

Мишуков Егор Алексеевич
студент, ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», г. Москва, Российская Федерация

ORCID: 0000-0002-2482-2143

e-mail: toxicwater@mail.ru

Линник Юрий Николаевич
д-р техн. наук, ФГБОУ ВО «Государственный университет управления», г. Москва, Российская Федерация

ORCID: 0000-0002-2482-2143

e-mail: ynlinnik@rambler.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЛУБИНЫ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ ПО ИНДЕКСУ НЕЛЬСОНА В РАЗЛИЧНЫХ СТРАНАХ

Аннотация. Определены современные вызовы отечественной нефтеперерабатывающей отрасли. Освещена значимость последних требований к качеству нефтехимической продукции, а также описана необходимость технического и технологического обновления нефтеперерабатывающих заводов. Рассмотрено использование индекса Нельсона в качестве оценки качества нефтехимической продукции на нефтеперерабатывающих заводах. Описаны формулы фактора сложности и индекса Нельсона. Раскрыты принципы и механизмы расчета индекса Нельсона для условного нефтеперерабатывающего завода. Приведена статистика по наиболее современным нефтеперерабатывающим заводам России с использованием индекса Нельсона. Составлены анализ и сравнение изменений по странам в рамках названного показателя за последние годы.

Ключевые слова: индекс Нельсона, вызовы российской нефтеперерабатывающей отрасли, экологические стандарты, глубина нефтепереработки, нефтеперерабатывающие заводы России, динамика мировой нефтепереработки.

Цитирование: Мишуков Е.А., Линник Ю.Н. Сравнительный анализ глубины переработки нефти по индексу Нельсона в различных странах//Вестник университета. 2019. № 11. С. 77-81.

Mishukov Egor
Student, State University of Management, Moscow, Russia
ORCID: 0000-0002-2482-2143
e-mail: toxicwater@mail.ru

Linnik Yuriy
Doctor of Technical Sciences, State University of Management, Moscow, Russia
ORCID: 0000-0002-2482-2143
e-mail: ynlinnik@rambler.ru

COMPARATIVE ANALYSIS OF OIL PROCESSING DEPTH BY NELSON INDEX IN DIFFERENT COUNTRIES

Abstract. The current challenges of the domestic oil refining industry have been identified. The significance of the latest requirements for the quality of petrochemical products has been highlighted, as well as the need for technical and technological updating of oil refineries has been described. The use of the Nelson index as an assessment of the quality of petrochemical products at refineries has been considered. The formulas of the complexity factor and the Nelson index have been described. The principles and mechanisms of calculating the Nelson index for a conditional oil refinery have been disclosed. The statistics on the most modern oil refineries in Russia, using the Nelson index, has been presented. An analysis and comparison of changes by country within the framework of this indicator over the past years have been compiled.

Keywords: Nelson Index, challenges of the Russian oil refining industry, environmental standards, the depth of oil refining, oil refineries in Russia, dynamics of world oil refining.

For citation: Mishukov E.A., Linnik Yu.N. Comparative analysis of oil processing depth by Nelson index in different countries (2019) Vestnik universiteta, I. 11, pp. 77-81. doi: 10.26425/1816-4277-2019-11-77-81

В настоящее время нефтеперерабатывающая отрасль России, являясь одним из драйверов роста экономики страны, сталкивается с рядом вызовов, которые состоят в следующем:

- повышение требований к качеству выпускаемой продукции из-за изменения требований к охране окружающей среды (необходимость перехода отечественных нефтеперерабатывающих заводов (далее – НПЗ) на стандарты Евро-5 и Евро-6, увеличение глубины переработки и расширение производства светлых нефтепродуктов);
- необходимость технического и технологического обновления НПЗ;
- повышение глубины переработки нефти;
- устойчивое ухудшение качества нефти, поступающей на переработку, связанное с увеличением доли тяжелой нефти, конденсатов, битумов, попутного нефтяного газа в добыче;

© Мишуков Е.А., Линник Ю.Н., 2019. Статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0. всемирная (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The Author(s), 2019. This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



– растущая конкуренция и снижение маржи в традиционных продуктах, связанная с производством синтетических топлив, каучука и пластиков из природного газа, производством новых реагентов для использования при переработке углеводородного сырья в товарную продукцию [2].

Раскроем некоторые из основных технологических вызовов отрасли.

