Интернет-журнал «Наукovedение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 7, №3 (2015) <http://naukovedenie.ru/index.php?p=vol7-3>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/32EVN315.pdf>

DOI: 10.15862/32EVN315 (<http://dx.doi.org/10.15862/32EVN315>)

УДК 331

Буренина Ирина Валерьевна

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Россия, Уфа¹

Профессор

Доктор экономических наук

Доцент

E-mail: iushkova@yandex.ru

Евтушенко Евгений Викторовч

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Россия, Уфа

Профессор

Доктор экономических наук

E-mail: kafedra_ngp@yandex.ru

Зац Алексей Савельевич

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Россия, Уфа

Профессор

Кандидат экономических наук

E-mail: kafedra_ngp@yandex.ru

Экономическое обоснование оптимизации производственных процессов нефтеперерабатывающих заводов

---

¹ 450062, Республика Башкортостан, Уфа, Космонавтов, 1

Аннотация. Статья посвящена решению проблемы оптимизации производственных процессов нефтеперерабатывающих заводов вертикально-интегрированных нефтяных компаний. Проведен анализ объемов нефтедобычи и нефтепереработки в мире. Выделены основные проблемы развития перерабатывающих предприятий в России: низкая глубина переработки, недостаточный объем, старые мощности. Установлены слабые звенья технологической цепочки в проблеме оптимального использования оборудования и в соответствии с этим определен принципиальный подход к их управлению. При общей большой изученности рассматриваемой проблемы в ней остаются слабо освещенные области, относящиеся к вопросам практического управления уровнем использования оборудования. Общая рекомендация максимально повышать экстенсивную и интенсивную нагрузку агрегатов совершенно недостаточна, и иногда даже входит в противоречие с реальными условиями эксплуатации технологических установок. Выявлены факторы, определяющие оптимальную суточную производительность технологических установок. Разработана модель оптимизации производительности установок первичной переработки нефти, каталитического крекинга, каталитического риформинга, позволяющая повысить эффективность работы технологических установок по величине чистой прибыли.

Осуществлен синтез локальных моделей в модель взаимосвязанной оптимизации производительности ведущих установок нефтеперерабатывающего завода, дающий возможность повысить эффективность работы всех технологических цепочек.

Ключевые слова: нефтеперерабатывающее предприятие; мощность нефтеперерабатывающего завода; мощность установки; производительность установки; модель оптимизации; эффективность установки; управление загрузкой установки.

Ссылка для цитирования этой статьи:

Буренина И.В., Евтушенко Е.В., Зац А.С. Экономическое обоснование оптимизации производственных процессов нефтеперерабатывающих заводов // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №2 (2015) <http://naukovedenie.ru/PDF/32EVN315.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/32EVN315

На сегодняшний день в России действует 32 больших нефтеперерабатывающих завода (НПЗ). Также, многие газоперерабатывающие заводы перерабатывают жидкую нефть. При этом сосредоточенность производства - в 2013 г. 85,7 % (214,6 млн. т) всей переработки углеводородов производилось на НПЗ, входящих в состав 8 вертикально-интегрированных нефтяных компаниях [1].

Технический уровень основной массы НПЗ не отвечает передовому мировому уровню [2]. После низкого качества получаемых нефтепродуктов, в российской нефтепереработке главными проблемами отрасли, являются низкая глубина переработки нефти - (в Российской Федерации - 72%, в Европе - 85%, в Соединенных Штатах Америки - 96%), малоразвитая структура производства - минимум вторичных процессов.

Большинство российских НПЗ были построены 60-70 лет назад и имеют в основном старое оборудование и низкую, по сравнению с экономически развитыми странами, долю вторичных процессов переработки тяжелого нефтяного сырья. В силу конструктивных особенностей и технико-экономической значимости в наибольшей степени деградации подвержен самый совершенный из материальных элементов - технологическое оборудование [3], [4]. В таблице 1 представлены основные показатели нефтепереработки.

