

УДК 658.28:665.63:338.44

Л.М. УЛЬЕВ, докт. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»,
А.П. ЮЗБАШЬЯН, студентка, НТУ «ХПИ»

ЭКСТРАКЦИЯ ПОТОКОВЫХ ДАННЫХ НА УСТАНОВКЕ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ НА АВТ А12/2 ПРИ РЕЖИМЕ РАБОТЫ С ВАКУУМНЫМ БЛОКОМ

Мета даної роботи полягає в дослідженні роботи атмосферної колони К-1 установки первинної переробки нафти АВТ А12/2 і визначенні потоків, які можуть бути використані для інтеграції. Актуальність теми обумовлена тим, що зростання цін на енергію спонукає економніше використовувати енергоресурси, тому що рівень енерговитрат в значній мірі впливає на собівартість готової продукції

Цель статьи заключается в исследовании работы атмосферной колонны К-1 установки первичной переработки нефти АВТ А12/2 и определении потоков, которые могут быть использованы для интеграции. Актуальность темы обусловлена тем, что рост цен на энергию побуждает экономнее использовать энергоресурсы, так как уровень энергозатрат в значительной мере влияет на себестоимость готовой продукции

The aim of this project is to study the work of the atmospheric column K-1 units for primary refining AVT A12/2 and the definition of threads that can be used for integration. Relevance of the topic due to the fact that rising energy prices encourage more economical use of energy, as the level of energy consumption is largely influenced by the cost of finished goods

Постановка задачі. Сокращение потребления топливно-энергетических ресурсов в промышленности сопряжено с широкомасштабной реализацией современных энергосберегающих технологий, созданием высокоэффективных энерготехнологических комплексов. Хотя этот вопрос далеко не нов для нефтехимической промышленности, в последнее десятилетие добавились два фактора, которые придали особое значение экономии энергии в странах СНГ и вынуждают расширять диапазон используемых для этой цели методов и средств [1]. Во-первых, рост цен на энергию побуждает более экономно использовать энергоресурсы с тем, чтобы уменьшить общие затраты. Более того, все предприятия, спроектированные и построенные во времена низких цен на энергоносители, в настоящее время работают далеко не в оптимальном режиме с точки зрения потребления энергии. Во-вторых, значительно уменьшились темпы роста производства, а это означает, что уменьшились возможности введения в строй новых заводов и освоения новых технологических процессов, и внимание направляется все больше в сторону повышения эффективности использования существующего оборудования.

Анализ последних исследований и публикаций. Выпуск разнообразной продукции на нефтепереработки зависит во многом от качества сырья – нефти. Но немалую роль в качестве получаемых продуктов играет как выбор технологических процессов переработки, так и качество проведения каждого процесса. Установки первичной переработки нефти составляют основу всех НПЗ. На них вырабатываются практически все компоненты моторных топлив, смазочных масел, сырья для вторичных процессов и для нефтехимических производств. От работы АВТ (атмосферно-вакуумная трубчатка) зависят выход и качество компонентов топлив и смазочных масел и технико-экономический показатель последующих процессов переработки нефтяного сырья. Проблемам повышения эффективности работы и интенсификации установок АВТ всегда уделялось и уделяется серьезное внимание. Нефтепереработка и нефтехимия являются энергоемкими производствами, и уровень энергозатрат в значительной степени влияет на себестоимость готовой продукции. В зависимости от глубины переработки нефти, ее состава, ассортимента и качества целевых продуктов, технического уровня оборудования и других факторов расход энергии на собственные нужды нефтеперерабатывающих заводов эквивалентен 6–10 % перерабатываемой нефти [2]. Из общего количества потребляемой энергии 55–65 % приходится на долю технологического топлива, 30–35% – на тепловую и 8–12% – на электрическую энергию. Атмосферно-вакуумной перегонке подвергается вся поступающая на нефтеперерабатывающий завод нефть, и расходуется около 50 % суммарных энергозатрат [3].

