

УДК 658.28:665.63:338.44

Л.М.УЛЬЕВ, докт. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»,
Л.А. МЕЛЬНИКОВСКАЯ, аспирант, НТУ «ХПИ»,
Р.А. РОБЛЕС КУДРИН, студент, НТУ «ХПИ»

ЭКСТРАКЦИЯ ДАННЫХ ДЛЯ ТЕПЛОВОЙ ИНТЕГРАЦИИ ПРОЦЕССА АТМОСФЕРНОЙ ПЕРЕГОНКИ НЕФТИ НА УСТАНОВКЕ АВТ А12/6

Актуальність теми зумовлена тим, що зростання цін на енергію спонукає економніше використовувати енергоресурси з тим, щоб зменшити загальні витрати. Мета даного проекту полягає у дослідженні роботи атмосферної колони установки переробки нафти АВТ А12/6, визначенні її енергозберігаючого потенціалу Використана методика пінч-аналізу, визначені температури за допомогою стаціонарних приладів, моделювання схеми установки в програмі UniSim Design

Актуальность темы обусловлена тем, что рост цен на энергию побуждает экономнее использовать энергоресурсы с тем, чтобы уменьшить общие расходы. Цель данного проекта заключается в исследовании работы атмосферной колонны установки переработки нефти АВТ А12/6, определении ее энергосберегающего потенциала Использована методика пинч-анализа, определены температуры с помощью стационарных приборов, моделирование схемы установки в программе UniSim Design

Relevance of the topic, due to the fact, that rising energy prices to incentive to use energy resources more economical, to reduce overall costs. The aim of this project was to research the installation atmospheric column of oil AVDU12 / 6. Use method of the pinch-analysis, definition temperatures by using steady-state devices, to simulate process in UniSim Design

Постановка проблемы. Украина потребляет более 2% энергоресурсов планеты, имея численность населения менее 1%. Энергоемкость отечественных производств в 2–3 раза больше, чем в развитых странах. Переход экономики Украины на рыночные отношения в условиях государственной независимости заострил проблему снижения энергоемкости национального дохода. Не менее важно повышение эффективности переработки нефти, улучшение качества нефтепродуктов и более рациональное их использование. Последнее в значительной степени обусловлено сокращением производства энергоносителей на Украине, повышением мировых цен на нефть и нефтепродукты, ужесточением экологических требований и условий эксплуатации техники. Поэтому энергосбережение признано одним из приоритетных направлений государственной политики. В настоящее время энергообеспечение является одной из основных

задач экономического развития Украины, от решения которой во многом будет зависеть возможность окончательного преодоления кризисных явлений. Доказано, что больше 85–90% общего объема спада промышленного и сельскохозяйственного производства связано с необеспеченностью их энергоносителями. Ситуация в данной области усложняется также неэффективностью проводимых мероприятий по энергосбережению. Сейчас политика Украины направлена на сокращение энергозатрат, что отражено в Законе Украины «Об энергосбережении» и Государственной комплексной программе энергосбережения. Поставлена задача до 2010 года сократить расход энергоносителей на 109 млн. т условного топлива.

Анализ последних исследований и публикаций. Нефтепереработка и нефтехимия являются энергоемкими производствами, и уровень энергозатрат в значительной степени влияет на себестоимость готовой продукции. В зависимости от уровня 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. Из общего количества потребляемой энергии 55–65 % приходится на долю технологического топлива, 30–35 % – на тепловую и 8–12% – на электрическую энергию [1]. На украинских НПЗ большая часть технологических установок строилась в 60-х и 70-х годах, когда цена энергоресурсов была очень низкая, и экономии энергии не придавалось большого значения. И в последующие годы энергосберегающих мероприятий практически не производили. Поэтому энергопотребление в основных процессах нефтепереработки и нефтехимии на 30-60 % выше, чем в современных зарубежных установках [2]. Улучшения в этом направлении достигаются путем модернизации отдельных систем производства, установок и заводов в целом, рационализации и совершенствования производственных операций.

