

Энергосбережение на НПЗ

Утилизация тепла на установке атмосферной перегонки нефти

Анатолий Миркин
Георгий Яицких
Алексей Краснов
Вероника Яицких

Широкомасштабная реконструкция НПЗ, осуществляемая в России, приведет к многократному увеличению энергопотребления. Вместе с тем «бесхозное» тепло установок может быть конвертировано в электроэнергию. В статье представлена технология дополнительной утилизации тепла на установке атмосферной перегонки нефти.

Ключевые слова: нефтепереработка, тепловая энергия, электроэнергия, утилизация, градирня, теплообмен.

В последние годы в России проводится широкомасштабная реконструкция практически всех крупных и средних нефтеперерабатывающих заводов с целью организации производства современных нефтепродуктов, и в первую очередь моторных топлив — автобензинов, дизельных топлив, реактивных топлив.

Углубление переработки нефти, организация производства экологически чистых топлив требует многократного увеличения расхода различных видов энергии, в том числе электрической и тепловой.

Направления энергосбережения на НПЗ

Обеспечение дополнительными объемами электрической энергии НПЗ может быть реализовано двумя путями:

- наращиванием региональных (или заводских) генерирующих мощностей и энергосетей;
- реализацией организационно-технических мероприятий по снижению энергоемкости технологических установок и объектов общезаводского хозяйства (ОЗХ)

Обеспечение снабжения предприятий дополнительными объемами тепловой энергии осуществляется тремя путями:

Анатолий Миркин — к. т. н., генеральный директор ЗАО «ИПН» (Инженерно-промышленная нефтехимическая компания).

Георгий Яицких — к. т. н., заместитель генерального директора ИПН по развитию.

Алексей Краснов — ведущий инженер ИПН.

Вероника Яицких — старший инженер ИПН.

Область профессиональных интересов всех авторов — проектирование технологических установок и объектов общезаводского хозяйства НПЗ, ГПЗ, нефтехимических производств.

ENERGY CONSERVATION AT OIL REFINERIES HEAT RECOVERY AT ATMOSPHERIC DISTILLATION UNITS

The extensive modernization of oil refineries that is under way in Russia requires a considerable increase in energy consumption. But the surplus heat from refinery units can be converted into electricity. The article describes the technology for recycling heat from an atmospheric distillation unit.

Key words: oil refining, heat energy, electricity, recovery, cooling tower, heat exchange. Anatoly Mirkin, Georgy Yaitsikh, Alexei Krasnov, Veronika Yaitsikh

- увеличением мощности заводской котельной (паровые, водогрейные котлы);
- реализацией организационно-технических мероприятий по снижению энергоемкости технологических процессов и объектов ОЗХ;
- повышением степени утилизации неостребованной в настоящее время тепловой энергии (температуры потоков от +60°C и выше), образующейся в процессах переработки нефти.

При проектировании новых и реконструкции старых технологических установок в настоящее время широко применяются следующие основные методы энергосбережения:

- новые технологические печи оснащаются узлами предварительного нагрева воздуха и топливного газа, что позволяет повысить КПД до 92% и снизить расход топлива;
- увеличиваются поверхности рекуперативных теплообменников, оптимизируются схемы тепловых потоков, что позволяет увеличить степень рекуперации тепла в рамках технологической установки, а также позволяет уменьшить расход топлива;
- широко применяются экономичные источники освещения.

Значительный вклад в снижение потребления электроэнергии вносят системы частотного регулирования

ния электроприводов насосов, вентиляторов и т. п.

В то же время заслуживает особого внимания определенный «резерв» тепловой энергии, который сегодня мало используется. Это потоки нефтепродуктов (и полупродуктов), выводимые из технологических установок в резервуарные парки. Большие объемы тепла безвозвратно теряются также при охлаждении потоков «острого» орошения, подаваемого в верхнюю часть ректификационных колонн.

Как правило, температуры таких потоков находятся в пределах 80...160°C.

Часть этого тепла может найти применение для получения горячей воды (при использовании дополни-

тельных рекуперативных теплообменников) на производственные и бытовые нужды. Однако на практике почти все тепло «развеивается по ветру» посредством воздушных холодильников и водяных градирен. При этом также расходуется значительное количество электроэнергии и воды и других необходимых ресурсов.

