

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПЕРЕВОРОТ В НЕФТЯНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ В 1870–1900-е гг.

ЕКАТЕРИНА ВАЛЕРЬЕВНА МИНИНА ^{*}, СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ СЕРГЕЕВ ^{}**

В статье рассматриваются коренные изменения, произошедшие в нефтяной отрасли России в 1870–1900-е гг. и затронувшие все этапы технологического процесса освоения нефти: ее добычу, транспортировку, хранение и переработку. В области добычи нефти в этот период произошел переход от колодезной к скважинной добыче с применением ударного бурения и свободно падающего разрушающего инструмента – «фрейфала». Следующим шагом в развитии технологии добычи нефти стал переход к механическому бурению с помощью специальных буровых станков, среди которых наиболее популярными были конструкции А. Н. Соколовского и О. К. Ленца. Значительные изменения произошли в этот период в технологии переработки нефти, где вместо кубов периодического действия стали активно внедряться аппараты для непрерывной и дробной перегонки нефти. Помимо получения керосина одним из важнейших направлений нефтепереработки, сложившихся в нашей стране в последней четверти XIX в., стало производство минеральных масел, у истоков которого стоял известный предприниматель В. И. Рагозин. Рост объемов добычи и переработки нефти актуализировал еще одну сложнейшую задачу – модернизацию процесса перевозки и хранения нефти и нефтепродуктов. В 1878 г. фирма А. В. Бари построила для товарищества нефтяного производства братьев Нобель первый нефтепровод от промыслов к нефтеперегонному заводу, а в начале XX в. в стране насчитывались уже десятки промысловых и несколько магистральных трубопроводов. В России появился нефтеналивной флот, включающий морские танкеры для транспортировки нефти и нефтепродуктов по Каспийскому морю и речные баржи, разработка оптимальной конструкции которых связана с именем В. Г. Шухова. В результате технологического переворота были заложены все базовые составляющие современной инфраструктуры нефтяной отрасли страны. Интенсивное развитие техники и технологии нефтяной отрасли обеспечило превращение России в одну из ведущих нефтяных держав.

Ключевые слова: нефтяная отрасль, технологический переворот, бурение, нефтепереработка, минеральные масла, нефтепровод, нефтеналивная транспортировка.

^{*} Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН. Россия, 125315, Москва, ул. Балтийская, д. 14. E-mail: mininapm@ya.ru.

^{**} Музей ПАО «ЛУКОЙЛ». Россия, 101000, Москва, Сретенский бульвар, д. 11. E-mail: ssw63@yandex.ru.

Вопросы истории естествознания и техники. 2016. Т. 37. № 2. С. 283–297.

Voprosy istorii estestvoznaniia i tekhniki, 2016, vol. 37, no. 2, pp. 283–297.

© Е. В. Минина, С. В. Сергеев

© E. V. Minina, S. V. Sergeev

TECHNOLOGICAL REVOLUTION IN THE RUSSIAN OIL INDUSTRY, 1870s to 1900s

EKATERINA VALERIEVNA MININA [□], SERGEI VLADIMIROVICH SERGEEV ^{□□}

Fundamental changes occurred in all branches of the Russian oil industry during the late 19th century. In extraction, simple wells gave way to oil holes with the subsequent transition to mechanical drilling. In processing, new apparatus for continuous refining and distillation appeared. In addition to kerosene, the Russian oil industry developed production of mineral oil on the initiative of V. I. Ragozin. The growing industry required a serious modernization of oil transport. The first oil pipeline was built by A. V. Bari firm for the Nobel brothers' consortium in 1878. Russia developed its tanker fleet for the Caspian Sea and barges for the river transportation of oil products, designed by V. G. Shukhov. These new components of the oil industry infrastructure helped Russia emerge as a major oil producing power.

Keywords: oil industry, technological revolution, drilling, petroleum refinery, oil pipelines, oil transport.

К концу XIX в. нефтяная отрасль вышла на лидирующие позиции в структуре промышленного производства России. Если в 1865 г. добыча нефти составляла всего 0,6 млн пудов, то в 1875-м она достигла 5,2, а в 1895-м — 424 млн пудов ¹. За 30 лет добыча нефти увеличилась в 70 раз. В 1898 г. Россия превзошла по объему нефтедобычи США (530 млн пудов) и вышла на первое место в мире, которое удерживала в течение четырех лет, а затем вплоть до 1910 г. занимала второе место, уступив Америке. Основным условием такого интенсивного роста стала отмена откупной системы распределения нефтяных участков в Бакинском (1872) и Грозненском (1893) районах, создавшая благоприятные условия для развития частного предпринимательства. В условиях острой конкурентной борьбы совершенствование техники и технологии давало возможность повысить эффективность производства, способствовало росту прибыли, а наличие акционерного капитала создавало финансовую основу для внедрения нового оборудования. В результате в последней четверти XIX в. модернизация затронула все этапы технологического процесса освоения нефти: ее добычу, транспортировку, хранение и переработку. Об этом свидетельствуют не только документальные материалы и опубликованные источники, но и вещественные памятники, хранящиеся в собраниях различных музеев.

На момент отмены откупной системы нефть добывалась из колодцев, которые проходились вручную с использованием примитивной техники. Первая скважина для добычи нефти была пробурена предпринимателем А. Н. Ново-

[□] S. I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology, Russian Academy of Sciences. Ul. Baltiyskaya, 14, Moscow, 125315, Russia. E-mail: mininapm@ya.ru.

^{□□} Museum of the LUKOIL. Sretensky bul., 11, Moscow, 101000, Russia. E-mail: ssw63@yandex.ru.

¹ Российский государственный исторический архив (РГИА). Ф. 20. Оп. 15. Д. 854. Л. 24; РГИА. Ф. 20. Оп. 13. Д. 365. Л. 5.

сильцевым в 1864 г. около Анапы, однако она оказалась безрезультатной. В 1865 г. по рекомендации горного инженера Ф. Г. Кокшуля Новосильцев начал бурение пяти скважин на левом берегу р. Кудако (Таманский полуостров), и в 1866 г. одна из них дала мощный нефтяной фонтан². Несмотря на несомненный успех, новый способ добычи нефти из-за своей технической сложности и дороговизны внедрялся медленно. К 1872 г. на Апшеронском полуострове, который в то время являлся основным регионом нефтедобычи, были пробурены всего две скважины³.