Описание процесса атмосферной перегонки нефти. Атмосферная перегонка относится к первичному процессу и отсюда можно выделить основное её назначение – разделить нефть на фракции и использовать максимальные возможности нефти по количеству и качеству получаемых исходных продуктов. Атмосферную перегонку можно осуществить сле-

дующими способами: 1) с однократным испарением в трубчатой печи и разделением отгона в одной ректификационной колонне; 2) двукратным испарением и разделением в двух ректификационных колоннах – в колонне предварительного испарения с отделением легких бензиновых фракций и в основной колонне [3]. Сырьём для установки атмосферной перегонки может служить как нефть, так и газовый конденсат. Физико-химические свойства нефтей и составляющих их фракций оказывают влияние на выбор технологии получения нефтепродуктов. Поэтому, при определении направления переработки нефти нужно стремиться по возможности максимально полезно использовать индивидуальные природные особенности её химического состава [4]. На промышленных установках при атмосферной перегонке нефть нагревается до температуры не выше 370°C , так как при более высокой температуре начинается расщепление углеводородов – крекинг, а это нежелательно из-за того, что образующиеся непредельные углеводороды резко снижают качество и выход целевых продуктов. В результате атмосферной перегонки нефти отгоняются фракции, выкипающие при температуре примерно от 30 до $350\text{--}360^{\circ}\text{C}$, и в остатке образуется мазут. Из нефтяных фракций, выкипающих при температуре до 360°C , получают различные виды топлив (бензины, топлива для реактивных и дизельных двигателей), сырьё для нефтехимического синтеза (бензол, этилбензол, ксилолы, этилен, пропилен, бутadiен), растворители и др. [4].

Изложение основного материала исследований. Описание технологической схемы установки – сырая нефть из резервуаров хранилища по трубопроводу подается насосами ТСБ под давлением $0,8\text{--}1,0$ МПа ($8\text{--}10$ кг/см²) на прием сырьевых насосов установки АВТ-2. Предусмотрена подача деэмульсатора на прием сырьевых насосов. Подача содощелочного раствора предусмотрена в потоки нефти после сырьевых теплообменников в линию из Т-11 и Т-10/3 в К-1.

Обозначения. НПЗ – нефтеперерабатывающий завод; СР – потоковая теплоемкость, Вт/°С; с – удельная теплоемкость, Дж/(кг·°С); G – массовый расход, кг/с; ΔH – потоковое теплосодержание, Вт; t – температура, °С; T_s – температура снабжения; °С; T_t – целевая температура, °С; ΔT_{min} – минимальная разность температур; ЭЛОУ – электрообессоливающая установка; АВТ – атмосферно-вакуумная трубчатка; НЦО – низ-

коциркуляционное орошение; СЦО – среднециркуляционное орошение; ВЦО – высокоциркуляционное орошение; К-1 – колонна атмосферной перегонки нефти; Е-31 – ёмкость.

