

УДК 339.4:665.5

Е.Е. МАЛЯРЕНКО (Институт общей энергетики НАН Украины, Киев)

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И ОСОБЕННОСТЕЙ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УКРАИНЫ

Приведены данные по энергопотреблению на основные процессы нефтепереработки, влияние на величину удельных затрат уровня загрузки предприятий и проанализированы факторы, влияющие на энергопотребление в отрасли.

Нефтеперерабатывающая промышленность занимает особое место в экономике страны, обеспечивая работу транспортного сектора, нефтехимической промышленности, сельского хозяйства, энергетики.

Потребность Украины в нефтепродуктах в 2000 году составила 13,3 млн т у. т. [1]. В нашей стране функционирует шесть нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) и два завода по производству технических масел и смазок. Крупнейшими являются Лисичанский и Кременчугский НПЗ.

Кременчугский завод имеет наиболее полный цикл переработки нефти. Производит моторное (бензины, дизтопливо, керосины) и котельно-печное топливо, выпускает продукты нефтехимии (бензол, толуол) и широкий спектр индустриальных и моторных масел, смазки промышленного и транспортного назначения, дорожный битум и асфальт.

Лисичанский НПЗ, кроме моторного и котельно-печного топлив, выпускает нефтехимическую продукцию: этилен, пропилен, бензол, сырьё для производства технического углерода.

Одесский, Херсонский, Надвирнянский и Дрогобычский НПЗ – старые, небольшой мощности, но каждый из них имеет свою специфику по выпускаемой продукции. Дрогобычский НПЗ спроектирован для переработки нефти с выделением из неё парафинов, идущих в целлюлозно-бумажную промышленность. Надвирнянский НПЗ поставляет сырьё для нефтехимического предприятия "Ориана" (Калуш). Одесский НПЗ имеет удобное расположения для принятия нефти морским путём, производит флотский мазут для судовых двигателей и авиационный керосин.

Основными технологическими процессами переработки нефти являются первичная перегонка, которую проходит вся поступающая на завод нефть, каталитический риформинг – основной процесс для получения бензина, каталитический крекинг (Кременчугский и Лисичанский НПЗ), термический крекинг (Дрогобычский НПЗ), гидроочистка керосинового и дизельного топлива (Кременчугский, Лисичанский, Одесский), коксование (Надвирнянский, Херсонский), произ-

водство масел и смазок (Кременчугский), битума (Кременчугский, Херсонский, Дрогобычский), депарафинизация (Кременчугский, Дрогобычский), производство серы (Кременчугский, Лисичанский), риформинг ароматических углеводородов (Кременчугский), производство этилена и пропилена (Лисичанский).

На нефтеперерабатывающие заводы Украины поступают и перерабатываются такие сорта нефти: украинская малосернистая (содержание серы до 0,6%), российская экспортная смесь URALS (серы до 1,8%), татарская нефть (серы до 3,5%), казахстанская [2]. Выход бензинов из украинской нефти составляет 26%, из российской – 13,2%.

Фракционный состав нефти определяет цепочку технологических процессов и выход готовых продуктов, а это, в свою очередь, энергозатраты на их производство. Каждый завод проектировался для переработки нефти определённого качества. К сожалению, в условиях дефицита сырья этот фактор не всегда соблюдается, что приводит к простою незадействованных установок.

Глубина переработки нефти на украинских НПЗ в среднем составляет 63% (на лучших зарубежных заводах – 90%) [1, 3]. Расширение процессов углублённой переработки нефти приводит к повышению потребления энергоресурсов, но увеличивает выход светлых нефтепродуктов.

Ныне отрасль переживает период качественной перестройки, связанной с модернизацией технологических установок. Компании-владельцы развивают предприятия по собственной стратегии развития и финансовыми возможностями. На заводах частично ликвидированы физически изношенные и морально устаревшие установки. Общая производительность заводов в 1990 году составляла 59 млн т нефти, в 2000-м – 52 млн т. Планируется ликвидация устаревшего оборудования суммарной мощностью 8,5 млн т [2].