Повышение требований к качеству выпускаемой продукции. Вводимые Европейским союзом экологические стандарты, регулирующие содержание вредных веществ в выхлопных газах у автомобилей и спецтехники, ужесточаются по мере развития технологий переработки нефти и технологий производства двигателей внутреннего сгорания. В связи с этим введенный Европейским союзом в 2005 г. стандарт Евро-4 уже в 2009 г. заменили на стандарт Евро-5, в котором значительно ужесточили нормы выброса оксида углерода, углеводородов и оксидов азота по сравнению со предыдущим стандартом Евро-4. При этом следует отметить, что с 2015 г. в Европе вступил в действие новый стандарт – Евро-6, согласно которому нормы выброса углекислого газа новыми легковыми автомобилями должны составлять менее 130 граммов на километр пути, что еще сильнее ужесточает требования к продукции НПЗ. Кроме этого, в структуре российского экспорта доля высокосернистого мазута составляет около 45 %, при этом экологические требования к мазуту в Европе постоянно ужесточаются. Таким образом, перед российской нефтепереработкой встают вызовы, связанные с необходимостью выпуска топлив, соответствующих всем современным стандартам.

Техническое и технологическое обновление нефтеперерабатывающих заводов. Недостаточный уровень качества переработанной продукции напрямую можно соотнести с чрезмерно высоким уровнем износа имеющегося оборудования на заводах. При этом технологии, используемые при нефтепереработке, уже во многом не соответствуют современным нормам. Именно поэтому дальнейшее развитие многих НПЗ в России будет проходить по интенсивному пути, который предусматривает модернизацию заводов с целью увеличения глубины переработки нефти, интенсификации переработки, повышения выхода светлых нефтепродуктов. Следует отметить, что меры по модернизации уже предприняты и часть проектов уже находится на стадии реализации (Туапсинский НПЗ, НПЗ в Приморске и Грозном), а судя по инвестициям в научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы от нефтегазовых корпораций, в ближайшее время можно будет наблюдать стремительное технологическое развитие. Это должно сократить имеющийся дефицит нефтехимического сырья, а также увеличить добавленную стоимость за счет углубления переработки нефтегазового сырья.

Повышение глубины переработки нефти. В настоящее время глубина переработки нефти на российских НПЗ в среднем составляет около 70 %. Дефицит мощностей по вторичной переработке нефти привел к тому, что уровень выхода светлых нефтепродуктов составляет всего 58 %.

Одним из показателей, характеризующих глубину переработки нефти и качество выпускаемой продукции завода, является индекс сложности, разработанный У. Нельсоном. Описание индекса было представлено в ряде статей, опубликованных в журнале «Oil&Gas Journal» в период с 1960 по 1961 г. [6]. Данный индекс оценивает уровень вторичной мощности преобразования на НПЗ по отношению к первичной мощности дистилляции. Индекс сложности Нельсона, основываясь на сложности и стоимости отдельной установки на нефтеперерабатывающем заводе, устанавливает соответствующий коэффициент сложности [5]. В качестве базовой принята атмосферная установка по перегонке сырой нефти, имеющая коэффициент равный 1,0 [8]. Любые другие установки в сравнении с базовой могут иметь рейтинг выше или ниже.

Сложность каждой части оборудования нефтеперерабатывающего завода рассчитывается путем умножения коэффициента сложности на коэффициент пропускной способности в процентах от производительности по перегонке нефти [1]. Суммирование значений сложности, присваиваемых каждому элементу оборудования, включая перегонку нефти, определяет сложность нефтеперерабатывающего завода по индексу Нельсона.

Индекс Нельсона рассчитывается по следующей формуле:

$$NCI = \sum_{(i=1)}^N F_i \times \frac{C_i}{C_{CDU}}, \quad (1)$$

где F_i – фактор сложности, C_i – единица мощности, C_{CDU} – емкость блока перегонки нефти, N – количество всех единиц [7].

Фактор сложности из данной формулы Нельсон определил, как стоимость технологической единицы относительно стоимости атмосферной перегонки, нормированной на основе производительности:

$$CF_i = CF(U_i) = CF(U_i, U_0) = \frac{C(U_i, Q_i) / Q_i}{C(U_0, Q_0) / Q_0} \quad (2)$$

Например, если стоимость атмосферной установки, имеющей выход в баррелях за сутки работы 20 000, равна 50 млн руб., а стоимость установки риформинга $CF_{\text{риф}}$, имеющей выход в баррелях за сутки работы 2 400, равна 30 млн руб., то фактор сложности для установки риформинга будет равен:

$$CF_{\text{риф.}} = \frac{30 \cdot 10^6 / 2\,400}{50 \cdot 10^6 / 20\,000} = 5 \quad (3)$$

Соответственно, в данном примере затраты на строительство установки риформинга будут превышать соответствующие затраты на атмосферную установку в 5 раз. Исходя из этого, коэффициент сложности Нельсона для установки риформинга будет равен 5. Пример итогового индекса сложности можно увидеть в таблице 1.