Таблица 1

Показатели нефтепереработки в России

Год	Мощности по сырью, млн. т.	Первичная переработка, млн. т.	Загрузка установок по первичной переработке нефти, %	Производство основных нефтепродуктов, млн. т.			Глубина переработки и нефти, %
				автомобильный бензин	дизельное топливо	мазут	
1990	351	300	85	41	75,6	95,60	67,0
1995	304	185	61	28	43	60	63,0
2000	281	174	62	27,2	49,3	48,4	70,8
2001	281	178	63	27,6	50,1	50,3	70,6
2002	276	185	67	29	52,7	54,2	69,6
2003	271	190	70	29,3	53,8	57,2	70,1
2004	271	195	72	30,4	55,3	58,4	71,4
2005	264	207	79	31,9	59,9	56,7	71,6
2006	273	220	81	34,4	64,2	59,4	72,0
2007	279	229	82	35,1	66,4	62,4	71,9
2008	272	236	87	35,7	69	63,9	71,5
2009	267	236	88	35,8	67,3	64,4	71,8
2010	271	250	92	36	69,9	69,5	71,2
2011	282	256	91	36,6	70,6	73,3	70,8
2012	279	266	95	38,2	69,7	74,5	71,5
2013	295,9	275,2	93	38,5	71,5	77,0	72

Как видно из таблицы, за последние 20 лет существенных изменений в показателях отрасли не произошло, при этом в Энергетической стратегии России до 2030 года и проекте Энергетической стратегии России до 2035 года целевые показатели прописаны очень высокие [5].

Действующий подход к разработке производственной программы заключается в изыскании резервов максимального увеличения коэффициентов интенсивного и экстенсивного использования технологических установок [6]. Считается, что чем выше загрузка установки, тем меньше удельные затраты на единицу продукции. Так, никто не будет считать экономически рациональным 20 %-й, 30 %-й или даже 60 %-й уровень использования производственных мощностей, тогда как они созданы в расчете на близкий к 100 % выпуск продукции. С другой стороны не приходится отрицать, что около 100 %-ного уровня использования мощности наблюдаются сложные нелинейные соотношения приростов издержек и объема продукции. Одновременно практически всегда характерна несбалансированность мощностей последовательно связанных технологических установок нефтеперерабатывающих заводов, что ведет к недоиспользованию производственной мощности отдельных установок в условиях стационарного режима работы. Для современного периода средний уровень использования оборудования по мощности составлял по НПЗ вертикально-интегрированных компаний составляет около 87% [8]. В таблице 2 представлен уровень использования технологических установок трех НПЗ в 2011- 2013 годах одной из российских вертикально-интегрированных компаний.

Таблица 2

Уровень использования технологических установок, %

Тип установки	Нефтеперерабатывающие заводы								
	НПЗ-1			НПЗ-2			НПЗ-3		
	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2011	2012	2013
Первичная переработка	73,3	61,0	78,1	77,2	68,9	83,1	58,3	60,8	69,7
Каталитический крекинг	64,5	70,2	75,6	68,9	78,5	92,6	60,0	65,7	87,7
Каталитический риформинг	95,0	84,9	93,9	95,0	92,1	96,3	89,6	94,2	93,2
Депарафинизация	-	-	-	74,8	95,0	93,5	-	-	-
Гидроочистка	71,7	64,0	79,2	58,2	88,9	98,0	58,0	64,1	70,5
Изомеризация	50,8	47,1	47,2	-	-	-	-	-	-
Коксование	-	-	-	94,4	98,3	91,1	97,1	92,4	97,8
Средний уровень	71,1	65,4	74,8	78,1	87,0	92,4	72,6	75,4	83,8

Как видно из таблицы, средний уровень загрузки за весь период по всем НПЗ составляет 77,8%, при этом наибольшую загрузку имеет второй НПЗ (92,4%).

В современной ситуации, степень использования оборудования становится вопросом количественного учета действия всех факторов, определяющих соотношение затрат и результатов при изменении производительности установок. Проведение соответствующих расчетов представляет собой особый тип оптимизационных задач. Теоретическая основа их решения давно известна и прекрасно разработана. Это - теория экономического равновесия фирмы. Именно в ее рамках получает верную оценку использование любого вида производственных факторов, в том числе и основного капитала, овеществленного главным образом в оборудовании.

При анализе уровня использования оборудования важно установить факторы, направление и силу их влияния на результирующий показатель [9]. Широко применяемые при анализе методы сравнения показателей, цепных подстановок, индексный метод и другие основаны на использовании функциональных зависимостей между анализируемыми показателями и факторами. Эти методы не позволяют учесть факторы, влияние которых на анализируемый показатель является не функциональным (вероятностным). Между тем таких факторов достаточно много, они играют существенную роль и должны быть приняты во внимание при анализе уровня использования технологического оборудования. Полнота учитываемых факторов выступает важнейшим условием факторного анализа оценочных показателей.