Нефть тремя параллельными потоками прокачивается через теплообменники (по трубному пространству) первой группы, где нагревается до температуры 100-120 °С теплом отходящих продуктов и циркуляционных орошений: 1 поток нефти прокачивается через теплообменники Т-1/1, 2 (теплоноситель – ВЦО в К-2); 2 поток нефти прокачивается через теплообменники Т-5/1, 2, 3 (теплоноситель – мазут); 3 поток нефти прокачивается через теплообменники Т-8/2, Т-12 (теплоноситель – компонент ДТЗ, ДТЛ), Т-28/1, 2 (теплоноситель – мазут), Т-32/2 (теплоноситель – атмосферный газойль). В целях выравнивания температур потоки объединяются, и нефть подается на блок ЭЛОУ. Перед электродегидраторами нефть разделяется на три параллельных потока и через инжекторы И-1/1,2,3 и маточники поступает в электродегидраторы первой ступени Э-1/2; Э-1/3. В инжекторах И-1,2,3 происходит смешивание нефти со свежей водой. Свежая вода подается насосами. В электродегидраторах первой ступени в поле высокого напряжения (22000 В) происходит разрушение эмульсии и отделение воды от нефти. Обессоленная и обезвоженная нефть с ЭЛОУ объединяется в общий поток, и далее тремя параллельными потоками прокачивается через 2 группу теплообменников: 1 поток нефти прокачивается через теплообменники (трубное пространство): Т-3/1,2 (теплоноситель – Низ К3/2); Т-4 (теплоноситель – НЦО К-2); Т-10/2,3 (теплоноситель – мазут из К-2); 2 поток нефти прокачивается через теплообменники: Т-6, Т-7 (теплоноситель – СЦО К-2); Т-8/1 (теплоноситель – низ К3/3); Т-9, Т-10/1 (теплоноситель – мазут из К-2); 3 поток нефти прокачивается через теплообменники (межтрубное пространство): Т-13/4,3 (теплоноситель – мазут из К-2); Т-13/2,1 (теплоноситель – мазут из К-2); Т-17/2,1 (теплоноситель – мазут из К-2); 1й и 2й потоки нефти подаются на 16 тарелку, а 3-й – на 21 тарелку колонны К-1. Рабочие условия К-1: температура верха не более 139°С; температура низа – не выше 45°С; давление – не более 0,3 МПа (3.0 кгс/см²). В колонне К-1а происходит разделение фаз. Для улучшения отпарки легких фракций в колонну К-1 подается "горячая струя", представляющая собой полуотбензиненную нефть этой же колонны.