Одними из первых активно внедрять бурение для добычи нефти стали известные предприниматели Людвиг и Роберт Нобели. Владельцы одного из передовых на то время машиностроительных предприятий – механического завода «Людвиг Нобель», талантливые инженеры и изобретатели, братья Нобели и в новом для себя нефтяном деле ориентировались на использование последних технических достижений. Созданное ими в 1879 г. товарищество нефтяного производства братьев Нобель («Бранобель») стало флагманом технологического переворота в нефтяной промышленности.

В 1881 г. по приглашению фирмы Нобелей в Бакинский район прибыли американские буровые мастера, в задачу которых входило внедрение на промыслах ударно-канатного способа бурения скважин, широко применявшегося для добычи нефти в Пенсильвании. Следует отметить, что основным способом проходки скважин в этот период было ручное ударное бурение с использованием свободно падающего разрушающего инструмента – «фрейфала», который состоял из долота и тяжелой ударной штанги и укреплялся на конце каната или штанги, опускаемых и поднимаемых с помощью ручного балансира. Очистка скважины от разрушенной породы и подъем из нее нефти осуществлялся с помощью желонки. Однако попытки применения канатного бурения на Апшеронском полуострове потерпели неудачу. В отличие от Пенсильвании, бурить здесь приходилось преимущественно в рыхлых породах и стенки скважины осыпались, препятствуя спуску и подъему бурового инструмента. В связи с этим нефтяники стали использовать ударное бурение на металлической штанге (ударно-штанговое). Этот способ бурения в ряде источников называется «бакинским». На грозненских промыслах, где первая фонтанирующая скважина на нефть была пробурена в 1893 г., вначале также использовалось ударно-штанговое бурение. Однако по данным И. Н. Глушкова в 1907 г. все скважины в этом районе бурились ударно-канатным способом, более подходящим для местных геологических условий, так как нефтесодержащие породы здесь были плотными и твердыми⁴. Коллекции инструментов для ударного бурения, в состав которых входят как подлинные образцы, так и модели, хранятся в собрании Горного музея Национального минерально-сырьевого университета «Горный» (Санкт-Петербург) и Политехнического музея. Обе коллекции были получены с промышленных выставок (1872 г. в

² О разведках нефти на Кавказе и о прочем (рапорт Горному департаменту горного инженера Гилева) // Горный журнал. 1866. № 2. С. 282–285.

³ Глушков И. Н. Краткая история буровых скважин // Уральский техник. 1912. № 10. С. 8.

⁴ Там же. С. 11.

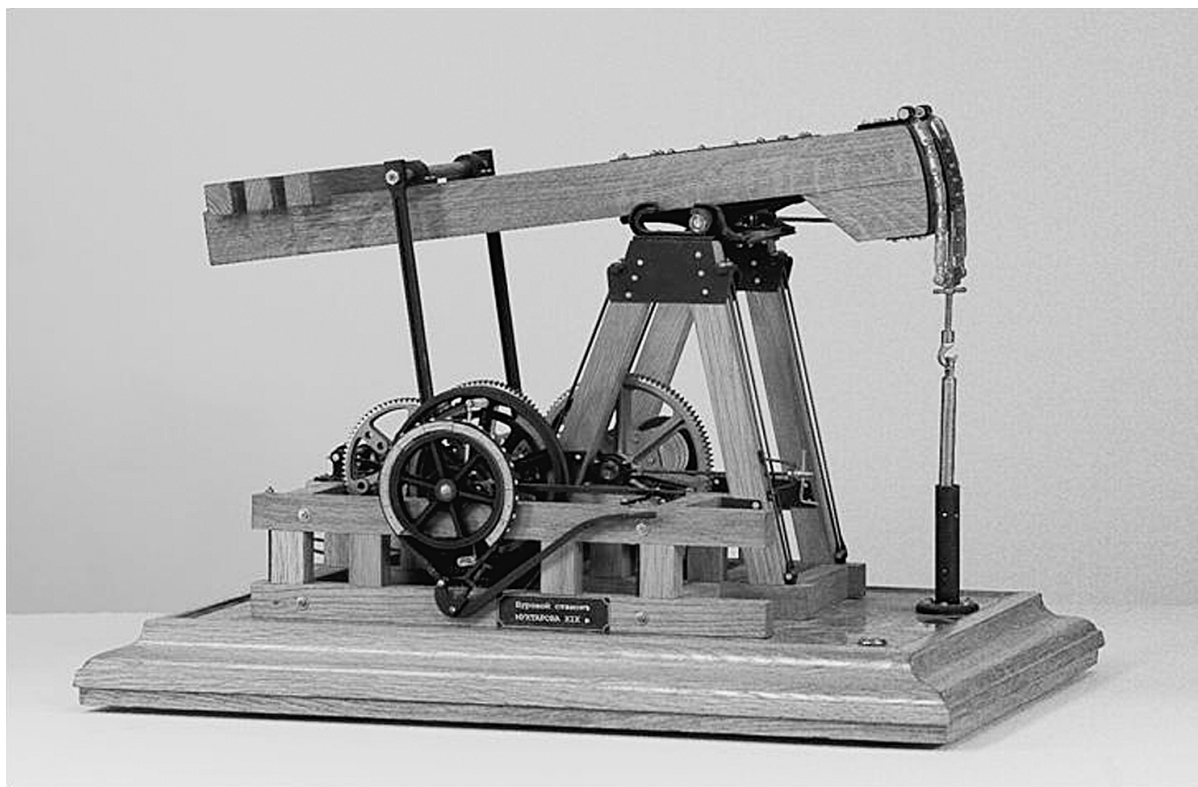


Рис. 1. Модель бурового станка системы Мухтарова, музей ПАО «ЛУКОЙЛ»

Москве и 1896 г. в Нижнем Новгороде), что свидетельствует о передовом для того времени характере данных технологий.