Таблица 1

Расчет сложности нефтеперерабатывающего завода

Установка	Значение фактора сложности	Доля процесса	Сложность
Алкилирование	10	0,07	0,7
Коксование	6	-	-
Атмосферная перегонка	1	1	1
Каталитический крекинг	6	0,2	1,2
Депарафинизация	85	-	-
Газификация тяжелых остатков	12	-	-
Гидрокрекинг	6	-	-
Гидрообессеривание	2,5	0,02	0,05
Изомеризация	15	0,015	0,225
Производство машинного масла	60	-	-
Полимеризация	10	-	-
Риформинг	5	0,2	1
Вакуумная перегонка	2	0,5	1
Термический крекинг	2,75	-	-
Итого	-	-	5,175

Составлено авторами по материалам исследования

В данной таблице приводятся современные данные по фактору сложности для определенных видов установок. Отдельные значения, с учетом их функционирования на условном нефтеперерабатывающем заводе умножаются на долю процесса. Итоговое значение для моделируемого завода получено суммированием значений сложности по каждому процессу переработки нефти. Как видно из таблицы, оно составило 5,175, что является ниже среднего по России на данное время [3].

Общее количество нефтеперерабатывающих заводов, принадлежащих российским компаниям, составляет 68. Однако большая часть предприятий не имеет индексации по Нельсону. Список 10 заводов с наивысшими показателями представлен в таблице 2.

Топ-10 нефтеперерабатывающих заводов, принадлежащих российским компаниям

Завод	Индекс Нельсона
НПЗ «ЛУКОЙЛ Нефтохим Бургас»	13,00
Essar Oil Refinery	11,80
Пермский НПЗ	9,40
Новоуфимский НПЗ	8,93
Уфимский НПЗ	8,93
Ново-Ярославский НПЗ	8,50
Омский НПЗ	8,50
Novi Sad Oil Refinery	7,90
Нижегородский НПЗ	7,30
Московский НПЗ	7,27

Составлено авторами по материалам исследования

Примечателен данный список тем, что три завода (НПЗ «ЛУКОЙЛ Нефтохим Бургас», Essar Oil Refinery и Novi Sad Oil Refinery), имеющие довольно высокий индекс Нельсона, находятся не на территории Российской Федерации. Особенно следует обратить внимание на двух лидеров списка, которые принадлежат компаниям «Лукойл» и «Роснефть». Предприятие компании «Лукойл» располагается на территории Болгарии. Строительство данного объекта было начато еще в 1960 г. при содействии СССР и на тот момент это был первый нефтеперерабатывающий комплекс в Болгарии. С момента приватизации данного завода компанией «Лукойл» в 1999 г., произошло глобальное обновление технологических мощностей, что в итоге привело к повышению качества продуктов переработки нефти в соответствии с европейскими стандартами. Мощность первичной переработки нефти и конденсата на сегодняшний момент составляет 9,5 млн т в год. Глубина переработки нефти равна 90 %, чему способствовало введение в 2015 г. комплекса переработки тяжелых остатков. Индекс Нельсона данного завода равен 13, что является высоким показателем для России, существенно превышая среднее значение по стране, которое равно 7,5 [9]. Предприятие компании «Роснефть» находится в Индии и имеет значительную мощность первичной переработки нефти и конденсата, которая составляет 20 млн т в год. Глубина переработки составляет 95,5 %, при этом индекс Нельсона составляет 11,8 [4].

Далее перейдем к мировым показателям в области нефтепереработки, представленным в таблице 3.

Динамика нефтеперерабатывающих заводов

Страна, континент	2010 г.			2018 г.		
	НПЗ	Мощность, млн т	Индекс Нельсона	НПЗ	Мощность, млн т	Индекс Нельсона
Европа	128	840	8,9	109	763	9,2
Россия и Центральная Азия	67	379	6,9	73	430	7,5
Средняя Азия	57	394	6,0	61	474	6,9
Африка	46	159	5,7	48	159	5,9
Азия-Тихий океан	298	1482	8,3	329	1814	9,6
Америка	242	1353	10,5	240	1409	10,8
Северная Америка	167	1033	11,5	165	1101	11,6
Центральная-Южная Америка	75	319	7,4	75	309	7,8
Мир	838	4606	8,7	860	5048	9,4

Источник: [9]

Данные для таблицы, которые были взяты из отчета компании «Eni» от 2019 г., могут несколько превышать фактические значения, поскольку в расчет берутся наиболее значимые объекты, тем не менее общая динамика отлично прослеживается. В первую очередь следует отметить заметный прирост в России, причем по всем представленным показателям. Из данного списка Россия входит в тройку лидеров по повышению индекса Нельсона, постепенно сокращая разрыв с развитыми странами и общемировым показателем. В целом во всех регионах наблюдается положительная динамика, а лидером по технологической составляющей по-прежнему остается Северная Америка, которая при небольшом сокращении количества НПЗ имеет внушительный прирост производственных мощностей.