Рентабельность нефтеперерабатывающих заводов теснейшим образом зависит от эффективности схемы энергоснабжения заводов. Затраты энергии и схемы энергоснабжения зависят от профиля завода и принятой технологической схемы переработки нефти, состава установок и

комбинирования отдельных процессов. Наибольшая экономия энергозатрат достигается при энергоснабжении по непрерывной жёсткой схеме, которая возможна только при чёткой организации подачи сырья и энергии.

В 1990-1995 гг. начавшийся после развала единого народнохозяйственного комплекса СССР энергетический кризис и полная зависимость от экспорта сырья привели к резкому снижению объёмов переработки нефти (таб. 1), недогрузке производственных мощностей (табл. 2). Это привело к перерасходу удельных затрат энергоресурсов на тонну перерабатываемой нефти и сказалось на росте цен на все виды нефтяного топлива [3, 4].

Таблица 1. Объёмы переработки нефти, млн т

НПЗ	1990	1991	1992	1993	1994	1998	2000
Кременчуг	17,2	16,7	13,2	10,1	9,1	6,1	2,3
Лисичанск	21,3	19,6	10,4	6,4	4,8	1,7	2,4
Херсон	8,2	7,6	5,6	2,3	1,6	1,2	1,3
Одесса	3,8	3,5	3,4	1,4	1,3	2,0	1,3
Дрогобыч	3,2	3,3	2,9	1,3	1,3	0,7	0,3
Надвирня	2,9	2,0	2,0	1,4	1,0	0,9	0,7
Львов	2,4	2,5	2,3	1,2	1,1	-	-
Всего	59,0	54,6	38,3	21,2	20,3	13,4	9,1

Наиболее обеспеченными сырьём, относительно проектной мощности, являются Одесский НПЗ, принадлежащий фирме "Лукойл", а также "Нафтохимик Прикарпаття" (Надвирня). Остальные заводы в 2000 году работали менее чем на 20% от установленной мощности (таблица 2). 2001 год стал переломным в развитии отрасли. В целом, на украинских НПЗ было переработано 15385,5 тыс. т нефти, или на 81,3% больше по сравнению с 2000 годом [5]. За первое полугодие 2002 года переработано 10037,3 тыс. т нефти, а загрузка производственных мощностей в среднем по отрасли составила 38,8% [6].

Таблица 2. Структура загрузки нефтеперерабатывающих заводов сырьём относительно 1990 года, %

НПЗ	1990	1991	1992	1993	1994	1998	2000
Кременчуг	100	97	77	59	53	35	13
Лисичанск	100	92	49	30	22,5	8	11
Херсон	100	93	68	28	19,5	15	16
Одесса	100	92	89	37	34	53	34
Дрогобыч	100	103	91	41	41	22	9
Надвирня	100	69	69	48	34	41	24
Львов	100	104	96	50	46	-	-
Всего	100	92,5	65	36	34	23	15

Процессы нефтепереработки протекают в зоне высоких температур – от 300 до 700°C, для создания которых затрачивается значительное количество энергии. Структура потребления энергоресурсов в нефтеперерабатывающей промышленности представлена в таблице 3.

Таблица 3. Структура потребления энергоресурсов в нефтеперерабатывающей промышленности, %

Показатели	1990	1995	2000
Всего первичных энергоресурсов	100	100	100
в том числе:			
топливо	70,3	65,2	69,0
электроэнергия	12,6	20,7	22,0
теплоэнергия, полученная со стороны	17,1	14,1	9,0

Наибольшую долю первичных энергоресурсов составляет топливо, в качестве которого используются нефтяные остатки, нефтезаводской и природный газы. Топливо расходуется на подогрев нефти и нефтяного сырья (прямое топливо) в печах технологических установок, а также для производства водяного пара различных параметров и горячей воды для технологических нужд. В балансе топлива на нефтеперерабатывающих заводах расход прямого топлива составляет не менее 53-55% [7]. Основными потребителями топлива на нефтеперерабатывающих заводах являются печи технологических установок, ТЭЦ, котельные установки, пароперегреватели.