Основываясь на логическом анализе и практическом опыте специалистов они выделяют и классифицируют следующие факторы, которые систематизированы в таблице 3.

Таблица 3

Факторы, воздействующие на уровень использования технологической установки нефтеперерабатывающих предприятий [9]

Факторы	Группы факторов, выделенные по признаку			
	сферы влияния		природе (характеру)	
	Внепроизводственные	Внутрепроизводственные	Организационно-Экономич.	Технологические
Реакционный (полезный) объем агрегата	+			+
Надежность	+			+
Уровень автоматизации	+			+
Межремонтный пробег	+			+
Капиталоемкость	+			+
Потенциальное содержание продукта в сырье	+			+
Наличие (или отсутствие) в сырье примесей	+			+
Специфические физико-химические свойства сырья (вязкость, коксуемость, склонность к полимеризации)	+			+
Способ поступления сырья на переработку	+		+	
Равномерность поступления сырья и материалов	+		+	
Число поставщиков	+		+	
Форма снабжения	+		+	
Спрос на готовый продукт	+		+	
Качество продукции	+		+	
Организация, хранения и отгрузки	+		+	
Число потребителей продукта	+		+	
Объемная скорость подачи сырья		+		+
Температура и давление в зоне реакции		+		+
Мольное соотношение реагирующих веществ		+		+
Активность катализатора		+		+
Кратность циркуляции сырья		+		+
Способ утилизации сырья экзотермических процессов		+		+

Все факторы прямо или опосредованно связаны друг с другом и оказывают определенное воздействие на показатели использования технологических установок. Если по отношению к предприятию внепроизводственные факторы выступают в качестве внешних ограничений (учитываемые факторы), то внутрипроизводственные факторы формируют уровень использования агрегатов, и возможности управления ими со стороны предприятия более широки. Приведенный в таблице 3 перечень влияющих на уровень использования оборудования (агрегатов) факторов достаточно обширен и, по существу, является исчерпывающим. Для анализа комплекса показателей, характеризующих во взаимосвязи эксплуатационную и организационную стороны использования технологического оборудования приведенный перечень факторов должен быть существенно сокращен.

Использование метода экспертных оценок для отбора наиболее значимых факторов сопряжено со значительными трудностями его применения (формирование группы экспертов, процедура опроса, согласование полученных результатов и др.). Достаточно надежные результаты дает логический анализ по выявлению и исключению дублирующих факторов. По нашему мнению, следует широко использовать и функциональные зависимости показателей уровня использования оборудования от тех или иных факторов.

При разработке структуры модели формирования затрат и результатов в зависимости от производительности агрегата необходимо численно аналитически или графически представить действие следующих факторов:

- 1) изменение удельных расходов прямых материальных затрат на переработку 1 т сырья;
- 2) реакцию условно постоянных расходов на снижение или увеличение производительности установок;
- 3) влияние изменения производительности агрегата по сырью на выход целевой продукции;
- 4) движение средней цены целевой и попутной продукции под воздействием изменения их выхода по мере увеличения производительности.

Это минимум соотношений между экономическими и технико-экономическими показателями, априорно необходимый для исследования реакции чистой прибыли от реализации продукции установки на её производительность по сырью.

Некоторые аспекты эксплуатации технологических установок оказались не вполне выявленными. Речь идет прежде всего о таком специфическом свойстве оборудования, как гибкость его производственных возможностей. Она проявляется в допустимости варьирования подачи сырья в единицу времени. Его диапазон определяется верхними и нижними техническими и технологическими ограничениями. На практике пределы варьирования суточной производительности довольно широки. Это порождает и специфическую организационно-техническую проблему выбора оптимального варианта суточной производительности одной установки или технологически взаимосвязанного их комплекса.

Простейшая, но вполне реалистическая модель оптимизации суточной производительности технологической установки НПЗ по двум критериям представлена уравнениями [7].