Утилизация «бесхозного» тепла

«Бесхозное» тепло нефтеперерабатывающих установок может быть конвертировано в электрическую энергию.

В качестве примера может быть рассмотрена дополнительная (по отношению к традиционной) утилизация тепла на установ-

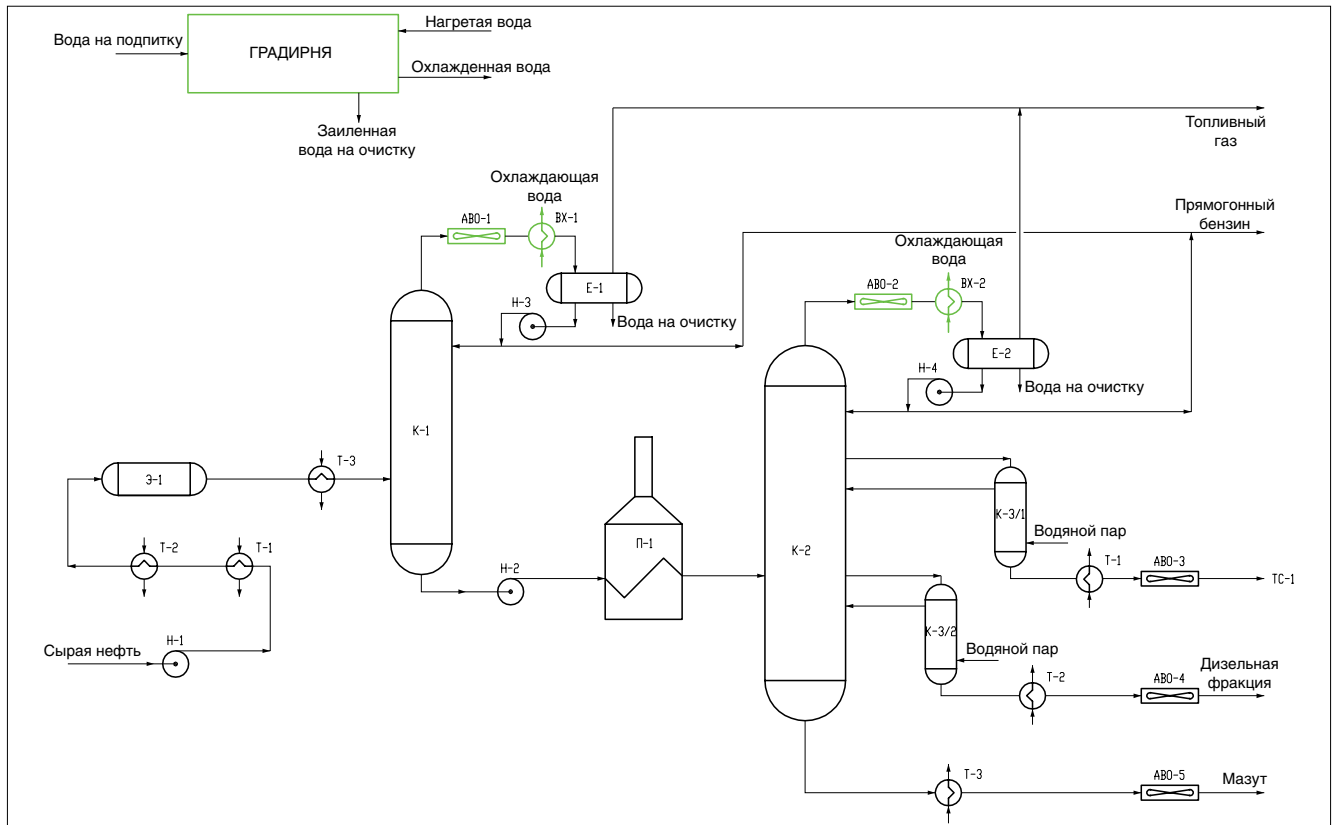
ке атмосферной перегонки нефти (ЭЛОУ-АТ).

Типовая принципиальная (упрощенная) технологическая схема установки ЭЛОУ-АТ представлена на рисунке 1.