Изложение основного материала. На современных зарубежных нефтеперерабатывающих заводах энергетические затраты составляют 3000–3500 МДж или 100–114 кг условного топлива на 1 т перерабатываемой нефти. Приблизительно такие же затраты топлива и на НПЗ стран СНГ, но при значительно меньшей глубине переработки нефти [4]. С увеличением глубины переработки и расширением нефтехимических производств энергетические затраты возрастают, и экономия энергоресурсов приобретает все большее значение. Основными путями повышения конкурентоспособности отечественной нефтепереработки и нефтехимии являются увеличение глубины переработки нефти и существенное снижение энергоемкости всех процессов [5]. Снижение удельного энергопотребления достигается путем модернизации отдельных

систем производства, установок и заводов в целом, рационализации и совершенствования производственных операций [6]. Деятельность специалистов нефте- и газодобывающей, а также перерабатывающей промышленности направлена на усовершенствование технологического процесса и получение достоверных предсказаний параметров. Перед инженерами стоит задача нахождения оптимального способа осуществления технологического процесса в сжатые сроки и с минимальной вероятностью допущения ошибок [7]. Кроме того, решения, принимаемые технологами, должны соответствовать поставленным бизнес - целям и в тоже время обеспечивать эффективность, безопасность и рентабельность работы предприятия [8]. В данной работе рассматривается процесс первичной переработки нефти на установке АВТ А12/2 в режиме работы с вакуумным блоком. На сегодняшний день данная установка является наиболее используемой в современной промышленности [9]. Установка АВТ А12/2 включает в себя стадии обессоливания, обезвоживания, отбензинивания нефти, разделения нефтегазовых смесей на отдельные фракции (рис. 1) [10]. Для экстракции данных технологических потоков в исследуемом процессе, т.е. таких, как расходы, температуры потоков, их теплофизические параметры использовались: регламент установки, данные центральной заводской лаборатории, прямые измерения параметров. Схема процесса первичной переработки нефти на установке АВТ А12/2 в режиме работы с вакуумным блоком представлена на рис. 1.

Сырая нефть из резервуаров емкостью по 20 тыс. м³ каждый по трубопроводу подается насосами под давлением 0,2-1,0 МПа (2-10 кгс/м²) на прием сырьевых насосов (один рабочий, два резервных с температурой 20-25 °С).

После насосов нефть двумя потоками, через теплообменники направляется в электродегидратор первой степени ЭД-1. Первый поток подогревается в теплообменниках Т-1, Т-2, Т-3, Т-4, Т-9. Второй поток - в теплообменниках Т-13, Т-14, Т-15. В качестве горячих теплоносителей используются продукты раздела с ректификационных колонн.

Нефть нагревается в теплообменниках до $t=80-160^{\circ}\text{C}$. Перед поступлением в ЭД-1 нефть проходит смеситель, где происходит интенсивное смешивание нефти с водой и раствором деэмульгатора. Вода в ЭД-1 подается насосами. В ЭД-1 нагретая нефть вводится через маточники, создающие равномерный поток в электрическом поле снизу вверх. В ЭД-1 благодаря полю высокого напряжения происходит частичное разрушение эмульсии и отделения нефти от воды.

Частично обессоленная и обезвоженная нефть с верха ЭД-1 через смеситель направляется в электродегидратор второй степени Е-2. В смесителе происходит смешение нефти с водным раствором деэмульгаторов и водой, подаваемой насосами. Есть возможность предварительно нагреть воду в паровом подогревателе Т-30 до $t = 80^{\circ}\text{C}$.

В ЭД-2 нефть также вводится через маточники. Нефть, захваченная солевым раствором, отстаивается в ловушке, расположенной в верхней части Е-21, откуда поступает на прием сырьевых насосов.

Предварительно охлажденный солевой раствор с Е-21 под давлением системы сбрасывается в канализацию. После электродегидратора второй степени ЭД-2 обессоленная и обезвоженная нефть поступает в колонны К-1, 1а двумя потоками. Первый поток: Часть нефти идет в нижней подогреватель (НП) печи П-2, где нагревается до $t = 200-240^{\circ}\text{C}$, вторая часть этого потока проходит теплообменники Т-23, Т-10, Т-34, Т-33, Т-32, Т-31, Т-26, Т-27, Т-11, Т-12.