Электроэнергия на НПЗ используется для привода насосов (перекачка сырьевых и продуктовых потоков, подача охлаждающей воды), компрессоров, турбовоздуходувов, вентиляторов, дымососов, эксгаустеров. Значительное её количество требуется для электрифицированной арматуры и средств контроля и автоматики, а также для освещения. Крупными потребителями электроэнергии являются блоки оборотного водоснабжения, очистные сооружения, механо-ремонтные базы. Электрическая нагрузка на заводах распределяется примерно следующим образом [7]:

Технологические установки	40%
Сырьевые, промежуточные и товарные парки	15%
Водоснабжение и канализация	22%
Подсобно-вспомогательные объекты	15%
Освещение	8%

Рост потребления электроэнергии на 9,4% (таблица 3) связан с увеличением числа аппаратов воздушного охлаждения с электрическими вентиляторами, электрифицированной запорной

арматуры, увеличением числа очистных сооружений, оснащением заводов автоматизированными системами управления с использованием управляющих электронно-вычислительных машин. Котлы-утилизаторы, тепловые насосы, холодильные установки, компрессоры для сжатия уходящих газов и другие агрегаты, экономящие тепловую, потребляют электрическую энергию [7].

Тепловая энергия выделяется при сжигании топлива, а также с водяным паром различных параметров. Водяной пар под давлением от 0,3 до 3 МПа и температурой от состояния насыщения до 400°C используется в технологических процессах как компонент сырья (для снижения вязкости), для подогрева нефти и нефтепродуктов, поддержания требуемой температуры в реакционных и массообменных аппаратах, распыления мазутного топлива при сжигании в печах. Для технологии переработки нефти и нефтяного сырья характерна смена процессов подвода и отвода тепловой энергии. Вследствие неполного использования её потенциала, содержащегося в горячих потоках газов, паров, дистиллятов, отходящих дымовых газах, горячей воде и в отработанном паре, выделяются вторичные тепловые энергоресурсы (ВЭР), которые могут быть использованы для производства электроэнергии и тепла для других потребителей.

На многих технологических установках за счёт использования тепла горячих потоков в котлах-утилизаторах вырабатывается пар и горячая вода, потребляемые на собственные нужды. Это позволяет сократить расход пара от ТЭЦ или котельной и, следовательно, уменьшить расход топлива. Структура потребления пара по технологическим процессам переработки нефти следующая (по данным Госкомэнергосбережения):

Первичная переработка	61%
Каталитический крекинг	12,2%
Каталитический риформинг	9,7%
Коксование	5,3%
Гидроочистка	6,3%
Производство масел	5,5%

Анализируя структуру энергопотребления (таблица 3), можно заметить, что при практически неизменной доле потребления топлива, за последнее десятилетие снизилось на 8,1% потребление теплоэнергии от сторонних ТЭЦ, а также снизилась выработка теплоэнергии за счёт ВЭР в два раза с 1990-го по 1995 год, хотя за последние пять лет выросла в полтора раза. В целом за десять лет выработка тепла за счёт ВЭР снизилась на 25% (таблица 4 – по данным формы №11-МТП).

Таблица 4. Доля тепловых ВЭР в покрытии тепловой нагрузки НПЗ

Год	Общее потребление теплоэнергии, Гкал	Выработка теплоэнергии за счёт ВЭР, Гкал	Доля тепловых ВЭР от общего теплопотребления, %
1990	31866993	3864570	12,0
1996	2819869	208658	7,4
1997	2302428	122220	5,3
1998	2950466	344491	11,7
1999	2732396	207559	7,6
2000	2554572	239432	9,4

