

УДК 66.637

*Замковой Николай Петрович,**магистрант группы ТМм-18-1**ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,**e-mail: brotherszzz@bk.ru**Подоплелов Евгений Викторович,**к.т.н., доцент, зав. кафедрой «Машины и аппараты химических производств»,**ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,**e-mail: uch_sovet@angtu.ru**Дементьев Анатолий Иванович,**к.т.н., доцент, профессор кафедры «Машины и аппараты химических производств»,**ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,**e-mail: anatdementev@mail.ru*

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УСТАНОВКИ ДЕАСФАЛЬТИЗАЦИИ ГУДРОНА ПРОПАНОМ

Zamkovoy N.P., Podoplelov E.V., Dementev A.I.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE TAR DEASPHALTING PLANT WITH PROPANE

Аннотация. В работе рассматривается возможность применения технологии регенерации пропана в сверхкритических условиях и аппаратное оформление установки деасфальтизации гудрона пропаном.

Ключевые слова: энергосберегающая технология регенерации, регенерация пропана в сверхкритических условиях.

Abstract. The paper considers the possibility of using the technology of propane regeneration in supercritical conditions and the hardware design of the installation of propane deasphaltization of tar.

Keywords: Energy-saving regeneration technology, propane regeneration under supercritical conditions.

Опыт 40-летней эксплуатации установки деасфальтизации гудрона пропаном 36/2М Ангарской нефтехимической компании показал, что существует ряд проблем, таких как неполная регенерация растворителя, устаревшее и неэффективно работающее технологическое оборудование. В конечном итоге – высокая себестоимость готовой продукции, выпускаемой на данной установке, неконкурентоспособная продукция. Поэтому актуальной задачей, стоящей перед предприятием, является модернизация установки 36/2М с внедрением эффективных энерго- и ресурсосберегающих технологий.

На сегодняшний день на установке 36/2М существует несколько основных проблем, которые требуют решения. Они связаны с необходимостью повышения эффективности действующей технологии. Большие производственные затраты увеличивают себестоимость продукции и негативно влияют на ее конкурентоспособность на мировом и отечественном рынках.

Установка деасфальтизации гудрона пропаном предназначена для удаления асфальтосмолистых веществ и части полициклических ароматических углеводородов с целью подготовки сырья к дальнейшей очистке и депарафинизации. В результате деасфальтизации значительно снижаются коксуемость, вязкость, плотность, показатель преломления. Продукцией установки являются деасфальтизат, используемый для выработки остаточных масел и асфальт, служащий сырьем для производства битумов, процесса коксования или компонентом котельного топлива. Установка деасфальтизации включает три основных блока: экстракции и регенерации пропана из раствора деасфальтизата и асфальта [1]. Процесс деасфальтизации протекает в экстракционной колонне. С верха колонны выходит целевой продукт – деасфальтизат, который поступает в испарители для выделения растворителя. Температура процесса поддерживается в пределах 70÷120 °С, а давление 15÷30 кгс/см². Дальнейшее выделение растворителя ведется

путем понижения давления и увеличения температуры в колоннах отпаривания. С низа экстракционной колонны выходит асфальт. Его регенерация ведется посредством нагрева в печи и далее в колоннах отпаривания. Пропан возвращается в процесс путем его захлаживания в аппаратах воздушного охлаждения и в кожухотрубчатых теплообменниках и дальнейшим компримированием [3].

Основными недостатками традиционной технологии процесса деасфальтизации являются:

1. Высокий расход энергоресурсов: водяного пара в испарителях, электроэнергии для захлаживания и компримирования пропана;

2. Неполная регенерация растворителя (пропана), а также необходимость многоступенчатого испарения пропана для достижения высокой селективности процесса. Это усложняет аппаратное оформление процесса и требует больших энергозатрат.