Следующим шагом в развитии технологии добычи нефти стал переход к механическому бурению с помощью специальных буровых станков с приводом от паровой машины. Среди отечественных конструкций наиболее известными были буровые станки горного инженера А. Н. Соколовского и бакинского механика-самоучки М. Мухтарова. В их основе лежала конструкция австрийского горного инженера А. Фаука, приспособленная к местным технико-геологическим условиям. Модели бурового станка Мухтарова представлены в коллекциях Политехнического музея, Горного музея, музея Российского государственного университета нефти и газа им. И. М. Губкина, музея Государственной нефтяной компании Азербайджана, а также музея ПАО «ЛУКОЙЛ» (рис. 1).

Оригинальную конструкцию бурового станка для канатного бурения и автоматического фрейфала разработал О. К. Ленц. Суть его нововведения заключалась в использовании небалансирного станка с перекидным шкивом, а также в замене клапана (парашюта), служащего для ручного сбрасывания ударного снаряда в забой скважины, на упорный фонарь, который устанавливался в обсадной трубе. В результате сбрасывание ударного снаряда производилось автоматически при достижении глубины, на которой в скважине был установлен упорный фонарь. Модель в масштабе 1:8 станка для ударно-канатного бурения системы Ленца имеется в собрании Горного музея⁵. Исполь-

⁵ Тараканова Е. С. Бурение скважин в XIX в. // История науки и техники. 2008. № 4. С. 42–53.

зование буровых станков и автоматических фрейфалов позволило увеличить глубину бурения с 40 метров (1873) до 340 метров (1903), а к 1910 г. каждая десятая скважина имела глубину 500–600 метров. Количество скважин также постоянно росло, достигнув в 1900 г. на Апшеронском полуострове 1911, а в Грозненском районе – 343 ⁶. Однако вследствие того, что процесс бурения прерывался для очистки и крепления скважины, скорость проходки была низкой. Средняя месячная скорость углубления скважины диаметром 26 дюймов (0,65 м) в 1908 г. составляла 19–64 м в зависимости от глубины бурения ⁷.

В начале XX в. ударное бурение стало вытесняться роторным бурением с помощью механических станков вращательного типа. При этом очистка скважины осуществлялась одновременно с бурением за счет промывки ее водой. Роторное бурение на нефть впервые было применено в США в 1901 г. В России этот способ был опробован в 1902 г. в Грозном на одном из участков фирмы братьев Нобель. Они же, а также Каспийско-Черноморское нефтепромышленное и торговое общество Ротшильдов в 1906 г., применили роторное бурение в Баку. Однако в этот период широкого применения роторный способ бурения не нашел из-за сильного искривления скважин.

По мере того как скважины становились глубже, возрастала их обводненность. Если в 1850–1860 гг. из колодцев добывался 1 пуд нефти и 2 пуда воды, то за 1873–1891 гг. из скважин Бакинского района было извлечено около 1,6 млн пудов нефти и 4,0 млн пудов воды ⁸. Это актуализировало задачу создания глубинного насоса. Первым успешно ее решил инженер Иваницкий в 1865 г. Пытался решить данную задачу и наш известный соотечественник Владимир Григорьевич Шухов. В 1890 г. он разработал простую и эффективную конструкцию инерционного поршневого насоса для откачки из скважины жидкости (воды и нефти). Шухов явился также автором компрессорного способа добычи нефти из скважины с использованием сжатого воздуха (эрлифт). Другим нашим соотечественником И. Н. Стрижевым в 1902 г. было предложено с целью поддержания пластового давления нагнетать в нефтяной пласт газ. Однако широкого применения эти способы не нашли. В 1911 г. передовая в техническом отношении фирма Нобелей имела на своих промыслах только 15 компрессоров, приводимых в действие паровыми машинами.

С именем Шухова связаны и другие изобретения в области нефтяной промышленности. Теория и практика строительства нефтепроводов, расчет и сооружение металлических резервуаров для хранения нефти, нефтеналивных барж, форсунка для сжигания мазута, эрлифт и скважинные насосы, крекинг нефти в трубчатой печи – все эти шуховские разработки заложили основу современной инфраструктуры нефтяной отрасли страны ⁹.

⁶ Глушков. Краткая история буровых скважин... С. 9–10.

⁷ Близнюков В. Ю. Основные периоды развития техники и технологии бурения и совершенствования конструкций скважин в г. Грозном (с 1893 по 1934 гг.) // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2004. № 7. С. 18.

⁸ Тараканова Е. С. Влияние технических условий на состояние бакинской нефтяной промышленности в 1900–1917 гг. // История науки и техники. 2010. № 1. С. 37.

⁹ Сергеев С. В. «Метод В. Г. Шухова» в нефтяной промышленности России // История науки и техники. 2014. № 2. С. 35–43.

В начале 80-х гг. XIX в. в условиях острой конкурентной борьбы на российском керосиновом рынке на первый план вышла задача повышения качества нефтепродуктов и снижения себестоимости их производства. Первый опыт перегонки нефти в России в значительных объемах связан с именами братьев Василия, Герасима и Макара Дубининых. Под руководством старшего брата Василия Алексеевича и по выполненным им же чертежам братья в 1823 г. построили в Моздоке первый на юге России нефтеперегонный «завод», на котором перегоняли тяжелую нефть Вознесенского месторождения, находящегося недалеко от крепости Грозной. «Завод» братьев Дубининых представлял собой железный куб, вмазанный в кирпичную печь с топкой и поддувалом в ее нижней части. Нефть нагревалась в кубе, образовавшиеся пары ее легких фракций (преимущественно керосин) конденсировались в трубке, проходящей через пересек, и керосиновый дистиллят стекал в ведро. Из 40 ведер нефти Дубинины получали 16 ведер керосинового дистиллята, который они продавали в качестве одного из компонентов осветительного материала для фонарей уличного освещения¹⁰. Макет нефтеперегонной установки братьев Дубининых хранится сегодня в Политехническом музее в Москве. До последней четверти XIX столетия нефтеперерабатывающие заводы работали по технологии Дубининых, вводя лишь некоторые второстепенные усовершенствования. Перегонка нефти осуществлялась в небольших кубах, требующих периодических остановок для опорожнения и охлаждения. Однако по мере увеличения спроса на керосин и другие нефтепродукты потребовалось увеличить объемы переработки и уменьшить затраты времени, что было невозможно при использовании перегонных кубов периодического действия.