Как итог, при благоприятных тенденциях в области нефтепереработки в России нельзя не отметить, что на данный момент все же не достигнуты показатели развитых стран за 2010 г.

Этот печальный факт вызывает ряд вопросов, главными из которых являются: почему самые технологичные нефтеперерабатывающие заводы российских компаний находятся вне России? Какие преференции могут быть предоставлены предпринимателям в сферах нефтепереработки и нефтехимии? Сколько времени потребуются для достижения среднемировых показателей по индексу Нельсона и что для этого необходимо сделать?

Библиографический список

1. Салчева, С.С. Оценка инвестиций в строительство установок вторичной переработки нефти с учетом индекса Нельсона // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2014. – № 10 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/444266> (дата обращения 07.10.2019).
2. Линник, Ю. Н., Линник, В. Ю., Каверин, А. А. Управление инновационным развитием компаний нефтегазового комплекса: монография. – М.: Издательский дом ГУУ, 2018. – 216 с.
3. НПЗ «ЛУКОЙЛ Нефтохим Бургас» // Энергетическая база России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://energybase.ru/processing-plant/oil-processing-plant-lukoil-neftochim-burgas> (дата обращения 07.10.2019).
4. Essar Oil Refinery // Энергетическая база России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://energybase.ru/processing-plant/essar-oil-refinery> (дата обращения 07.10.2019).
5. Johnston, D. C., Johnston, D. Introduction to Oil Company Financial Analysis. – Tulsa: PennWell Books, 2006. – 447 p.
6. Johnston, D. Refining Report Complexity index indicates refinery capability, value [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ogj.com/articles/print/volume-94/issue-12/in-this-issue/general-interest/refining-report-complexity-index-indicates-refinery-capability-value.html> (дата обращения 05.10.2019).
7. Nelson, W. L. Guide to refinery operating cost (process costimating). – 3rd ed. – Tulsa: Petroleum Publishing, 1976. – 72 p.
8. William L. L. Petroleum Refining in Nontechnical Language. – 4th ed. – PennWell Corp., 2008, 270 p.
9. World oil review 2019. Vol. 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.https://www.eni.com/docs/en_IT/enicom/investors/global-energy-scenarios/WORLD-OIL-REVIEW-2019-Volume-1.pdf (дата обращения 05.10.2019).

References

1. Salcheva S. S. Otsenka investitsii v stroitelstvo ustanovok vtorichnoi nefi s uchetom indeksa Nelsona [*Evaluation of investments in construction of secondary refining plants with account of Nelson index*], Problemy ekonomiki i upralveniya neftegazovym kompleksom, 2014, I. 10. Available at: <https://rucont.ru/efd/444266> (accessed 07.10.2019).
2. Linnik Yu. N., Linnik V. Yu., Kaverin A. A. Upravlenie innovatsionnym razvitiem kompanii neftegazovogo kompleksa: monografiya [*Management of innovative development of oil and gas companies: monograph*], Moscow, Izdatel'skii Dom GUU, 2018, 216 p.
3. NPZ «LUKOIL Neftohim Burgas», Energeticheskaya baza Rossii [*Energy base of Russia*]. Available at: <https://energybase.ru/processing-plant/oil-processing-plant-lukoil-neftochim-burgas> (accessed 07.10.2019).
4. Essar Oil Refinery, Energy base of Russia. Available at: <https://energybase.ru/processing-plant/essar-oil-refinery> (accessed 07.10.2019).
5. Johnston D. C., Johnston D. Introduction to Oil Company Financial Analysis, Tulsa, PennWell Books, 2006, 447 p.
6. Johnston D. Refining Report Complexity index indicates refinery capability, value. Available at: <https://www.ogj.com/articles/print/volume-94/issue-12/in-this-issue/general-interest/refining-report-complexity-index-indicates-refinery-capability-value.html> (accessed 05.10.2019).
7. Nelson W. L. Guide to refinery operating cost (process costimating), 3rd ed., Tulsa, Petroleum Publishing, 1976, 72 p.
8. William L. L. Petroleum Refining in Nontechnical Language, 4th ed., PennWell Corp., 2008, 270 p.
9. World oil review 2019. Vol. 1. Available at: https://www.https://www.eni.com/docs/en_IT/enicom/investors/global-energy-scenarios/WORLD-OIL-REVIEW-2019-Volume-1.pdf (accessed 05.10.2019).