

## ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЪЕКТОВ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ

Е.С. Таран\*, А.В. Ленкова\*\*

\* Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.  
Россия, Саратов

\*\* Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.  
Россия, Саратов, [lenkova\\_av@rambler.ru](mailto:lenkova_av@rambler.ru)

*Аннотация:* Предложена система энергообеспечения объекта первичной переработки нефти с утилизацией горючих отходов и стоков. Рассмотрена установка ЭЛОУ-АВТ, определены основные ее недостатки и пути повышения эффективности. На основании анализа разработана ресурсосберегающая схема энергообеспечения этих объектов, позволяющая вырабатывать собственную электроэнергию и организовать практически замкнутые циклы по водопотреблению/водоотведению.

*Ключевые слова:* электролитическое обессоливание, первичная и вторичная ректификация, неконденсирующиеся газы разложения, промышленные стоки.

## ENERGY EFFICIENCY OF FACILITIES OF PRIMARY OIL REFINING

E.S. Taran\*, A.V. Lenkova\*\*

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov  
Russian Federation, Saratov

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov  
Russian Federation, Saratov, [lenkova\\_av@rambler.ru](mailto:lenkova_av@rambler.ru)

*Abstract:* A system of energy supply of facilities of primary oil refining with recovering combustible wastes is given. CDU-AVT is considered. The significant problems of the object are given. The ways of energy efficiency are defined. The resource-saving scheme is developed on the base of system analysis. This is allows generate electricity and create closed cycle of water supply.

*Keywords:* electrolytic desalination, atmospheric distillation, vacuum distillation, non-condensable gases, wastewater.

Нефтеперерабатывающие предприятия являются крупными потребителями топлива и энергии на собственные нужды. В их энергетическом балансе на долю прямого топлива приходится 43-45%, тепловой и электрической энергии – 40-42% и 13-15% соответственно. На всех предприятиях по переработке углеводородного сырья (УВС) придается особое значение рациональному использованию сырьевых и энергетических ресурсов (ЭР), сокращению производственных потерь. Значительные потери УВС и товарных продуктов, негативная тенденция увеличения удельного потребления ЭР на собственные технологические нужды приводят к повышению себестоимости продукции и снижению общей эффективности предприятия.

Одним из приоритетных направлений повышения конкурентоспособности отечественных предприятий нефтепереработки является энергосбережение на установках первичной переработки нефти (ЭЛОУ – электролитическое обессоливание нефти, первичная и вторичная ректификация – АТ, ВТ), где расходуется больше половины от общего потребления топлива на предприятии. Перечисленные процессы осуществляются как на отдельных установках первичной переработки нефти так и на комбинированных установках ЭЛОУ-АТ, ЭЛОУ-АВТ, ЭЛОУ-АВТ - вторичная перегонка и т.д. Диапазон мощностей по перерабатываемому сырью перечисленных установок лежит в широком диапазоне от 0,5 до 8 млн. т нефти в год, причем установки большей производительности характеризуются меньшим удельным потреблением на тонну перерабатываемого сырья. Установки первичной переработки нефти отличаются большим разнообразием технологических схем и широким ассортиментом получаемых фракций.

При выборе технологической схемы и режима переработки нефти руководствуются ее фракционным составом. Нефти с относительно невысоким содержанием бензиновых фракций и растворенных газообразных углеводородов перерабатывают на комбинированных установках ЭЛОУ-АВТ с трехкратным испарением. Оптимальная мощность головной установки АВТ, исходя из принятой оптимальной мощности нефтеперерабатывающего завода топливного профиля в 12 млн. т/год составляет 6 млн. т/год, что подтверждено технико-экономическими показателями и эксплуатационным опытом [1]. Материальный баланс ЭЛОУ-АВТ-6 рассчитанный по данным [2] приведен в таблице 1.

Таблица 1. Материальный баланс установки ЭЛОУ-АВТ-6

Наименование фракции	Расход		
	млн. т в год	кг/с	%
Сырая нефть	6	190,26	100
<b>1. Фракция C<sub>2</sub>-180 °C</b>	1,1478	36,4	19,13
Газ углеводородный C <sub>2</sub> -C <sub>4</sub>	0,0138	0,44	0,23
Сжиженная фракция углеводородов C <sub>2</sub> -C <sub>4</sub>	0,0678	2,15	1,13
Фракция C <sub>5</sub> -62 °C	0,1602	5,08	2,67
Фракция 62-105 °C	0,3768	11,95	6,28
Фракция 105-140 °C	0,2766	8,77	4,61
Фракция 140-180 °C	0,2526	8,01	4,21
<b>2. Дизельная фракция</b>	1,7322	54,93	28,87
Фракция 180-220 °C	0,4422	14,02	7,37
Фракция 220-280 °C	0,66	20,93	11,0
Фракция 280-350 °C	0,63	19,98	10,5
<b>3. Легкий вакуумный газойль</b>	0,072	2,28	1,2
<b>4. Широкая масляная фракция</b>	1,32	41,86	22
<b>5. Гудрон</b>	1,728	54,79	28,8

Удельное потребление ЭР на 1 т перерабатываемой нефти составляет [2, 3]:

топливо	48,43 кг у.т.
электроэнергия	10,4 кВт·ч
вода оборотная	4,3 м <sup>3</sup>
водяной пар (1,0 МПа)	49,1 кг (48 кг – собственная выработка)

Однако энергопотребление этих объектов может быть значительно снижено, за счет организационных и технических мероприятий, направленных на решение существующих проблем.