Опытная конструкция куба непрерывного действия была разработана и испытана Д. И. Менделеевым на нефтеперегонном заводе Товарищества русско-американского нефтяного производства в Кусково в 1883 г. Перегонный куб конструкции Менделеева обеспечивал непрерывную подачу нефти и отвод нефтяных остатков.

Пионером промышленного внедрения технологии перегонки нефти в последовательно соединенных между собой кубах стало товарищество нефтяного производства братьев Нобель, установившее в конце 1882 г. непрерывно действующую многокубовую нефтеперегонную батарею конструкции Людвига Нобеля на своем заводе в Баку. Можно предположить, что анализ практики эксплуатации кубовых установок периодического действия, сгруппированных, как правило, на отдельных территориях, привел Л. Нобеля к мысли об объединении нескольких кубов с целью обеспечения непрерывного перетока нефти из одного в другой по мере повышения ее температуры. Суть новой технологии заключалась в объединении нескольких (9–14) перегонных кубов в три батареи, каждая из которых была предназначена для одной из технологических операций: предварительный нагрев нефти, получение керосиновой фракции, получение масляных фракций (рис. 2). Нефтеперегонный завод Нобелей в Баку состоял из трех отделений. В первом, состоявшем из 9 кубов, нефть нагревалась до температуры около

¹⁰ Гулишамбаров С. О. Материалы для истории фотогенового производства // Горный журнал. 1880. Т. 4. С. 327–344.

100 °С и поступала во второе (керосиновое) отделение. Протекая через котлы керосиновой батареи, температура в каждом из которых была на 7 °С выше, чем в предыдущем, нефть отдавала соответствующие этой температуре погоны, поступающие в специальный приемник. Остатки поступали в третье (масляное) отделение, где с помощью перегретого пара происходила отгонка масляных фракций. Остатки масляного производства (мазут) шли на отопление всех кубов ¹¹.

Аналогичный подход, основанный на последовательной перегонке нефти в нескольких кубах или камерах, в которых поддерживалась разная температура, был реализован в аппаратах для непрерывной перегонки нефти конструкции инженеров Г. В. Алексеева и В. К. Долинина. Оба изобретателя предлагали замкнутый технологический цикл, при котором отходы от перегонки на каждом этапе использовались для нагрева на предыдущем ¹².

Кубовые батареи непрерывного действия позволяли более глубоко отбирать дистилляты из нефти и делить их на отдельные фракции. За счет более рационального использования теплоты нагрева кубов было достигнуто существенное повышение производительности и энергоэффективности перегонки. При такой технологии из нефти получалось до 30 % керосина. Аппараты непрерывного действия стали активно внедряться на предприятиях. Если в 1893 г. на нефтеперегонных заводах России эксплуатировалось 955 кубов периодического действия и только 176 кубов непрерывного действия, то в 1900 г. это соотношение составляло 210 к 780 ¹³. Усовершенствованный технологический процесс обеспечивал более устойчивый отбор фракций и позволил наладить выпуск разнообразных нефтепродуктов – газolina, бензина нескольких сортов, керосина нескольких сортов, разнообразных смазочных масел, вазелина, парафина, мазута, асфальта и др. Примером может послужить уникальная коллекция нефти и продуктов ее перегонки, которая хранится в Горном музее в Петербурге, – ларец, подаренный императору Александру III во время посещения им бакинских нефтепромыслов товарищества нефтяного производства братьев Нобель в 1888 г.



Рис. 2. Многокубовая нефтеперегонная батарея на заводе Нобелей в Баку

¹¹ Васильев А. К. Данные о состоянии русской нефтяной промышленности // Записки Императорского Русского технического общества. 1889. Вып. 23. С. 22.

¹² Там же. С. 23.

¹³ Сергиенко С. Р. Роль русских ученых и инженеров в развитии химии и технологии нефти. М.; Л.: Гостоптехиздат, 1949. С. 86.

Внедрение кубов непрерывного действия сыграло в нефтеперерабатывающей промышленности огромную роль, однако и они имели недостатки: значительные энергозатраты на нагрев кубовых батарей и камер, недостаточную утилизацию нефтяных остатков, громоздкость и большую металлоемкость. Эти недостатки были устранены в установке для дробной перегонки нефти, разработанной В. Г. Шуховым и Ф. А. Инчиком (патент 1888 г.)¹⁴.

Вместо громоздких кубовых батарей изобретатели предложили установку, состоявшую из одного перегонного куба и вертикальной емкости, разделенной перегородками (тарелками) на несколько камер. В первоначальном проекте емкость также имела форму куба, впоследствии она стала цилиндрической. Конструктивно установка Шухова – Инчика близка к современным ректификационным колоннам, в которых используется принцип противотока, т. е. перегретый пар, используемый для перегонки, движется навстречу потоку нефти. В установке пары перегоняемой жидкости двигались из перегонного куба вверх и, проходя через тарелки, наполненные нефтью, нагревали ее и способствовали конденсации соответствующей фракции. Отдавшие тепло пары сгущались и в виде жидкости стекали обратно в перегонный куб. Полученные погоны поступали в приемник, а оставшиеся пары поднимались к следующей тарелке, где процесс повторялся. Установка имела девять перегородок-тарелок, разница температур между которыми составляла 80 °С, за счет чего на каждой из них отгонялась соответствующая температуре фракция. При работе установки в результате того, что с потоком паров увлекались брызги и капли нефти, дистилляты получались более темного цвета. Чтобы устранить этот недостаток, Шухов и Инчик сконструировали гидравлический дефлегматор (патент 1890 г.) для очистки паров нефти от частиц испаряемой жидкости.

В отличие от кубовых батарей и аналогичных им аппаратов для непрерывной перегонки установка Шухова – Инчика имела следующие достоинства:

- малый расход топлива, так как утилизировалась скрытая теплота паров;
- при малом объеме установки за счет вертикальных перегородок поверхность нагрева увеличивалась, следовательно, росла производительность и снижалась металлоемкость и размер;
- в зависимости от количества перегородок можно было получить разное количество фракций;
- из-за небольшой емкости тарелок скорость перегонки возрастала.