Рекуперация тепла на установке осуществляется в теплообменниках Т-1, Т-2, Т-3 путем последовательного нагрева нефти потоками керосина, дизельного топлива, мазута. Окончательное охлаждение потоков керосина, дизтоплива (до 40...50°C) и мазута (до 60...95°C) осуществляется посредством воздушных холодильников АВО-3, АВО-4, АВО-5. Разница температур потоков (вход/выход АВО) здесь составляет до 100°C. Это тепло выбрасывается в атмосферу, при этом расходуется значительное количество элек-

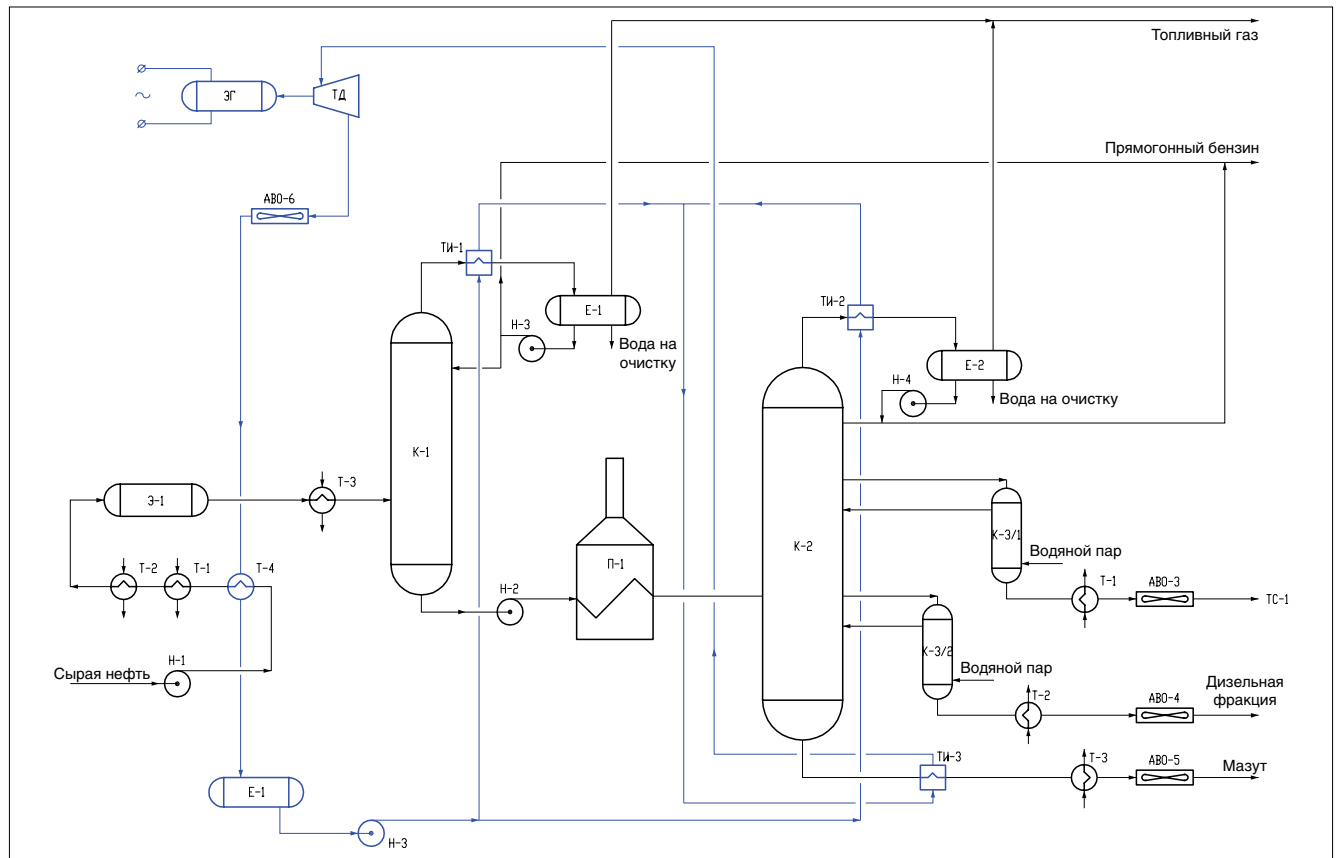
Рисунок 1

Принципиальная схема типовой установки ЭЛОУ-АТ



Э-1 — электродегидратор нефти; К-1 — отбензинивающая колонна; К-2 — основная ректификационная колонна; К-3/1 — отпарная колонна керосиновой фракции; К-3/2 — отпарная колонна дизельной фракции; П-1 — печь; Н-1, Н-2, Н-3, Н-4 — насосы; Е-1 — рефлюксная емкость К-1; Е-2 — рефлюксная емкость К-2; Т-1 — теплообменник нефть/керосин; Т-2 — теплообменник нефть/дизтопливо; Т-3 — теплообменник нефть/мазут; АВО-1 — аппарат воздушного охлаждения бензиновых фракций из К-1; ВХ-1 — водяной холодильник бензиновых фракций из К-1; АВО-2 — аппарат воздушного охлаждения бензиновых фракций из К-2; ВХ-2 — водяной холодильник бензиновых фракций из К-2; АВО-3 — аппарат воздушного охлаждения керосиновых фракций; АВО-4 — аппарат воздушного охлаждения дизельных фракций; АВО-5 — аппарат воздушного охлаждения мазута.

Рисунок 2
Принципиальная схема установки ЭЛОУ-АТ с регенерацией электроэнергии



Е-1 — емкость-сборник н-бутана; Н-3 — насос подачи жидкого н-бутана; ТИ-1, ТИ-2, ТИ-3 — теплообменники-испарители; ТД — турбодетандер; ЭГ — генератор электроэнергии; АВО-6 — аппарат воздушного охлаждения н-бутана. Остальные обозначения — см. рис. 1

троэнергии на привод вентиляторов АВО.

Из верхней части колонн К-1 и К-2 выводятся пары бензина (а также C_3 - C_4 углеводороды) с температурами 120...160°C, охлаждаются в воздушных холодильниках АВО-1, АВО-2, затем доохлаждаются до температуры 30...45°C в водяных холодильниках. Обратная вода охлаждается в градирне, где теряется не только тепло, но и вода (до 2% от потока). При этом расходуется значительное количество электроэнергии на привод циркуляционных насосов и вентиляторов.