1. По критерию минимизации приведенных затрат на переработку 1 т сырья

$$S = a_1 + \frac{b_1}{Q} + C_1 Q \Rightarrow \min \quad (1)$$

2. По критерию максимизации чистой прибыли от реализации продукции установки

$$F = ((B \times C - C_c)q - Sq - d)(1 - n)T \Rightarrow \max \quad (2)$$

Приняты следующие обозначения:

C_1 - статистические определенные коэффициенты;

a_1 - постоянные (не зависящие от суточной производительности установки) приведенные затраты на переработку 1 т сырья;

b_1 - условно-постоянная часть приведенных затрат в расчете на суточный объем переработки сырья;

C_1Q - приведенные затраты на переработку 1 т сырья, пропорциональные суточной производительности Q ;

F - чистая прибыль от реализации годового объема продукции установки, р.;

C - средняя цена 1 т продукции, р.;

B - объем целевой и попутной продукции;

S - текущие затраты на переработку 1 т сырья, р.

q - суточная производительность установки по сырью, т/сутки;

n - норматив налогообложения прибыли, доли ед.;

T - число суток работы установки в году, сут.;

C_c - цена 1 т сырья, р.

Базовым предприятием, для условий которого разрабатывалась модель, является «НПЗ-1». Отбор технологических установок, как объектов изучения, определен их местом и ролью в формировании основной массы товарной продукции, суммы продаж и чистой прибыли. С этих позиций наибольший практический интерес представляет оптимизация суточной производительности ключевого технологического комплекса, включающего установки АВТ, каталитического крекинга и каталитического риформинга. На него приходится до 80% общего объема продукции и прибыли НПЗ топливного профиля. В соответствии с технологической последовательностью переработки нефти анализ проведен, начиная с головного процесса - первичной переработки.

Зависимость затрат на переработку 1 т сырья S от суточной производительности установки q наглядно проявляется при графическом представлении (рисунок 1). Чтобы воспользоваться ими в проведении оптимизационных расчетов, надо аналитически представить зависимость $S = f(q)$.

Рисунок 1. Зависимость удельных затрат на переработку 1т сырья от суточной производительности установки АВТ-6

Из графика видно, что после достижения минимума S следует крутой подъем издержек, что заставляет предполагать наличие не линейного - cq , а скорее квадратического члена cq^2 в уравнении $S = f(q)$. Если иметь ввиду эти замечания, а также и содержательную трактовку параметров формулы $S=f(q)$, то форма зависимости удельных издержек S от суточной производительности q в рассматриваемом примере имеет вид квадратической параболы $S = a + bq + cq^2$.

Из рисунка 2 очевидна линейная зависимость B от q : $B = a + bq$.

Рисунок 2. Зависимость выхода целевой продукции от суточной производительности установки АВТ-6

Сумма чистой прибыли от реализации целевой и попутной продукции установки АВТ по ценам фактической реализации компонентов в 2013 г. определится выражением:

$$\text{ЧП} = \{[(A - Bq)C_0 + (1 - A + Bq)C_{\text{п}} - C_c]q - (a + bq + cq^2)q - d\}T(1 - n) \quad (3)$$

где d - условно-постоянные расходы в расчете на 1 сутки;

T - число суток работы установки в году;

n - ставка налога на прибыль.

Для вычисления суточной производительности, максимизирующую чистую прибыль, возьмем производную от ЧП по q :

$$\frac{d}{dq} = AC_0 + 26C_0q + C_{\text{п}} - AC_{\text{п}} - 26C_{\text{п}}q - C_c - a - 2bq - 3cq^2 \quad (4)$$

Подставляя числовые значения, находим $q_{\text{опт}} = 24024$ т/сут.

Таблица 3

Зависимость суточной производительности от размера суточной чистой прибыли

Суточная производительность, т	4000	5000	10000	20000	24000	30000	40000
Суточный размер чистой прибыли, млн. руб.	-0,45	0,14	3,72	10,31	11,17	8,75	-9,84

Рисунок 3. Зависимость суточной производительности и суточной чистой прибыли

Важно отметить область относительной стабильности показателя суточной чистой прибыли ($q = 20000$ - 24000 т). В ней допустимо изменение q с минимальными потерями чистой прибыли. Точки безубыточности работы установки определяются из условия равенства нулю правой части уравнения чистой прибыли. Как видно из порядка кривой и особенно наглядно из рисунка 3, этих точек две. Одна из них определяется при $q = 4700$ т, а вторая - при $q = 35000$ т. Вторая имеет в данном случае условный характер, поскольку превышает верхний технически обусловленный предел суточной производительности данной АВТ-6 (23000 - 24000 т). Зона прибыльности заключена между $q=5004$ - 24000 т.

Центральное место в технологической структуре НПЗ-1 принадлежит процессам каталитического крекинга и риформинга. Они обеспечивают получение нефтяных топлив с достаточными для современного потребителя качественными характеристиками и одновременно увеличивают общие ресурсы этих топлив.