К известным недостаткам ЭЛОУ-АВТ можно отнести следующее: заниженные по сравнению с проектными показатели по температуре нагрева нефти на входе в атмосферную колонну и, следовательно, недобор легкого бензина в ней; завышенные энергозатраты на циркуляцию отбензиненной нефти при использовании способа регулирования температуры низа атмосферной колонны, посредством горячей струи через печь.

В рамках решения этих проблем и общего повышения эффективности процессов первичной перегонки на ряде предприятий переобвязаны теплообменники по сырью и теплоносителю с целью повышения температуры подогрева нефти на входе в атмосферную колонну. Внедряются и энергосберегающие технологии отбензинивания нефти, где часть поступающей в атмосферную колонну исходной обессоленной нефти нагревается в конвекционной камере печи (атмосферной или

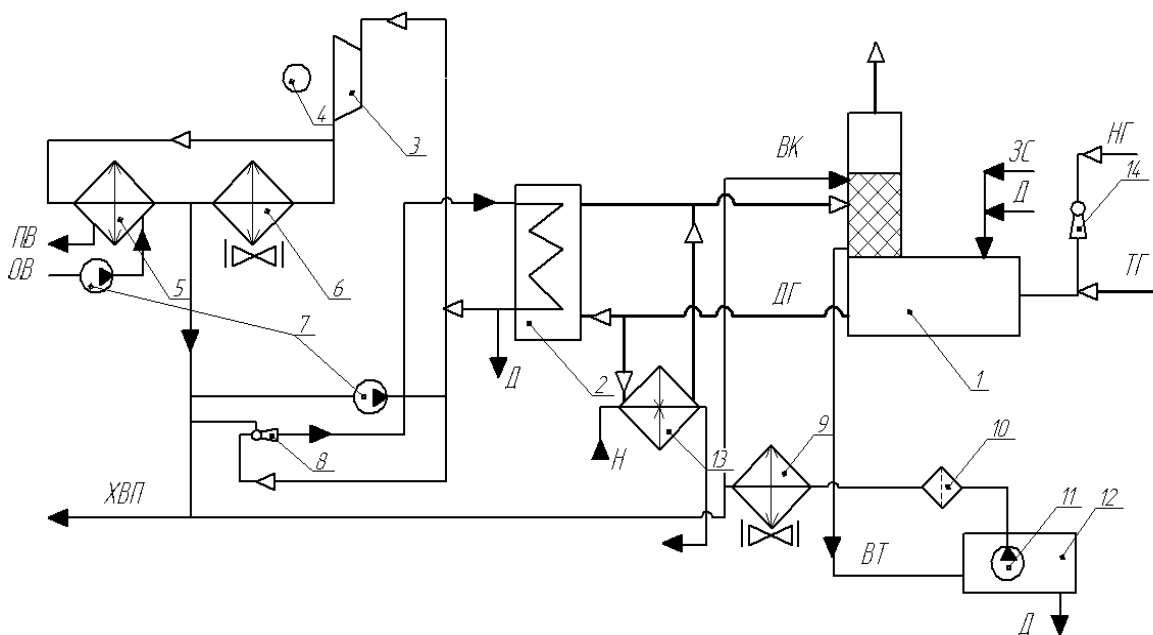
вакуумной) до 180 °С (вместо 205 °С) и подается вторым потоком в секцию питания, а в низ атмосферной колонны в качестве испаряющего агента подается водяной пар [1, 4]. Существуют и отдельные энергосберегающие мероприятия направленные на повышение эффективности блока вакуумной перегонки нефти на основании оптимизации используемого колонного оборудования [5]. Предусмотрен и ряд решений для повышения эффективности процессов частичного отбензинивания нефти со снижением удельного расхода топлива на перегонку нефти за счет оптимизации схемы теплообмена [6].

Не смотря на существующие мероприятия по повышению энергетической эффективности переработки нефти на установках ЭЛОУ-АТ, ЭЛОУ-АВТ их энергопотребление на собственные нужды остается на высоком уровне, значительно превышающем показатели аналогичных зарубежных установок.