Нефть нагревается в теплообменниках до $t = 180-240^{\circ}\text{C}$, обе части потока смешиваются и поступают в колонну К-1а. Второй поток: Часть нефти поступает в нижний подогреватель печи П-1, где нагревается до $t = 200-240^{\circ}\text{C}$. Вторая часть этого потока проходит теплообменники Т-5,

T-6, T-7, T-8, T-16, T-17, T-18, T-19, T-20, T-21, T-22. Нефть после нагревается до $t = 180-230 \text{ }^{\circ}\text{C}$, обе части потока смешиваются и поступают в K-1. Часть отбензиненной нефти из K-1, K-1a через АЗВЧП и верхний подогреватель (ВП) П-1, П-2 направляется в K-1, K-1a, как горячая струя. В потоке нефти перед K-1, K-1a подается 1-2% раствор кальцинированной и каустической соды для подавления коррозии аппаратуры и трубопроводов.

В атмосферных колоннах K-1, K-1a происходит отбензиневание нефти. Бензин в паровой фазе по шлемовым трубам поступает в конденсаторы воздушного охлаждения, а далее поступает в буферную емкость БЕ-1. Для поддержания заданной температуры верха K-1, K-1a на 23 тарелку подается острое орошение с линии откачки бензина в парк. Температура входа острого орошения в колонну K-1, K-1a $40-60 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

С позиций 11, 13, 15 тарелок K-1, K-1a выводится боковой погон фракции бензина, который самотеком поступает в холодильник, а дальше на колонну K-3. Отбензиненная нефть снизу K-1, 1a с $t=200-250 \text{ }^{\circ}\text{C}$ поступает на прием печных насосов (Н-18, Н-19, Н-20, Н-20а) и подается в змеевики печей П-1, П- 2, после чего поступает в колонн K-2, K-2a. Отбензиненная нефть снизу K-1, 1a с $t=200-250 \text{ }^{\circ}\text{C}$ поступает на прием печных насосов (Н-18, Н-19, Н-20, Н-20а) и подается в змеевики печей П-1, П- 2, после чего поступает в колонн K-2, K-2a.

Фракция бензина и дизельного топлива с отпарной колонны K-5/1, прокачивается через теплообменники циркуляционного орошения T-16, T-17, T-9 и поступает на колонны K-2, K-2a. Фракция бензина с K-3 прокачивается через T-3, T-4 и далее поступает на K-3. Дизельное топливо с низу K-3 прокачивается через теплообменники T-14, T-13, T-2, T-1 и холодильники X-5, 8 и с $t=60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ направляется в парк.

Избыток мазута с K-2, K-2a откачивается насосами через теплообменники T-27, T-26, T-15, T-31, T-32, T-33, T-34 и через T-22, T-21, T-20, T-19, T-18, T-6, T-5, холодильник ПХ-19 в резервуарные парки.

Сбор данных необходимых для расчета материального и теплового балансов, осуществлялся путем прямых измерений температур и расходов потоков на оборудование с помощью расходомеров, стационарных и переносных термометров (табл. 1). Значения технологических параметров являются строго заданными.

Таблица 1.

Система потоков для анализа энергопотребления установки переработки нефти АВТ А12/2