Альтернативный вариант теплообмена установки ЭЛОУ-АТ представлен на рисунке 2.

Нормальный бутан в жидком состоянии насосом Н-3 прокачивается через теплообменники-испа-

рители ТИ-1 и ТИ-2, затем образовавшиеся пары перегреваются в ТИ-3 и направляются в турбодетандер ТД, который вращает генератор ЭГ, производящий электрическую энергию.

Отработанные пары бутана при пониженных давлении и температуре доохлаждаются сначала в АВО-6, а затем в Т-4 происходит их конденсация потоком холодной нефти.

Необходимо отметить, что принципиальная упрощенная схема ЭЛОУ-АТ, представленная на рисунке 2, носит демонстрационный характер. При реконструкции конкретной технологической установки — ЭЛОУ-АТ, ЭЛОУ-АВТ, риформинга бензина, изомеризации пентан-гексановой фракции, крекинга и других технологи-

ческих установок нефте- и газопереработки — схема теплообмена будет адаптирована к конкретным условиям.

Оценка эффекта практического применения

Для иллюстрации преимуществ вышеописанного способа утилизации «бросового» тепла и конверсии его в электрическую энергию была разработана конкретная схема теплообмена для двух технологических установок ЭЛОУ-АТ мощностью по 2,5 млн т в год одного из нефтеперерабатывающих заводов юга России.

В настоящее время для нормативного охлаждения товарных нефтепродуктов (прямогонный бензин, реактивное топливо ТС-1, прямогонное дизельное топливо, мазут)

Таблица 1

Технико-экономические показатели схем охлаждения нефтепродуктов двух установок ЭЛОУ-АТ мощностью по 2,5 млн т нефти в год

Показатель	Существующая схема	Альтернативный вариант
Капиталовложения, млн руб.	400,00	400,00
Потребление электроэнергии, кВт	1000	-
Производство электроэнергии, кВт	-	2000
Потребление воды, м ³ /ч	До 48,0	-
Необходимая площадь для размещения оборудования, тыс. м ²	4,5	0,4 в рамках технологической установки
Затраты на приобретение химвеществ, млн руб. в год	2,2	-
Затраты на электроэнергию, млн руб. в год	35,04	-
Прибыль от реализации электроэнергии, млн руб. в год	-	70,08

на НПЗ построен блок оборотного водоснабжения (БОВ) производительностью по воде 2000 м³/час.