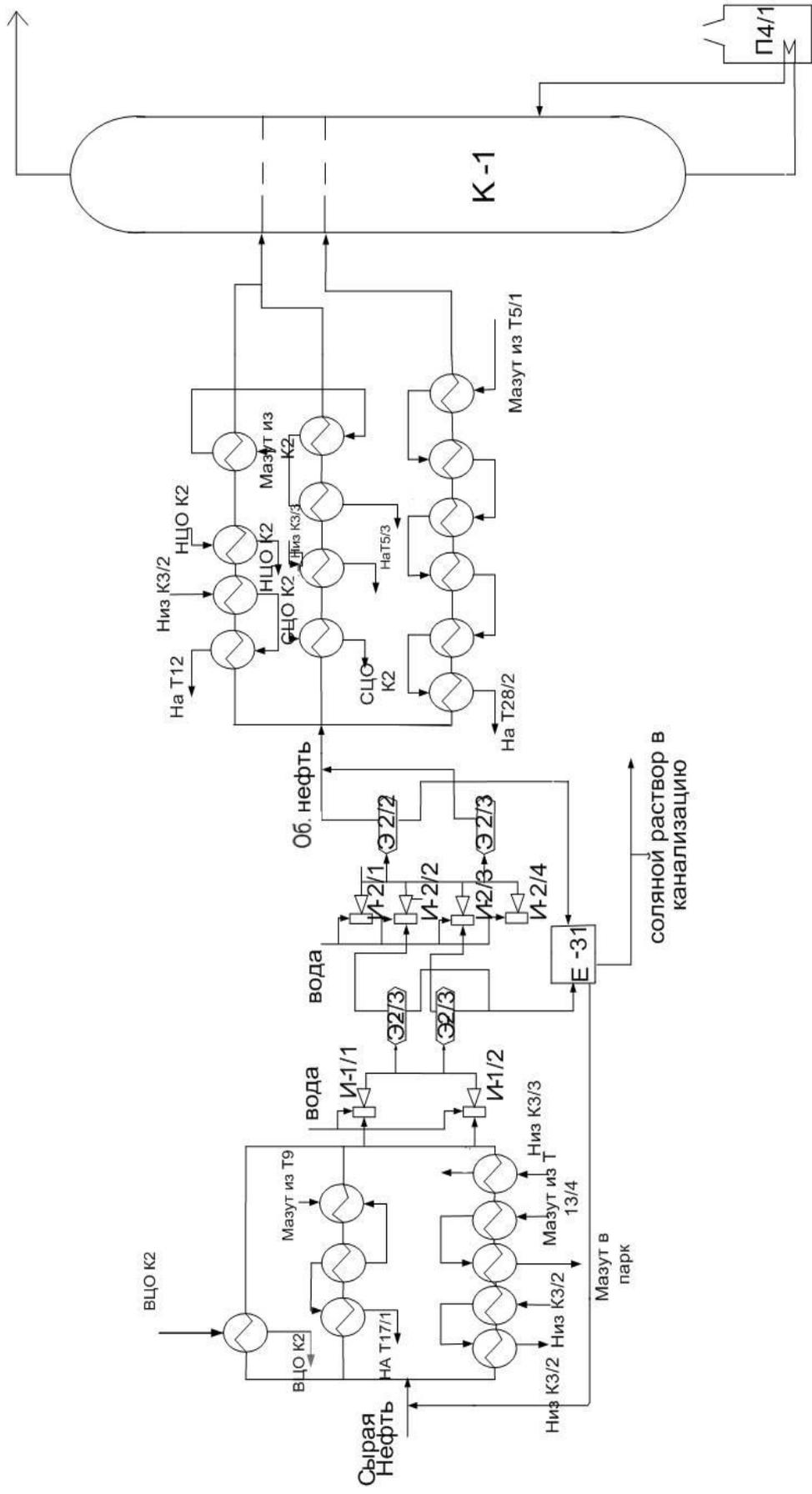


Рис.1 . Существующая схема установки переработки нефти АВТ А12/6.

Е-емкость, И-инжектор, К-1а-атмосферная ректификационная колонна; П-трубчатая печь; Т-теплообменные аппараты;
Э-электродигидраторы