Первым этапом ее разработки, как и в предыдущем случае, является анализ фактических соотношений между удельными текущими затратами на переработку t сырья S и суточной производительностью q .

Рисунок 4. Зависимость затрат на переработку 1 т сырья и суточной производительностью

При малых значениях q вследствие длительного пребывания сырья в реакторе большая глубина его превращения сопровождается и большей степенью его разложения вплоть до углерода. Нарастает выход кокса и других продуктов, не включаемых в калькулируемую целевую продукцию. Таким образом несовпадение выхода целевой продукции B с долей превращенного сырья x объясняет появление максимума B при некоторой суточной производительности. Он довольно явно просматривается на рисунке 5, где представлены фактические соотношения B и q на установке каталитического крекинга ОАО «Башнефть-УНПЗ».

Рисунок 5. Зависимость выхода целевой продукции процесса каталитического крекинга от суточной производительности

Как и для установки АВТ оптимальная величина суточной производительности установки каталитического крекинга находится из условия $dЧП/dq=0$. Получаем $q_{\text{опт}}=7167$ т/сут.

Технический верхний предел суточной производительности установки каталитического крекинга «НПЗ-1» находится на уровне 8500 т/сутки. Увеличение производительности сверх 7167 т/сутки до 8500 т/сутки экономически нецелесообразно, так как приведет к уменьшению чистой прибыли.

Отчетливо виден интервал q от 7 тыс. т/сутки до 8 тыс. т/сутки, в котором изменение чистой прибыли (1374-1340) составляет менее 2,5%. Это зона наиболее благоприятного технико-экономического режима работы данной установки.

Модель оптимизации суточной производительности установки каталитического риформинга разработана на основе данных оперативного технического и бухгалтерского учета относящихся к соответствующему технологическому процессу «НПЗ-1».

Рисунок 6. Зависимость суточной прибыли от суточной производительности

Общий вид связей $S = f(q)$ и $B = f(q)$ представлены на рисунках 7 и 8.

Рисунок 7. Зависимость выхода целевой продукции от суточной производительности

Рисунок 8. Зависимость затрат на переработку 1 т сырья и суточной производительностью

Определим оптимальную суточную производительность установки каталитического риформинга из условия $d\Pi/dq=0$. Получаем $q_{\text{опт}}=1745$ т/сут.

Таблица 5

Объем чистой прибыли установки каталитического риформинга в зависимости от суточной производительности установки

Суточная производительность (q). тыс. т.	0,2	0,5	1,0	1,1	1,65	1,75	1,8	1,85	2,0
Суточный объем чистой прибыли (ЧП). млн. р.	-3,11	-5,31	-0,23	0	3,88	3,98	3,95	3,85	3,11

Максимум суточного объема чистой прибыли установки выражен довольно резко при $q = 1750$ т. Тем не менее в интервале $q = 1650 + 1850$ вариация объема чистой прибыли сравнительно невелика и именно он рекомендуется для производственного маневра.

Чтобы обеспечить практическую и технологическую согласованность работы этого комплекса установок необходимо, чтобы количество полу фабрикатов, получаемое на АВТ-6, соответствовало оптимальным суточным потребностям в них установок каталитического крекинга и каталитического риформинга. Сырьем процесса каталитического крекирования является вакуумный газойль. Его выход на установке АВТ-6 составляет 0,21 к сырью. Выход бензиновой фракции 85-180%, являющейся сырьем каталитического риформинга, равен 0,13. Таким образом, оптимальной суточной производительности АВТ-6 24024 т должна отвечать суточная производительность каталитического крекинга $24024 \times 0,21 = 5045$ т и каталитического риформинга $24024 \times 0,13 = 3123$ т. Но локальные оптимумы производительности названных процессов равны соответственно 7167 т/сутки и 1745 т/сутки.

Мы видим резкую несогласованность локально-оптимальных решений. Конечно, появляется вопрос сопряжения производительности комплекса технологически

взаимосвязанных установок на более высокой ступени моделирования. Конечно же, критерием оптимальности здесь уже выступает максимум чистой прибыли всего комплекса. В виду своего центрального положения в технологической структуре НПЗ, он обеспечивает выпуск 70-80% самой дорогостоящей и высококачественной продукции завода. Оптимальная производительность установок АВТ каталитического крекинга и риформинга, рассчитанная при условии их технологической взаимосвязи, будет определять оптимальный режим функционирования НПЗ в целом. Или, пришлось бы полагать, что наилучшая степень использования мощностей перечисленных ведущих процессов определяется не соотношением их предельных издержек и продукта, а аналогичным соотношением шлейфу сопутствующих им менее значимых установок: битумной и др.