Пять установок Шухова – Инчика были построены на нефтеперегонном заводе компании С. М. Шибаета в Баку и работали с небольшими переделками с 1889 г. до середины 1920-гг. Каждая позволяла перерабатывать до 10 тыс. пудов нефти в сутки и получать большое число нефтепродуктов – от легкого бензина до тяжелых масляных фракций. Компактность и простота устройства позволила пяти шуховским аппаратам заменить работу большой 15-кубовой нобелевской батареи, обеспечив тройную экономию воды и топлива¹⁵.

Помимо получения керосина, одним из важнейших направлений нефтепереработки, сложившимся в нашей стране в последней четверти XIX в., стало

¹⁴ Архив РАН. Ф. 1508. Оп. 1. Д. 2.

¹⁵ *Вышетравский С. А.* Непрерывно-действующий нефтеперегонный аппарат системы В. Г. Шухова // Нефтяное и сланцевое хозяйство. 1925. № 18. С. 238–241.

производство минеральных масел. Первым вопрос об организации их производства в больших масштабах поднял Менделеев, который предложил использовать в качестве сырья мазут. Он указывал на то, что в мазуте кавказской нефти содержится большое количество маслянистых веществ и из него можно получить большой спектр масел отличного качества. Здесь следует отметить, что состав кавказской нефти в значительной степени отличается от пенсильванской. Кавказская нефть содержит больше тяжелых фракций, и если выход керосина из американской нефти составляет 65–70 %, то из бакинской – не более 30 %. Долгое время это считалось ее недостатком, однако впоследствии он обернулся достоинством, так как именно тяжелые фракции нефти были основным сырьем в масляном производстве. До середины 1870-х гг. монопольным поставщиком смазочных масел на российский рынок были США. Качество американских масел было невысоким, так как для их получения мазут смешивали с растительным или животным жиром и в качестве связующего вещества добавляли гуттаперчу.

Изготовление масел из нефти и нефтяных остатков в виде отдельных небольших производств появилось в России в 1860–1870-х гг. Так, в 1865 г. потомственный почетный гражданин Муром купец Ф. И. Смольянинов построил около Астрахани первый в России завод по производству смазочных масел из мазута. Ему принадлежали и два небольших масляных завода в Казани и Астрахани. В конце 1873 г. бакинский нефтепромышленник И. Н. Тер-Акопов приобрел Варинский химический завод по переработке древесной смолы и переоборудовал его для производства керосина и минеральных масел – веретенного, машинного, цилиндрического, а затем и парфюмерного и вазелинового. Продукция завода была хорошо известна и продавалась в России и за рубежом.

В числе тех, кто первым наладил производство минеральных масел в промышленных масштабах, был и известный российский предприниматель В. И. Рагозин. Выпускник физико-математического факультета Московского университета, он подошел к производству масел с научной точки зрения. В 1873 г. Рагозин организовал в Нижнем Новгороде лабораторию, где на экспериментальной установке были получены отличные смазочные масла, не требовавшие добавления к ним растительных жиров. Опыты проходили успешно, и в 1876 г. Рагозин запустил в Балахне Нижегородской губернии перегонный завод, вырабатывавший ежегодно до 1600 т масел. Стремясь улучшить качество своей продукции, он привлек к разработке технологии изготовления масел ведущих российских ученых: Д. И. Менделеева, В. В. Марковникова, В. Н. Оглоблина и др. В Балахне производилось шесть марок смазочных масел, которым было присвоено общее фирменное наименование – олеонафты. На Всемирной промышленной выставке в Париже в 1878 г. рагозинские олеонафты получили золотую медаль. Воодушевленный успехом, Рагозин принял участие в создании крупнейшего в России Константиновского нефтемаляного завода вблизи Ярославля (сегодня Ярославский НПЗ им. Д. И. Менделеева). Коллекция олеонафтов Рагозина, в состав которой входят 12 разновидностей минеральных масел для различных целей (цилиндрическое, веретенное и др.) и климатических условий (зимнее и летнее) хранится в Политехническом музее в Москве (рис. 3).



Рис. 3. Минеральные масла В. И. Рагозина, Политехнический музей

Постоянно растущий спрос на масла вдохновил и других предпринимателей – С. М. Шибаева, В. А. Кокорева и братьев Нобель, которые стали включать в структуру своих нефтеперерабатывающих предприятий производство минеральных масел, тем самым расширяя спектр производимых нефтепродуктов. На Апшеронском полуострове первая технологическая линия по производству масел была организована на Сураханском заводе Бакинского нефтяного общества. Это было заслугой управляющего заводом в 1879–1888 гг.

горного инженера А. С. Дорошенко. Схема получения нефтяных смазочных масел состояла в следующем: мазут нагревался до температуры 300 °С, далее через него пропусклся перегретый водяной пар, который увлекал с собой масляные фракции по металлической трубе в холодильное устройство, где происходило их отделение от воды ¹⁶.

В начале 1880-х гг. масляное отделение было создано на заводах товарищества «Бранобель», где перерабатывалась специально отобранная на промыслах нефть, богатая маслянистыми веществами. Она поступала в керосиновые кубы, а остатки ее переработки – в масляные. Производство получалось практически безотходным и давало продукцию очень высокого качества. Производство минеральных масел в России постоянно увеличивалось и к концу XIX в. полностью удовлетворяло спрос на внутреннем рынке. Минеральные масла представляли также одну из наиболее доходных статей российского экспорта. В 1881 г. российские масла были введены на Центральной железной дороге в Бельгии, немного позже – на железных дорогах Голландии, Англии, Германии, Италии, Испании и Франции ¹⁷.

Рост объемов добычи и переработки нефти актуализировал еще одну сложнейшую задачу – модернизацию процесса перевозки и хранения нефти и нефтепродуктов. К. И. Лисенко, посетивший бакинские промыслы летом 1876 г., отмечал, что

перевозка нефти с Балаханской площади находится в совершенно первобытном состоянии. Открытые цистерны служат преимущественно для наполнения нефти в бурдюки, в которых перевозка нефти производится в огромных размерах по настоящее время ¹⁸.