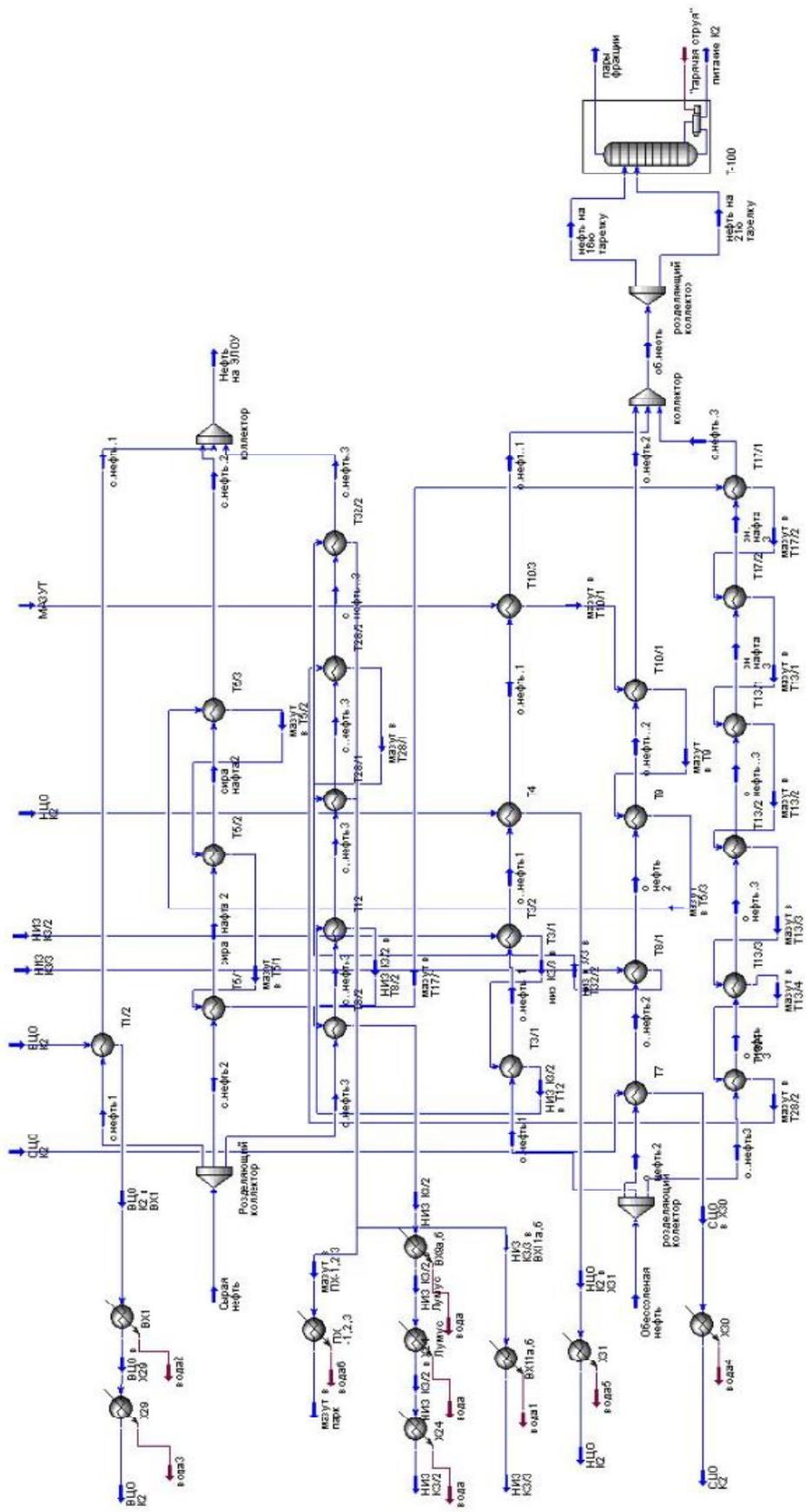


Рис. 2. Существующая схема установки АВТ А12/6, смоделированная в UniSim Design: K1 – атмосферная ректификационная колонна; Т – теплообменные аппараты;

Циркуляция "горячей струи" осуществляется через печь П-4/1 насосами. Избыток горячей струи из П-4/1 может направляться в линию загрузки К-1 (в трансфертную линию из П-1). Имеется возможность подачи полуотбензиненной нефти надконвекционного змеевика П-2 в линию горячей струи К-1 (рис. 1).

Моделирование схемы установки в программе UniSim Design. Для уточнения собранных технологических данных было выполнено моделирование принципиальной схемы АВТ А12/6 на ОАО «Херсоннефтепереработка» в программе UniSim Design (рис. 2).

UniSim Design представляет собой мощное интерактивное средство моделирования технологических процессов, предоставляющее инженерам возможность создания статических и динамических моделей для проектирования установок, мониторинга функционирования, поиска причин неисправностей, повышения качества эксплуатации, планирования и управления активами [5]. Кроме того, моделирование в UniSim Design позволит уточнить данные, полученные в результате расчетов, провести более точную оценку экономической эффективности проекта и срок его окупаемости.

Для примера рассмотрим моделирование в программе UniSim Design одного из теплообменников, которые присутствуют в схеме (рис. 3).