Выстроив модель взаимосвязанной оптимизации производительности трех ведущих и центральных по своей роли процессов, возможно кардинально приблизиться к синтезу нелинейной модели экономического равновесия НПЗ. Данный подход не противопоставляется и не мешает применению известной линейной модели оптимизации производственной программы НПЗ. Вычисленные с ее помощью оптимальные суточные производительности трех ведущих установок необходимо рассматривать как ограничения, в рамках которых реализуются дополнительные возможности максимизации размера чистой прибыли.

После принятия в качестве базового варианта работы АВТ, каталитического крекинга и риформинга итоги нелинейной оптимизации их производительности, далее можно применять к заводу в целом обычную процедуру линейной оптимизации производственной программы. В общей постановке для комплекса трех установок, данная модель должна включать три переменных (т.е. искомые производительности трех установок), нелинейно связанных с объемом чистой прибыли комплекса. В таком случае, на завершающей стадии оптимизации, понадобилось бы решать систему их трех квадратных уравнений с тремя неразделенными переменными. Аналитически, это невозможно сделать. Поэтому, надо переходить к численному решению. Исключить аналогичные осложнения, помогает технологически детерминированная пропорциональность производительности процессов всего комплекса. Неизвестные суточные производительности установок каталитического крекинга и каталитического риформинга проявлены через суточную производительность установки АВТ-6 q с помощью фиксированных отношений kq и mq . Kq и mq -величины, представляющие собой устойчивые выходы соответственно вакуумного газойля и бензиновой фракции на АВТ. Они и являются сырьем каталитического крекинга и каталитического риформинга. Следственно, в модели взаимосвязанной оптимизации комплекса 3х установок остается все еще одна переменная, и задача выведена к отбору оптимальной величины $q_{\text{опт АВТ}}$ (суточной производительности АВТ). Оптимальные суточные производительности, сопряженных с АВТ установок каталитического крекинга и риформинга, располагаются, соответственно, как произведение $q_{\text{опт АВТ}}$ и коэффициентов $k = 0,2133$ и $m = 0,13$.

Каталитическое расщепление вакуумного газойля и риформирование бензиновой фракции 85-180° - это, безусловно наиболее результативное направление их квалифицированной переработки. Следовательно, предопределенность их преeminения на указанные цели, на данном шаге, нужно принимать, как технологическую аксиому и не рассматривать как помеху линейным моделям оптимизации производственной программы НПЗ. Целевая роль нелинейной модели взаимосвязанной оптимизации комплекса трёх главных установок, предоставлена суперпозицией целевых функций локальных моделей, которые мы создали ранее. Присвоив АВТ каталитическому крекингу и риформингу индексы 1, 2, 3, целевую функцию можно представить суммой чистой прибыли от реализации всей продукции этого технологического комплекса.

$$\begin{aligned} \sum \text{чп} = & (((0,52 - 0,0000031q)\zeta_o^I + (0,48 + 0,0000031q)\zeta_{\text{п}}^I - \zeta_c^I)q \\ & - (69414 - 5,99q + 0,000148q^2)q - d^I)0,8T) \\ & + \left((((0,1724 + 0,0001874kq - 0,000000017145(kq)^2)\zeta_o^{II} \right. \\ & + (0,876 - 0,0001874kq + 0,000000017145(kq)^2)\zeta_{\text{п}}^{II} - \zeta_c^{II})kq \\ & - (108004 - 23,86kq + 0,0017(kq)^2)kq - d^{II})0,8T) \\ & + \left((((0,0020174mq - 0,0000006446(mq)^2 - 0,75086)\zeta_o^{III} \right. \\ & + (1,75086 - 0,0020174mq + 0,0000006446(mq)^2)\zeta_{\text{п}}^{III} - \zeta_c^{III})mq \\ & - (222252 - 223,5mq + 0,063(mq)^2)mq - d^{III})0,8T \end{aligned}$$