¹⁶ Матвейчук А. А. Первые инженеры-нефтяники России: исторические очерки. М.: Интердиалект+, 2002. С. 42–61.

¹⁷ Двадцатипятилетие «Товарищества нефтяного производства братьев Нобель». 1879–1904. СПб.: Товарищество Р. Голике и А. Вильборг, 1909. С. 86.

¹⁸ Цит. по: Али-заде А. М. К вопросу транспортировки нефти в дореволюционный период // Летопись науки в Азербайджане (техника) / Ред. И. К. Эфендиев. Баку: ЭЛМ, 1969. Вып. 2. С. 142–151.

В 1878 г. товарищество нефтяного производства братьев Нобель начало строительство первого нефтепровода от промыслов к нефтеперегонному заводу. Проект разработала и реализовала фирма «Бари, Сытенко и К^о», руководил работами молодой инженер, глава бакинского отделения фирмы В. Г. Шухов. Нефтепровод длиной около 11 км был пущен в 1879 г., а через год вступил в строй второй нефтепровод Балаханы – Черный город длиной 12 км, принадлежащий фирме Лианозова. В 1879–1884 гг. были построены еще три нефтепровода: Балаханы – Черный город для фирмы Мирзоевых, Балаханы – Сураханский завод и Сураханский завод – Зыхская коса для Бакинского нефтяного общества. В начале XX в. в Бакинском районе насчитывалось 37 нефтепроводов средней протяженностью 10,8 км, по которым перекачивалось до 11,5 млн т нефти в год. Однако в этот период в России было построено всего три магистральных трубопровода общей протяженностью 960 км, в то время как в США данный показатель превышал 100 000 км¹⁹.

С именем Шухова связана также модернизация технологии хранения нефти. Первоначально для этого строились так называемые земляные амбары, стенки которых укреплялись каменной кладкой и штукатурились. После отмены откупного права, когда добыча нефти стала увеличиваться, а цена на нее уменьшаться, многие промышленники отказались от строительства амбаров, посчитав их слишком дорогостоящими, и просто спускали добытую нефть в ямы, вырытые около скважин. Если скважина начинала фонтанировать, нефть выпускалась в более низкие места, где образовывались целые нефтяные озера. Владельцы нефтеперерабатывающих заводов из-за отсутствия нормальных хранилищ также не могли покупать нефти больше, чем было нужно на суточную перегонку, что отрицательно влияло на стабильность работы оборудования и качество нефтепродуктов. Кроме того, открытый способ хранения нефти был основной причиной пожаров на промыслах.

В Америке в это время для хранения нефти сооружались большие прямоугольные резервуары на бетонном основании, стенки и днище которых укреплялись с помощью жесткого металлического каркаса. Проведенные Шуховым расчеты прочности основания резервуаров показали, что возможна замена массивного фундамента и жесткой балочной конструкции днища на песчаную подушку и упругое днище из листового железа, что позволило перейти к цилиндрической форме резервуаров. Им также была блестяще решена задача определения условий наименьшего расхода металла при сохранении необходимой прочности стенок – он предложил делать стенки переменной толщины, в зависимости от высоты пояса. Шухов также разработал поточный метод строительства резервуаров, для чего были составлены специальные таблицы, по которым рассчитывалось количество железных листов разной толщины, балок, арматуры, даже заклепок. В результате фирма Бари в 1881–1917 гг. построила в России более 20 000 металлических резервуаров шуховской конструкции. Созданную для расчета резервуаров теорию работы балок на упругом основании Шухов применил при решении еще одной задачи для нефтяной промышленности – проектировании речных нефтеналивных судов.

¹⁹ Шухов В. Г. Заметка о нефтепроводах // Нефтяное и сланцевое хозяйство. 1924. Т. 6. № 2. С. 308–313.

Впервые в мире перевозку нефти и нефтяных остатков наливом в судах осуществил астраханский купец Николай Иванович Артемьев. Он и его брат Дмитрий занимались перевозкой нефти в бочках по Каспийскому морю из Баку в Астрахань. В 1873 г. братья установили на одном из своих парусных судов цистерну, которая заполнялась и разгружалась при помощи ручного насоса. Убедившись в выгодности такого способа транспортировки, они реконструировали весь свой флот, приспособив трюмы кораблей для налива нефти²⁰. Модель парусного судна для перевозки нефти наливом была продемонстрирована Н. и Д. Артемьевыми на Всероссийской промышленной выставке 1882 г. в Москве, где они были удостоены золотой медали²¹.

Первый наливной пароход, получивший название «Зороастр», был построен в 1877 г. в Швеции на судостроительном заводе «Мотала» по проекту Л. Э. Нобеля. Он имел корпус из бессемеровской стали длиной 184 фута (55,2 м) и мог вместить 15 тыс. пудов керосина. Чтобы предотвратить проникновение керосина через переборки в машинное отделение, резервуары имели двойные стенки, пространство между которыми заполнялось водой, количество которой поддерживалось за счет постоянного пополнения. В случае просачивания керосин попадал в воду и как более легкая жидкость поднимался вверх. При подкачке воды керосин через отверстия в верхней части перегородок вытеснялся за борт. Помимо этого для предотвращения утечки резервуары располагались в трюме ниже уровня воды. Позднее танкерную флотилию компании братьев Нобель дополнили суда «Будда», «Магомет», «Моисей», «Спиноза», «Дарвин», «Линней», «Норденшильд» и др.²² Собственный нефтеналивной флот создавали и другие компании, и к 1910 г. число наливных судов, перевозивших нефтепродукты по Каспийскому морю, достигло 128²³. Однако для перевозки нефти и керосина по рекам морские танкеры не подходили.