№ потока	Название потока	Тип	$T_s, ^\circ\text{C}$	$T_T, ^\circ\text{C}$	G, т/час	$C, \text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$	$CP, \text{кВт}/\text{K}$	$\Delta H, \text{кВт}$	$\alpha, \text{кВт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$
1	Дизельное топливо	гор	229	200	71,11	2,70	68,29	1980,41	0,2
		гор	200	100	71,11	2,42	58,81	5881	0,2
		гор	100	58	71,11	2,10	51,76	2173,92	0,2
2	Циркуляционное орошение К-3	гор	165	74	75,79	2,11	55,87	5084,17	0,15
3	Циркуляционное орошения К-2,2а	гор	240	144	30,73	2,11	29,85	2865,6	0,15
4	Мазут	гор	312	300	79,79	2,90	89,94	1079,28	0,15
		гор	300	250	79,79	2,71	81,41	4070,5	0,15
		гор	250	200	79,79	2,54	73,74	3687	0,15
		гор	200	150	79,79	2,36	65,87	3293,5	0,15
		гор	150	90	79,79	2,17	57,37	3442,2	0,15
5	Охлаждение вакуумного газойля	гор	300	200	43,96	2,54	42,74	4274	0,15
		гор	200	150	43,96	2,36	36,29	1814,5	0,15
		гор	150	68	43,96	2,17	30,66	2514,12	0,15
6	Гудрон	гор	336	250	9,33	2,70	9,63	828,18	0,10
7	Сырая нефть	хол	10	50	250,85	1,95	142,55	5702	0,1
		хол	50	118	250,85	2,10	170,22	11574,96	0,1
8	Обессоленная нефть	хол	112	150	248,34	2,28	192,17	7302,46	0,15
		хол	150	200	248,34	2,47	214,40	10720	0,15
		хол	200	214	248,34	2,65	231,36	3239,04	0,15

Обозначения. АВТ – атмосферно-вакуумная трубчатка; НПЗ – нефтеперерабатывающий завод; К-1 – колона атмосферной перегонки; К-2 – колона ректификации разгона отбензиненной нефти; К-3 – колонна ректификации для получения дизельного топлива; К-4 – вакуумная колонна; ЭД – электродегидратор; НП – нижний подогреватель; ВП – верхний подогреватель; T_s – начальная температура потока, $^\circ\text{C}$; T_T – конечная температура потока, $^\circ\text{C}$; G – массовый расход, кг/с; C – удельная теплоемкость, кДж/(кг·K); CP – потоковая теплоемкость, кВт/K; ΔH – потоковая теплоемкость, кВт; α – характерный коэффициент теплоотдачи, кВт/($\text{м}^2\cdot\text{K}$).

Выводы. Изучив процесс переработки нефти на установке АВТ А12/2 была составлена таблица потоковых данных, которая является цифровым образом процесса и в дальнейшем будет служить основой для интеграции существующего процесса переработки нефти. Построения составных кривых и расчета энергоэффективности установки.

Список литературы: 1. Степанов А.В. Рациональное использование сырьевых и энергетических ресурсов при переработке углеводородов / А.В. Степанов, Н.И. Сульжик, В.С. Горюнов. – Киев: Техника. 1989. – 170 с. 2. Клименко В.Л. Энергоресурсы нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности / В.Л. Клименко, Ю.В. Костерин. Л.: Химия. 1985. – 256 с. 3. Гуревич И.Л. Технология переработки нефти и газа. Общие свойства и первичные методы переработки нефти и газа / И.Л. Гуревич. М.: Химия. 1972. – 460 с. 4. Уильям Д. Леффлер. Переработка нефти / Уильям Д. Леффлер. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес». 2004. – 223 с. 5. Рудин М.Г. Карманный справочник нефтепереработчика / М.Г. Рудин. Л.: Химия. 1989. – 464 с. 6. Дец М.М. Заходи щодо підвищення ефективності і конкурентоздатності української нафтопереробки / М.М. Дец // Нафтова і газова промисловість. – 1997. – №5. – С.42-44. 7. Скляр В.Т. Необходимость и условия развития нефтеперерабатывающей промышленности Украины / В.Т. Скляр, А.В. Степанов, П.И. Ковальчак // Экологические и ресурсосбережение. – 1996. – №3. – С. 65-69. 8. Т. Науо. Многоотраслевой комплекс объединяет нефтепереработку с энергетической и строительной промышленностью / Т. Науо, Т. Йаги // Нефтегазовые технологии. – 2004. – №3. – С. 79-82. 9. Багиров И.Т. Современные установки первичной переработки нефти / И.Т. Багиров. М.: Химия. 1974. – 240 с. 10. Эмирджанов Р.Т. Основы технологических расчетов в нефтепереработке и нефтехимии / Р.Т. Эмирджанов, Р.А. Лемберанский. – М.: Химия, 1989. – 191с.

Поступила в редколлегию 06.06.11