Ищем производную по q и определяем $q_{\text{опт}}$, получаем:

$$q_{\text{опт}} = 16463 \text{ т/сут}$$

Это оптимальная загрузка установки первичной переработки нефти АВТ-6, далее найдем значения $q_{\text{опт}}$ для установок каталитического крекинга:

$$q_{\text{опт}} = 0,2133 \times 16463 = 3512 \text{ т/сут}$$

и каталитического риформинга:

$$q_{\text{опт}} = 0,13 \times 16463 = 2140 \text{ т/сут.}$$

Анализируя итоги решения, сопоставим с локально-оптимальными значениями, какие были получены для отдельных установок комплекса. Они были равны для АВТ 24024 т/сутки; для каталитического крекинга 5045 т/сутки и для каталитического риформинга 1745 т/сутки. Учёт действительной технологической взаимосвязи установок, довольно сильно изменяют представление об их оптимальной производительности. Последующее повышение чистой прибыли по установкам АВТ и каталитического крекинга полностью нейтрализовано снижением риформинга на установке. Отсюда следует, что при крупном резерве экономически оправданного роста суточной производительности установок АВТ-6 и каталитического крекинга, его реализация блокирована достижением экономически целесообразной производительности риформинга 2140 т/сутки. Отметим, что данная производительность уже немного выше технически допустимого предела производительности данной установки. Между тем, технический предел суточной производительности АВТ-6 около 24000 т, а каталитического крекинга 8500 т. Недостаток мощности каталитического риформинга обуславливает 30% недоиспользования производительности АВТ, и почти 60% недоиспользования производительности каталитического крекинга завода. В долговременной возможности, именно это требует или ввода новейшей мощности каталитического риформинга, или же рациональной кооперации с НПЗ, обладающей избыточной мощностью по данному процессу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Садчиков И.А., Сомов В.Е., Балукова В.А. Экономика нефтегазовой отрасли: Учебное пособие для вузов / Под ред. проф. И.А. Садчикова. – СПб: ХИМИЗДАТ, 2014. – 256 с.
2. Буренина, И.В. Роль нефтяной промышленности в энергетической стратегии России. / И.В. Буренина // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2011. – №6 – Режим доступа: http://www.ogbus.ru/authors/Burenina/Burenina_2.pdf.
3. Гайфуллина М.М., Проценко Т.Л. Текущее состояние и перспективы развития нефтегазового комплекса России. // Современные тенденции в экономике и финансах межвузовский сборник научных трудов по материалам II Всероссийской заочной научно-практической Интернет-конференции. Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВПО "Уфимский государственный нефтяной технический университет"; под общей редакцией: Л.И. Ванчухиной, Ю.А. Фролова. 2012. С. 186-188.
4. Евтушенко Е.В. Экономика нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. - Федеральное агентство по образованию РФ, Уфимский гос. нефтяной технический ун-т. Уфа, 2007. Сер. Библиотека нефтегазового дела
5. Энергетическая стратегия России на период до 2030 г. // Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 13 ноября 2009 г. №1715 – р.
6. Балукова, В.А. Методы повышения эффективности развития нефтеперерабатывающих предприятий на основе когнитивного подхода: дис. ... кандидата экономических наук : 08.00.05. / Балукова Виктория Андреевна. – Санкт - Петербург, 2012. – 174 с.
7. Гавриловская, С.П. Оптимизация затрат на предприятиях нефтепереработки: дис. ... кандидата экономических наук: 08.00.05 / Гавриловская Светлана Петровна. – Белгород, 2010 г. – 194 с.
8. Коржубаев, А.Г., Эдер, Л.В., Соколова, И.А. Глубокая переработка углеводородного сырья – важное направление технологического развития НГК России / А.Г. Коржубаев, Л.В. Эдер, И.А. Соколова // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2009. – №7. – С. 17 – 21.
9. Зац А.С. Взаимодействие факторов, определяющих оптимальную производительность технологических установок НПЗ: Дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05: Уфа, 1997 144 с. РГБ ОД, 61:98-8/194-5.

Рецензент: Бирюкова Вера Витальевна, к.э.н., доцент кафедры «Экономики управления на предприятии нефтяной и газовой промышленности», ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет».