Первоначально при строительстве речных барж за основу брались конструкции морских судов, «режущих» воду. Удобные для морского плавания в водах, не имеющих течений, они были плохо приспособлены к условиям реки с постоянным неровным движением воды: баржи двигались за буксиром зигзагами, постоянно «рыская». Шухов взял за основу проектирования речных барж конструктивные формы старинных плоскодонных волжских судов — расшивов. Носовая часть баржи имела ложкообразную форму, корма также была сделана со значительным подбором. Такая конструкция не только обеспечивала легкость и ровность хода, но и позволяла значительно увеличить размеры судов, а также обеспечивала хорошую обтекаемость и максимальную грузоподъемность при малой осадке (рис. 4). Под руководством Шухова была также разработана особая система производства работ при строительстве барж, исключая промежуточную сборку на заводе. Благодаря этой

²⁰ Лисичкин С. М. Очерки по истории развития отечественной нефтяной промышленности (дореволюционный период). М.; Л.: Гостоптехиздат, 1954. С. 321.

²¹ Отчет о Всероссийской художественно-промышленной выставке / Ред В. П. Безобразов. СПб., 1883. Т. 4. С. 323–324.

²² Двадцатипятилетие «Товарищества нефтяного производства братьев Нобель»... С. 58–59.

²³ Лисичкин. Очерки по истории развития... С. 325.

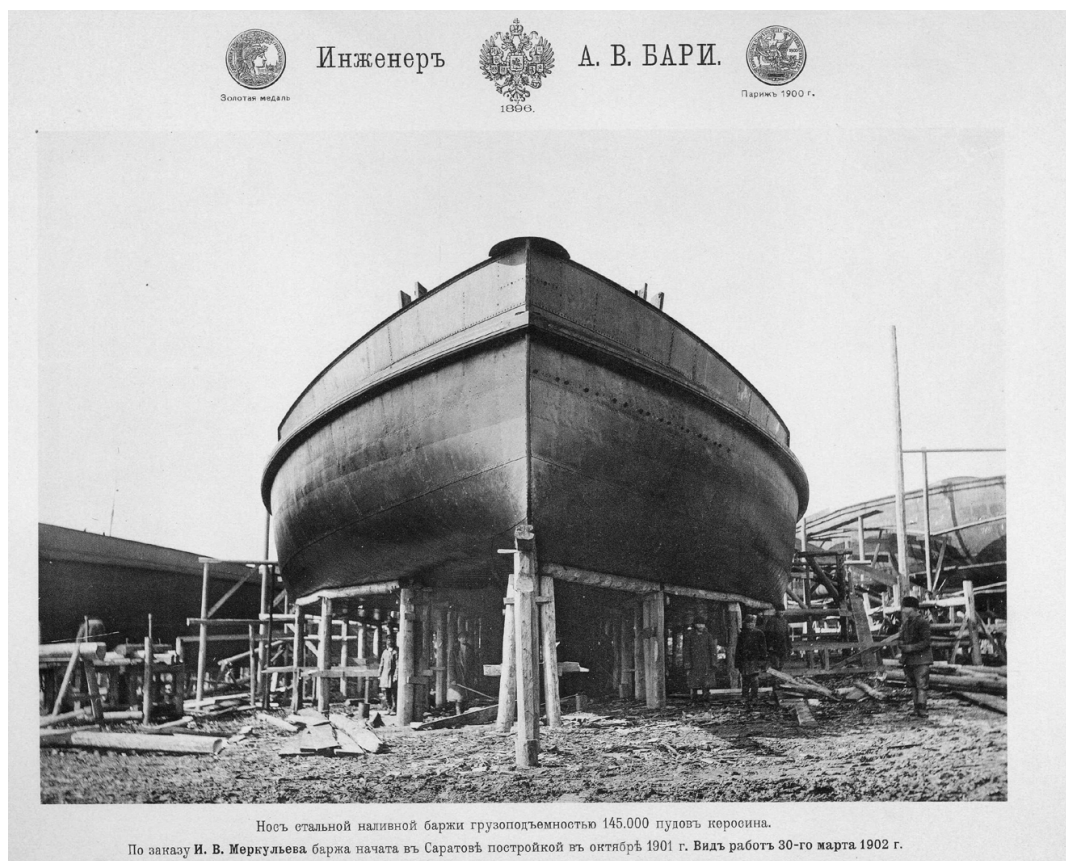


Рис. 4. Нефтеналивная баржа конструкции В. Г. Шухова

системе на любой судоходной реке в течение четырех-пяти зимних месяцев можно было построить несколько барж и весной спустить их на воду. За десятилетний период 1884–1904 гг. фирмой Бари были построены 64 баржи общей грузоподъемностью более 110 тыс. т²⁴. Издания и альбомы, иллюстрирующие различные направления деятельности строительной конторы Бари, в которой работал Шухов, имеются в собраниях Политехнического музея, музея ПАО «ЛУКОЙЛ», музея Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана.

Еще одним направлением развития технологии транспортировки нефти и нефтепродуктов стало использование специальных железнодорожных вагонов-цистерн. Здесь первенство также принадлежало товариществу нефтяного производства братьев Нобель. За основу конструкции вагона-цистерны был взят облегченный паровой котел с сухопарником, который устанавливался на железнодорожную платформу. Первые 100 вагонов-цистерн были изготовлены в 1888 г. на механическом заводе «Людвиг Нобель» в Петербурге и поставлены на Грязе-Царицынскую железную дорогу. В 1904 г. их количество достигло 10 000²⁵. В результате перехода к наливной транспортировке нефти по суше и морским путям российский керосин и другие нефтепродукты по Закавказской железной дороге доставлялись в Батуми и с начала 1890-х гг. в значительных объемах поставлялись в страны Европы, Азии и Дальнего

²⁴ См.: Бари А. В. Стальные наливные баржи: альбом. М., 1904.

²⁵ Двадцатипятилетие «Товарищества нефтяного производства братьев Нобель»... С. 66–67.

Востока. Так, если в 1888 г. экспорт керосина из России составлял 27,9 тыс. пудов, то в 1899 г. этот показатель составлял уже 69 тыс. пудов, а в 1904 г. достиг рекордной цифры в 112,3 тыс. пудов. Экспорт российских минеральных масел за этот период увеличился в пять раз, также достигнув максимума в 1904 г. и составив 13,6 тыс. пудов ²⁶.