Для функционирования БОВ используются дорогостоящие реагенты:

- ингибитор коррозии и солеотложений — до 15 т в год;
- биоцид и биодиспергатор — до 7 т в год.

Суммарная потребляемая мощность электроприемников блока оборотного водоснабжения — до 1000 кВт.

Расход технической воды на восполнение потерь — до 48 м³/час.

Занимаемая под системы БОВ площадь — около 4,5 тыс. м².

Капиталовложения в строительство градирни, насосной оборотного водоснабжения, вспомогательных систем, трубопроводов охлажденной и нагретой воды оцениваются до 400 млн руб.

Альтернативный вариант охлаждения товарных нефтепродуктов на выходе одной из технологических установок может быть реализован при затратах ориентировочно 200 млн руб.

При техническом перевооружении установки необходимо:

- приобретение и монтаж емкости Е-1 V = 10...20 м³;
- приобретение и монтаж насоса Н-3 (с резервом) производительностью до 200 м³/ч;

- установка дополнительного теплообменника Т-4;
- замена АВО-1 и АВО-2 на теплообменники-испарители ТИ-1 и ТИ-2;
- установка АВО-6, ТИ-3, турбодетандера и генератора электроэнергии.

Соответственно, для двух технологических установок затраты могут составить до 400 млн руб.

В таблице 1 даны основные технико-экономические показатели представленных выше вариантов схем охлаждения нефтепродуктов на двух установках ЭЛОУ-АТ мощностью по 2,5 млн т нефти в год.

Из таблицы видно, что в случае реконструкции старых установок (в частности, по мере физического износа оборудования) при практически одинаковых затратах можно получить дополнительно около 3 МВт электроэнергии, не сжигая ни грамма горючего, что эквивалентно 105 млн руб в год дополнительной прибыли.

Заключение

При строительстве новых технологических установок как первичной переработки нефти, так и установок нефтехимических производств, целесообразно максимально заменять традиционное оборудование, обеспечивающее охлаждение готовой продукции, на комплекты обо-

рудования, позволяющие производить электроэнергию из «бросового» тепла.

Необходимо также отметить, что предложенный способ утилизации тепла в значительной степени решает проблему образовавшегося в последние годы во многих регионах России дефицита электроэнергии.

Генерация электроэнергии по предложенному способу отчасти решает и вопросы защиты воздушного бассейна от загрязнений, так как при производстве, например, 3 МВт электроэнергии удается избежать сжигания около 6,5 тыс. т углеводородного топлива в год, и, следовательно, уменьшить выплаты за загрязнение воздуха.

Предлагаемая технология позволяет экономить около 200...300 тыс. м³ воды в год, а также снизить нагрузку на заводские очистные сооружения и затраты на очистку заилненной воды с градирни.

С учетом вышеизложенного следует подчеркнуть, что экономический эффект при внедрении новой системы теплообмена с генерацией электроэнергии на двух установках ЭЛОУ-АТ общей мощностью 5 млн т перерабатываемой нефти в год может достигать 150 млн руб ежегодно. 💧

Литература

1. М. И. Гринман, В. А. Фомин, Перспективы применения энергетических установок с низкокислородными телами//электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы», № 2, февраль 2011 г.
2. М. А. Готовский, М. И. Гринман, В. А. Фомин, В. К. Арефьев, А. А. Григорьев. Использование комбинированного пароводяного и органического циклов Ренкина для повышения экономичности ГТУ и ДВС//Теплоэнергетика, № 3, 2012 г.
3. Т. В. Бухаркина, С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, А. Ю. Налётов, С. А. Синицин, В. В. Скудин, Б. П. Туманян. Переработка нефти: теоретические и технологические аспекты//Учебное пособие — М.: Изд-во «Техника», ТУМА ГРУПП, 2012 г.