За 1990-2000 гг. произошло повышение в два раза удельных расходов энергоресурсов на переработку нефти (таблица 5) при снижении объёмов переработки в 6,5 раза (с 59 до 9,1 млн т). При этом на первичную переработку удельные расходы энергоресурсов выросли в 1,8 раза [1, 3, 4, 8]. Особенно заметным был скачок удельных расходов энергоресурсов с 1990-го по 1995 год – в 1,75 раза на переработку нефти в целом, в 1,9 – на первичную переработку (при снижении объёма переработки с 59 до 16,9 млн т, или в 3,5 раза). В 1998 году (объём переработки – 13,4 млн т) произошло увеличение удельных расходов топлива на 1,04% и электроэнергии на 1,03% по сравнению с 1995 годом. При этом снизился удельный расход теплоэнергии на 15%, что может быть обусловлено более высокой долей выработки теплоэнергии за счёт ВЭР (11,7%). Для сравнения (таблица 4), эта доля очень близка к уровню 1990 года и является наибольшей за последние пять лет. Удельные затраты энергоресурсов в 1998 году в целом снизились на 2% относительно 1995-го, но выросли в 1,73 раза (по сравнению с 1990-м). 2000 год характеризуется повышением удельных расходов энергоресурсов всех видов:

	относительно уровня	
	1995 год, %	1990 год, %
топлива	113,0	172,0
теплоэнергии	100,4	212,7
электроэнергии	135,0	275,4

В процессе первичной переработки нефти заметно снижение удельных расходов топлива в 1998-2000 гг. на 4% относительно значений 1995 года. При этом относительно 1990 года (базового) удельные расходы топлива превышали базовые показатели в 1995 году в 1,64 раза, в 1998-2000 гг. – в 1,58 раза.

Удельные расходы теплоэнергии превысили базовые показатели в 1995 году в 2,3 раза, в 1998

Таблица 5. Удельные расходы энергоресурсов на основные процессы нефтепереработки, ед. измер./т нефти

Технологический процесс	Вид прямых энергозатрат	Удельные расходы энергоресурсов (прямых энергозатрат)			
		1990	1995	1998	2000
Переработка нефти – всего	Топливо, кг у.т.	46,3	70,2	73,0	79,5
В том числе:	Теплоэнергия, Мкал	92,1	195,1	166,3	195,9
	Электроэнергия, кВт.ч	27,3	55,7	57,3	75,2
	Всего, кг у.т.	71,2	124,8	123,1	142,6
первичная переработка нефти	Топливо, кг у.т.	26,8	43,9	42,4	42,3
	Теплоэнергия, Мкал	59,4	136,5	104,5	118
	Электроэнергия, кВт.ч	12,0	25,8	25,3	26,9
	Всего, кг у.т.	41,0	77,3	70,0	73,4
каталитический риформинг	Топливо, кг у.т.	102,7	–	135,5	–
	Теплоэнергия, Мкал	104,0	–	131,3	–
	Электроэнергия, кВт.ч	62,5	–	97,5	–
	Всего, кг у.т.	141,7	–	191,2	–
каталитический крекинг	Топливо, кг у.т.	70,2	–	70,0	–
	Теплоэнергия, Мкал	132,7	–	220,7	–
	Электроэнергия, кВт.ч	87,9	–	112,0	–
	Всего, кг у.т.	122,8	–	149,7	–
гидроочистка	Топливо, кг у.т.	20,2	–	29,1	–
	Теплоэнергия, Мкал	27,5	–	65,8	–
	Электроэнергия, кВт.ч	14,3	–	27,0	–
	Всего, кг у.т.	29,7	–	50,5	–
коксование	Топливо, кг у.т.	67,6	–	146,9	–
	Теплоэнергия, Мкал	185,1	–	250,4	–
	Электроэнергия, кВт.ч	24,5	–	24,7	–
	Всего, кг у.т.	107,2	–	200,0	–
производство масел	Топливо, кг у.т.	275,9	–	531,4	–
	Теплоэнергия, Мкал	752,9	–	1099,1	–
	Электроэнергия, кВт.ч	329,6	–	758,3	–
	Всего, кг у.т.	516,3	–	1008,6	–

году – 1,76 раза, в 2000-м – 1,98 раза. Удельные расходы электроэнергии в 1995 году выросли в 2,15 раза, в 1998-м – в 2,1 раза, в 2000-м – в 2,24 раза относительно уровня 1990 года. На протяжении последних пяти лет удельные расходы энергоресурсов были более стабильными.