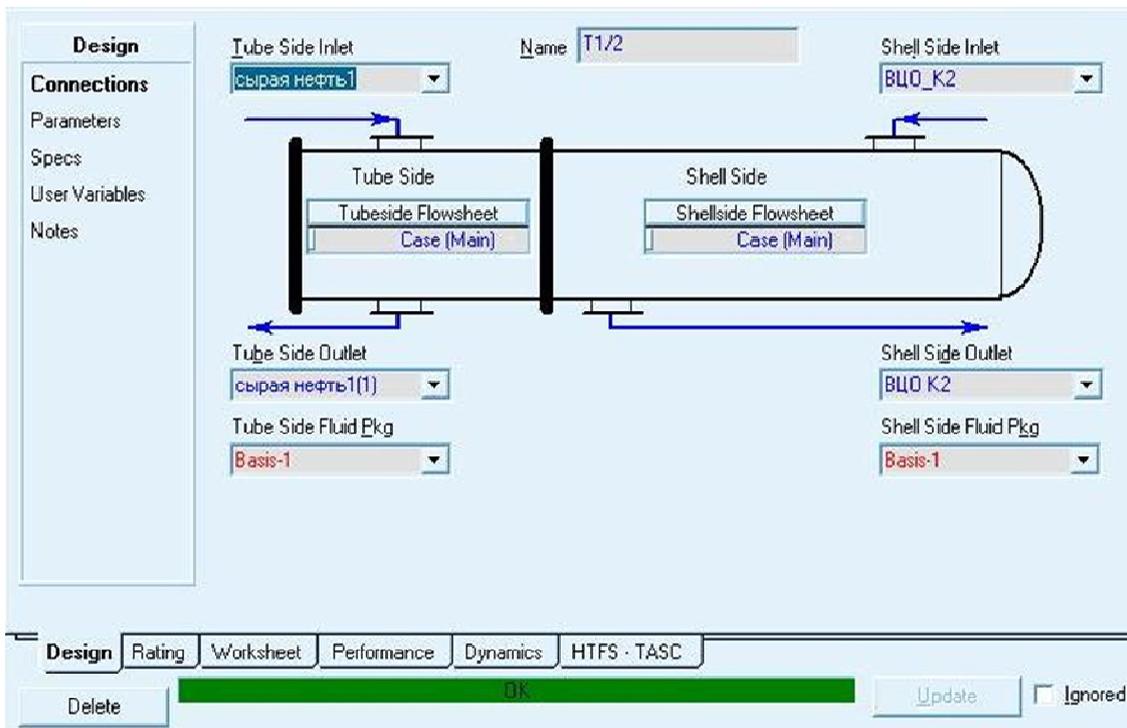


Рис. 3. Моделирование теплообменника T1/2 в программе UniSim Design

Технологический поток (холодный поток) «Сырая нефть1» поступает в трубное пространство с температурой 24 °С теплообменника Т1/2, этот поток нагревается до температуры 32 °С технологическим потоком (горячий поток) «ВЦО К2».

Поток «ВЦО К2» поступает в межтрубное пространство теплообменника Т1/2 с температурой 107 °С, где он охлаждается до температуры 70°С и выходит из теплообменника в парк. Также рассмотрим моделирование атмосферной ректификационной колонны К-1 (рис. 4).