С целью модернизации установки деасфальтизации гудрона пропаном предлагаются следующие мероприятия:

1. Внедрение новой энергоэффективной технологии, состоящей в регенерации пропана из раствора деасфальтизата в сверхкритических условиях [4];

2. Замена аппаратов воздушного охлаждения на высокоэффективные теплообменные аппараты испарительного типа.

Сущность первого мероприятия заключается в изменении схемы регенерации растворителя из раствора деасфальтизата [4]. Предлагаемая схема намного экономичнее традиционной, проста в осуществлении с точки зрения аппаратного оформления, надежна и безопасна в эксплуатации. В предлагаемой технологической схеме отводимый с верхней части колонн К-1,2 деасфальтизатный раствор с помощью бустерных насосов подается в теплообменные аппараты, а затем поступает в сепараторы, работающие в сверхкритическом режиме. В сепараторах происходит процесс разделения смеси на верхнюю – пропановую и нижнюю – деасфальтизатную фазу. Верхняя фаза, представляющая собой практически чистый растворитель, подается в теплообменники, в которых нагревает потоки асфальтного и деасфальтизатного растворов, поступающих из экстракционной колонны, и затем подается в компрессор, где используется ее избыточное давление для сжатия газообразного растворителя

из системы регенерации низкого давления. Нижняя фаза, поступающая из сепараторов, и содержащая 90÷95 % деасфальтизата и 5÷10 % растворителя, подается в испарители Э-1,2 для отделения паров растворителя, а затем поступает в отпарные колонны К-3,3АР для отпарки остатков растворителя из деасфальтизата водяным паром.

Экспериментальные исследования процесса фазоразделения раствора деасфальтизата с пропаном позволили выявить основные закономерности влияния параметров режима проведения процесса, характеристик деасфальтизата и растворителя на степень разделения. На рис. 1 приводится диаграмма фазового состояния деасфальтизатного раствора, построенная по экспериментальным данным (таблица 1). Линия ОК соответствует линии фазового равновесия жидкость – пар для чистого пропана; линия АК проведена по экспериментальным точкам 1÷6, в которых визуально фиксируется полное обесцвечивание верхней пропановой фазы в разделителе. Слева от линии АК деасфальтизатный раствор при более низких температурах (до 85 °С) представляет собой однородную темно-красную жидкость, по мере продвижения к кривой АК эта жидкость постепенно расщлаивается. При этом верхний слой постепенно изменяет окраску от темно-красного до желтого, светло-желтого цвета и затем становится бесцветным. Одновременно снижается объем нижней фазы и далее он сохраняется на достигнутом уровне после момента обесцвечивания верхнего слоя жидкости. По результатам исследований [4] и экспериментальным данным, представленным в таблице 1, можно сделать вывод, что для пропанового растворителя оптимальный режим сверхкритической регенерации находится в области температур около 120 °С и давления 5,0 МПа.

Преимуществом метода сверхкритической регенерации растворителя является то, что предлагаемый способ позволяет повысить селективность на стадии сепарации пропана, сократить количество ступеней сепарации и, таким образом, снизить энергоемкость процесса деасфальтизации.

Аппаратное обеспечение процесса сверхкритической регенерации пропана и характеристики нового оборудования представлены в таблице 2. На рис. 2 представлена схема работы фазового разделителя (сепаратора), его устройство и схема регулирования

основных параметров процесса (температуры, давления, уровня). Рабочие условия:

температура 120 °С, давление 5 МПа, среда: пропан, нефтепродукты.