На вторичные процессы переработки нефти с 1990-го по 1998 год удельные энергозатраты увеличились в 1,3 раза на риформинг, в 1,2 раза на каталитический крекинг, в 1,7 раза на гидроочистку дизельной и керосиновой фракций, в 1,9 раза на коксование тяжёлых нефтяных остатков и производство масел.

Такой рост энергоёмкости связан с резким снижением объёмов переработки нефти – в 6,5 раза по сравнению с 1990 годом и в 1,9 раза по

сравнению с 1995-м. Загрузка заводов сырьём относительно 1990 года (59 млн т нефти) снизилась на 71% в 1995 году (16,9 млн т нефти) и на 85% в 2000-м (9,1 млн т нефти).

Таким образом, можно выделить несколько факторов, влияющих на энергопотребление заводов:

- соответствие физико-химических свойств нефти, перерабатываемой на заводах, которые влияют на выход светлых нефтепродуктов;

- соответствие объёма переработки нефти установленной производительности по переработке сырья, поскольку недогрузка оборудования значительно повышает удельные расходы энергоресурсов;

- для предотвращения простоев необходимо

иметь 90-суточный запас нефти, аналогично имеющимся за рубежом [11].

– глубина переработки нефти является повышающим фактором в величине энергозатрат, но увеличение выхода светлых нефтепродуктов, сокращение использования мазута и нефтеслабогаза в качестве топлива для заводских ТЭЦ и

котельных заставит заводы применять для энергетических целей более дешёвые отходы производства (водно-мазутные и водно-гудроновые эмульсии в качестве котельно-печного топлива, отходящие газы технологических установок для производства электроэнергии и тепла в утилизационных и газотурбинных установках) [7, 9, 10].

1. Держкомстат України. Статистичний щорічник України 2000. – К.: Техніка, 2001. – 298 с.
2. Центр Разумкова. Проект УЦЕПД. Концепція державної енергетичної політики України на період до 2020 року // Національна безпека і оборона. – 2001. – №2. – С. 2-47.
3. Щорічна доповідь Президента України Верховній Раді. 2002.
4. Міжнародне агентство з енергетики. Енергетична політика України. Огляд 1996.
5. Інтерфакс-Україна. НПЗ нарацівають виробництво // ТЭК. – 2002. – №7 (43). – С. 66.
6. Сомов А. Больше, больше, ещё больше // ТЭК. – 2002. – №7 (43). – С. 62-65.
7. Степанов А.В., Горюнов В.С. Ресурсосберегающая технология переработки нефти. – К: Наукова думка, 1993. – 269 с.
8. Паливно-енергетичний комплекс України на порозі третього тисячоліття. Під заг. ред. Шидловського А.К., Ковалка М.П. – К: Українські енциклопедичні знання, 2001. – 400 с.
9. Кухарь В.П., Степанов А.В. Нефтеперерабатывающая промышленность – важная составляющая энергетической безопасности // Збірник праць. Міжнародна конференція "Енергетична безпека Європи. Погляд у XXI століття". 22-25 травня 2001, Київ. – К: Українські енциклопедичні знання, 2001. – С. 54-56.
10. Хилько С.Л., Тітов Є.В. Котельне паливо з важких та надважких фракцій нафтопереробки // Нафтова і газова промисловість. – 2001. – №2. – С. 56-57.
11. Бурлака Г. Нафтопереробна промисловість України: стан і перспективи // Економіка України. – 2000. – №7, с. 20-24.