Таким образом, можно констатировать, что в последней четверти XIX в. в отечественной нефтяной промышленности произошел технологический переворот. За короткий период времени была внедрена добыча нефти с помощью бурения; хранение ее в металлических резервуарах; транспортировка по трубопроводам, в нефтеналивных судах и вагонах-цистернах; переработка на установках непрерывного действия с получением широкого спектра нефтепродуктов высокого качества. Техническое перевооружение нефтяной отрасли было обеспечено отечественными инженерами и учеными и учитывало специфические условия освоения нефтяных месторождений в России. Именно в это время начала формироваться отечественная инженерная школа в области нефтяного дела, появились первые периодические издания и научные труды. О международном признании отечественных достижений в этой области свидетельствуют высокие награды, которые получали российские нефтяные компании на международных промышленных выставках, а также лидирующие позиции, которые Россия занимала по уровню добычи нефти, производству и экспорту нефтепродуктов. В результате технологического переворота были не только заложены все базовые составляющие современной инфраструктуры нефтяной отрасли страны, но и обеспечено превращение России в одну из ведущих нефтяных держав.

References

- Ali-zade, A. M. (1969) K voprosu transportirovki nefti v dorevoliutsionnyi period [On the Issue of Oil Transportation in the Pre-revolutionary Period], in: Efendiev, I. K. (ed.) *Letopis' nauki v Azerbaidzhane (tekhnika)* [The Chronicle of Science and Technology in Azerbaijan]. Baku: ELM, vol. 2, pp. 142–151.
- Bezobrazov, V. P. (ed.) (1883) *Otchet o Vserossiiskoi khudozhestvenno-promyshlennoi vystavke* [Report on the All-Russian Art and Industrial Exhibition]. Sankt-Peterburg, vol. 4.
- Blizniukov, V. Iu. (2004) Osnovnye periody razvitiia tekhniki i tekhnologii bureniia i sovershenstvovaniia konstruktssii skvazhin v g. Groznom (s 1893 po 1934 gg.) [The Main Periods in the Development of Drilling Equipment and Technology and the Improvement of Well Construction in Grozny], *Stroitel'stvo nef'tianykh i gazovykh skvazhin na sushe i na more*, no. 7, pp. 18–21.
- Dvadsatipiatiletie "Tovarishchestva nef'tianogo proizvodstva brat'ev Nobel". 1879–1904 [The 25th Anniversary of the Nobel Brothers Petroleum Production Partnership. 1879–1904] (1909). Sankt-Peterburg: Tovarishchestvo R. Golike i A. Vil'borg.
- Glushkov, I. N. (1912) Kratkaia istoriia burovykh skvazhin [A Brief History of Drill Holes], *Ural'skii tekhnik*, no. 10, pp. 5–16.
- Gulishambarov, S. O. (1880) Materialy dlia istorii fotogenovogo proizvodstva [Materials for the History of Lighting Production], *Gornyi zhurnal*, vol. 4, pp. 327–344.

²⁶ *Перишке С. Л.* Русская нефтяная промышленность, ее развитие и современное положение в статистических данных. Тифлис: Тип. К. П. Козловского, 1913. С. 192–193.

- Lisichkin, S. M. (1954) *Ocherki po istorii razvitiia otechestvennoi neftianoi promyshlennosti (dorevoliutsionnyi period)* [Essays on the History of the Development of Domestic Oil Industry (The Pre-revolutionary Period)]. Moskva and Leningrad: Gostoptekhizdat.
- Matveichuk, A. A. (2002) *Pervye inzheneri-neftianiki Rossii: istoricheskie ocherki* [The First Oil Engineers in Russia: Historical Essays]. Moskva: Interdiakt+.
- O razvedkakh nefti na Kavkaze i o prochem (raport Gornomu departamentu gornogo inzhenera Gileva) [On the Exploration of Oil in the Caucasus (report to the Mining Department from the mining engineer Gilev)] (1866), *Gornyi zhurnal*, no. 2, pp. 282–285.
- Pershke, S. L. (1913) *Russkaia neftianiaia promyshlennost', ee razvitie i sovremennoe polozhenie v statisticheskikh dannykh* [The Russian Oil Industry, Its Development and Current State in Statistical Data]. Tiflis: Tipografiia K. P. Kozlovskogo.
- Sergeev, S. V. (2014) “Metod V. G. Shukhova” v neftianoi promyshlennosti Rossii [V. G. Shukhov’s Method in the Russian Oil Industry], *Istoriia nauki i tekhniki*, no. 2, pp. 35–43.
- Sergienko, S. R. (1949) *Rol’ russkikh uchenykh i inzhenerov v razvitii khimii i tekhnologii nefti* [The Role of Russian Scientists and Engineers in the Development of Oil Chemistry and Technology]. Moskva and Leningrad: Gostoptekhizdat.
- Shukhov, V. G. (1924) Zametka o nefteprovodakh [A Note on Oil Pipelines], *Neftianoe i slantsevoe khoziaistvo*, vol. 6, no. 2, pp. 308–313.
- Tarakanova, E. S. (2008) Burenie skvazhin v XIX v. [Drilling in the 19th Century], *Istoriia nauki i tekhniki*, no. 4, pp. 42–53.
- Tarakanova, E. S. (2010) Vliianie tekhnicheskikh uslovii na sostoianie bakinskoi neftianoi promyshlennosti v 1900–1917 gg. [The Influence of Technical Conditions on the State of the Baku Oil Industry in 1900–1917], *Istoriia nauki i tekhniki*, no. 1, pp. 33–45.
- Vasil’ev, A. K. (1889) Dannye o sostoianii russkoi neftianoi promyshlennosti [The Data on the State of the Russian Oil Industry], *Zapiski Imperatorskogo Russkogo tekhnicheskogo obshchestva*, vol. 23, pp. 29–43.
- Vyshetravskii, S. A. (1925) Nepreryvno-deistvuiushchii nefteperegonnii apparat sistemy V. G. Shukhova [V. G. Shukhov’s Continuously Operating Refinery Apparatus], *Neftianoe i slantsevoe khoziaistvo*, no. 18, pp. 238–241.