На основании системного анализа установки ЭЛОУ-АВТ с использованием блочно-иерархичного принципа анализа сложных систем предложена эффективная, ресурсосберегающая схема энергообеспечения этих объектов [7]. В основе предлагаемой схемы (рис.1) лежит принцип комплексного использования ВЭР, не только тепловых высокотемпературных ВЭР и горючих газов, но и всего объема промышленных стоков и неконденсирующихся газов разложения, в том числе и сероводорода, которые в настоящее время выбрасываются в атмосферу. Схема предполагает также создание замкнутой системы водопользования, что позволит минимизировать потребление свежей воды и ограничить сброс сточных вод в водоемы.

Потенциал тепловой мощности нейтрализатора промстоков 1 достаточно велик, это обусловлено тем, что объекты первичной переработки нефти располагают значительным количеством загрязненных сточных вод, так при эксплуатации систем создания вакуума с помощью барометрических конденсаторов смешения на действующих АВТ с уходящей водой теряется до 0, 80-0,98% на перерабатываемую нефть дизельной и газойлевой фракции.

За счет термического обезвреживания в нейтрализаторе 1 промышленных стоков (дренажа, отсепарированной воды, воды промывки оборудования) повышается экологическая безопасность предприятия, поскольку исключается загрязнение гидросферы и литосферы при подземном захоронении промстоков. Снижение затрат на водоснабжение обеспечивается использованием конденсата водяных паров в качестве рабочего тела паросилового блока, теплоносителя системы теплоснабжения и исходной воды системы хозяйственного водоснабжения объекта.



**Оборудование:** 1 – нейтрализатор промстоков; 2 – парогенератор; 3 – паровая турбина; 4 – электрогенератор; 5 – теплообменник-конденсатор; 6 – конденсатор воздушного охлаждения; 7, 8, 11 – насосы: теплоснабжения и питательный, пароструйный, погружной; 9 – охладитель водяного конденсата; 10 – фильтр; 12 – емкость; 13 – теплообменник-подогреватель; 14 – эжектор газовый.

**Технологические потоки:** ЗС – загрязненные стоки; Д – дренаж; ТГ – топливный газ, НГ – неконденсирующиеся газы разложения, включающие в себя сероводород; ВК – водный конденсат; ВТ – вода техническая; ДГ – дымовые газы после нейтрализатора; ПВ, ОВ – прямая и обратная вода системы теплоснабжения; ХВП – вода на установку подготовки хозяйственной воды; Н – нефть.

Рис. 1. Система энергообеспечения ЭЛОУ-АВТ и утилизации горючих отходов и стоков

По предварительным расчетам применение предлагаемой схемы позволяет обеспечить выработку собственной электроэнергии в размере 20 тыс. МВт ч/год, водопотребление от внешнего источника сократиться на 85-87%, водоотведение 90-95%. Для установки производительностью 6 млн. т в год по сырой нефти индекс доходности после внедрения предложенных решений составит 3,8 руб./руб. при сроке окупаемости дополнительных капитальных затрат, не превышающем 4-х лет.

#### Библиографический список

1. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: Учебное пособие / С.А. Ахметов, Т.П. Сериков, И.Р. Кузеев, М.И. Баязитов; Под ред. С.А. Ахметова. СПб.: Недра, 2006. 868 с.
2. Справочник нефтепереработчика: Справочник / Под ред. Г.А. Ластовкина, Е.Д. Радченко, М.Г. Рудина. Л.: Химия, 1986. 648 с.
3. Ларин Е.А., Долотовский И.В., Долотовская Н.В. Энергетический комплекс газоперерабатывающих предприятий. Системный анализ, моделирование, нормирование. М.: Энергоатомиздат, 2008. 440 с.
4. Чуракова С.К., Нестеров И.Д., Богатых К.Ф. Сравнительный анализ энергозатрат на стадии частичного отбензинивания нефти при различных вариантах работы колонн К-1 установок АВТ // Башкирский химический журнал. 2009. Том 16 №4. С. 111 -114.
5. Раскулова Т.В., Зеленцова Т.М., Умнова Н.А., Раскулов Р.М. Техничко-экономическое обоснование реконструкции вакуумного блока установки ЭЛОУ-АВТ-6. // Вестник Ангарской государственной технической академии. 2011. №5. С. 20-26.
6. Пилюгин В.В., Нестеров И.Д., Чуракова С.К., Богатых К.Ф. Разработка и промышленная реализация энергосберегающей технологии частичного отбензинивания нефти в перекрестночной насадочной колонне на установках ЭЛОУ-АВТ и ЭЛОУ-АВТ-3 ОАО «Орскнефтеоргсинтез» // Башкирский химический журнал. 2009. Том 16. №2. С. 43-46.
7. Установка электро-тепло-водоснабжения; пат. 134993 РФ, МПК F01K 17/02. / Долотовский И.В., Ленкова А.В., Долотовская Н.В. – № 2013130457; заявл. 02.07.2013; опубл. 27.11.2013, Бюл. № 33.