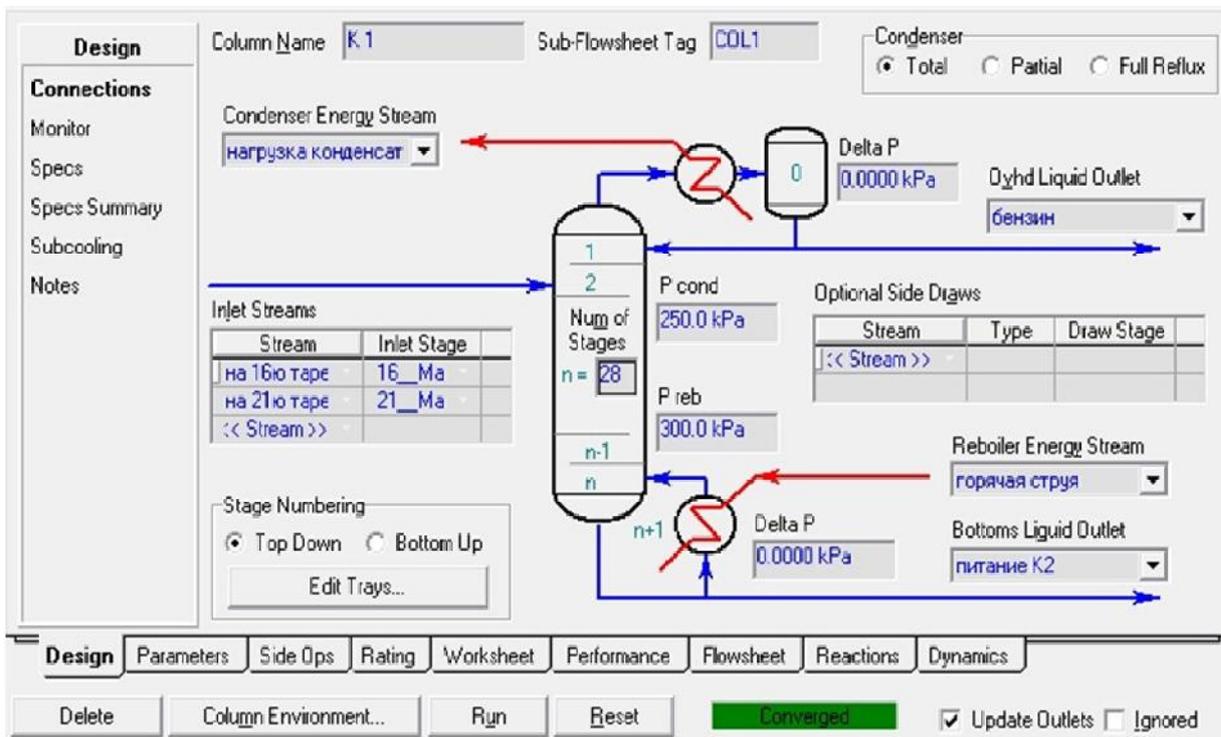


Рис. 4. Моделирование атмосферной ректификационной колонны в программе UniSim Design

Колонна имеет 28 клапанных тарелок. Обессоленная нефть двумя потоками подаётся на питающие тарелки (1-й поток подается на 16-ю тарелку и 2-й на 21-ю тарелку соответственно).

Для улучшения отпарки легких фракций в колонну К-1 подается «горячая струя», представляющая собой полуотбензиненную нефть этой же колонны.

На основе данных, полученных с помощью измерений, и уточненных с помощью моделирования процесса атмосферной перегонки нефти

на установке АВТ А12/6 в программе UniSim Design, была составлена потоковая таблица для технологического процесса (табл.1).

Таблица 1

Потоковые данные технологических потоков, включенных в интеграцию для АВТ А12/6

№	Название потока	Тип	Ts, °С	Tt, °С	G, т/ч	СР, кВт/К	ΔН, кВт
1	Низ К-3/2	гор	235	28	21,188	15,48	541,86
2	Низ К-3/3	гор	288	70	17,238	13,48	377,48
3	ВЦО К-2	гор	230	130	73,053	53,20	1595,90
4	СЦО К-2	гор	287	210	50,850	38,47	1038,67
5	НЦО К-2	гор	332	190	21,548	17,00	543,95
6	Мазут	гор	353	80	117,708	95,20	3141,49
7	Сырая нефть	хол	24	140	224,042	119,99	1919,79
8	Обессоленная нефть	хол	85	325	221,801	132,34	1985,12

Выводы. Моделирование процесса перегонки нефти на атмосферной колонне установки АВТ А12/6 с помощью программного продукта UniSim Design позволило получить более точные потоковые данные. Наглядно отображена динамика процесса, использование термодинамических моделей UniSim Design позволило рассчитать физические свойства, транспортные свойства, фазовое равновесие материальных потоков с высокой точностью. Это дало возможность составить таблицу потоковых данных, которая является цифровой моделью процесса, и в дальнейшем будет служить основой для интеграции существующего процесса, построения составных кривых и расчета энергоэффективности процесса атмосферной ректификации. Кроме того, наличие энергетических потоков позволило точно составить тепловой баланс установки и наглядно представило количество потребляемых горячих и холодных утилит.

Список литературы: 1. Клименко В.Л. Энергоресурсы нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности / В.Л. Клименко, Ю.В. Костерин. – Л.: Химия. – 1985. – 256 с. 2. Ульев Л.М. Определение энергосберегающего потенциала разделения ШФЛУ на центральной газофракционирующей установке / Л.М. Ульев, С.А. Болдырев, Е.В. Поливода // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – 2009, Випуск 40. – С. 21–32. 3. Александров И.А. Перегонка и ректификация в нефтепереработке. / И.А. Александров. – 1981. – 665 с. 4. Трегубов А.М. Теория перегонки и ректификации. / А.М.Трегубов. – Баку. – 1946. – 319 с. 5. UniSim®Design software, Available from: <Ahpweb.honeywell.com/Cultures/enUS/Products/ControlApplications/simulation/UniSimDesign/default.htm>.

Поступила в редколлегию 04.05.11