Burenina Irina Valerievna

Ufa state oil technical university
Russia, Ufa
E-mail: iushkova@yandex.ru

Yevtushenko Evgeny Viktorovich

Ufa state oil technical university
Russia, Ufa
E-mail: kafedra_ngp@yandex.ru

Zats Aleksey Savelievich

Ufa state oil technical university
Russia, Ufa
E-mail: kafedra_ngp@yandex.ru

The economic justification for optimizing production of processes refineries

Abstract. The article is devoted to the problem of optimizing production processes refineries vertically integrated oil companies. An analysis of the volume of oil production and refining in the world. The basic problems of development of the processing enterprises in Russia: low refining depth, insufficient, the old power. Installed weak links in the production chain the problem of the optimal use of the equipment in accordance with the defined basic approach to their management. With a total large study of the problem in it remain poorly lit areas relating to the practical use of level control equipment. The general recommendation to maximize the extensive and intensive load units is completely inadequate, and sometimes even in contradiction with the actual conditions of operation of process plants. The factors that determine the optimal daily performance of process plants. The model performance optimization settings of primary oil refining, catalytic cracking, catalytic reforming, which allows to increase the efficiency of the processing units of the net profit.

The synthesis of local models to model interconnected systems optimize the performance of the leading refinery, giving the opportunity to improve the efficiency of all production chains.

Keywords: refineries; refinery capacity; capacity of the plant; plant capacity; model optimization; plant efficiency; load management installation.

REFERENCES

1. Sadchikov I.A., Somov V.E., Balukova V.A. *Ekonomika neftegazovoy otrasli: Uchebnoe posobie dlya vuzov* / Pod red. prof. I.A. Sadchikova. – SPb: KhIMIZDAT, 2014. – 256 s.
2. Burenina, I.V. Rol' neftyanoy promyshlennosti v energeticheskoy strategii Rossii. / I.V. Burenina // *Elektronnyy nauchnyy zhurnal «Neftegazovoe delo»*. – 2011. - №6 – Rezhim dostupa: http://www.ogbus.ru/authors/Burenina/Burenina_2.pdf.
3. Gayfullina M.M., Protsenko T.L. Tekushchee sostoyanie i perspektivy razvitiya neftegazovogo kompleksa Rossii. // *Sovremennye tendentsii v ekonomike i finansakh mezhvuzovskiy sbornik nauchnykh trudov po materialam II Vserossiyskoy zaochnoy nauchno-prakticheskoy Internet-konferentsii. Ministerstvo obrazovaniya i nauki Rossiyskoy Federatsii, FGBOU VPO "Ufimskiy gosudarstvennyy neftyanoy tekhnicheskoy universitet"*; pod obshchey redaktsiey: L.I. Vanchukhinoy, Yu.A. Frolova. 2012. S. 186-188.
4. Evtushenko E.V. *Ekonomika neftepererabatyvayushchey i neftekhimicheskoy promyshlennosti*. - Federal'noe agentstvo po obrazovaniyu RF, Ufimskiy gos. neftyanoy tekhnicheskoy un-t. Ufa, 2007. Ser. Biblioteka neftegazovogo dela
5. *Energeticheskaya strategiya Rossii na period do 2030 g.* // *Energeticheskaya strategiya Rossii na period do 2030 goda. Utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva RF ot 13 noyabrya 2009 g. №1715 – r.*
6. Balukova, V.A. *Metody povysheniya effektivnosti razvitiya neftepererabatyvayushchikh predpriyatiy na osnove kognitivnogo podkhoda: dis. ... kandidata ekonomicheskikh nauk : 08.00.05.* / Balukova Viktoriya Andreevna. – Sankt - Peterburg, 2012. – 174 s.
7. Gavrilovskaya, S.P. *Optimizatsiya zatrat na predpriyatiyakh neftepererabotki: dis. ... kandidata ekonomicheskikh nauk: 08.00.05* / Gavrilovskaya Svetlana Petrovna. – Belgorod, 2010 g. – 194 s.
8. Korzhubaev, A.G., Eder, L.V., Sokolova, I.A. *Glubokaya pererabotka uglevodorodnogo syr'ya – vazhnoe napravlenie tekhnologicheskogo razvitiya NGK Rossii* / A.G. Korzhubaev, L.V. Eder, I.A. Sokolova // *Problemy ekonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom*. – 2009. – №7. – S. 17 – 21.
9. Zats A.S. *Vzaimodeystvie faktorov, opredelyayushchikh optimal'nyuyu proizvoditel'nost' tekhnologicheskikh ustanovok NPZ: Dis. ... kand. ekon. nauk: 08.00.05: Ufa, 1997 144 s. RGB OD, 61:98-8/194-5.*