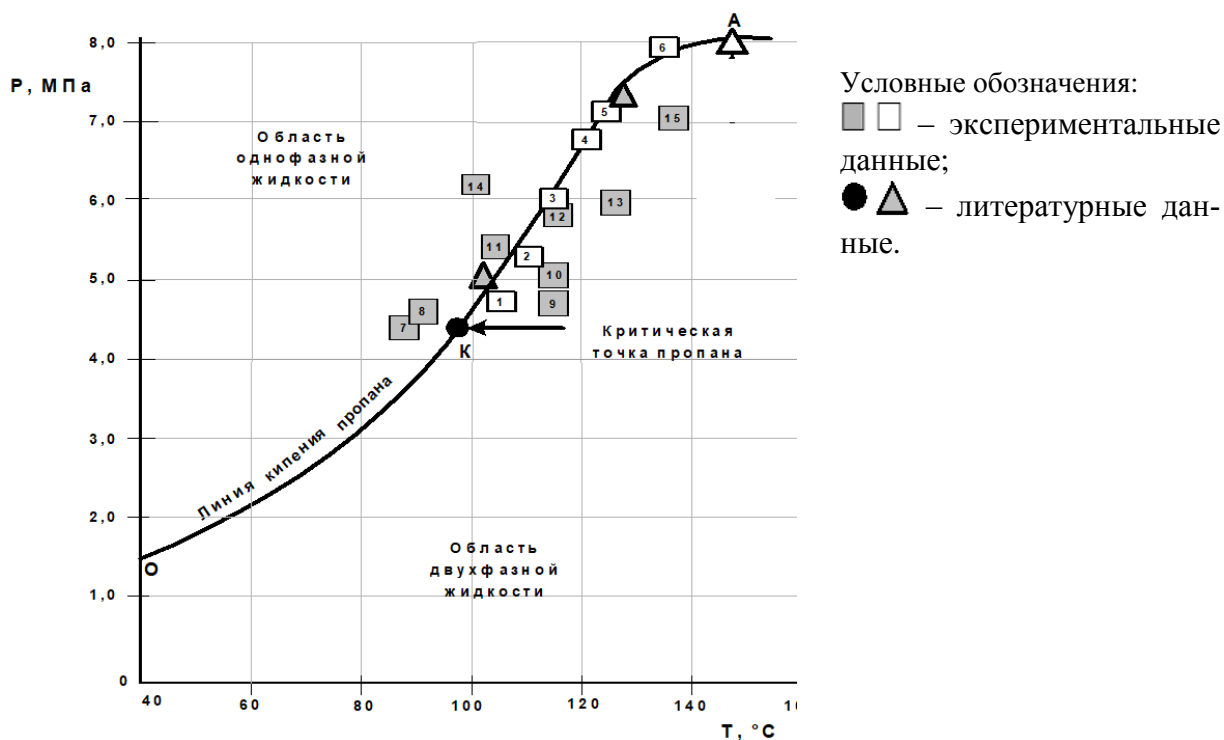


Рисунок 1 – Диаграмма фазового состояния деасфальтизатного раствора [4]

Таблица 1 – Составы фаз (в % масс.), полученные в результате экспериментов

Номер опыта	Условия		Верхняя фаза		Нижняя фаза	
	температура, °С	давление, МПа	пропан	деасфальтизат	пропан	деасфальтизат
1	105	4,7	99,81	0,19	5,5	94,5
2	112	5,1	99,65	0,35	6,7	93,3
3	117	6,0	99,58	0,42	6,1	93,9
4	122	6,8	99,71	0,29	5,8	94,2
5	125	7,2	99,62	0,38	6,2	93,8
6	137	7,9	99,76	0,24	6,0	94,0
7	86	4,4	96,68	1,32	22,0	78,0
8	91	4,5	98,68	1,34	18,4	81,6
9	117	4,7	99,63	0,37	4,7	95,3
10	117	5,0	99,83	0,17	5,3	94,7
11	106	5,2	97,96	2,04	10,3	89,7
12	118	5,5	99,79	0,21	6,0	94,0
13	127	5,9	99,68	0,32	5,9	94,1
14	100	6,2	87,50	12,50	17,2	82,8
15	139	7,1	99,78	0,22	6,3	93,7

Таблица 2 – Новое оборудование и его характеристики

Наименование	Раб. условия		Характеристики
	P, МПа	T, °C	
Разделитель	5	120	Диаметр 2000 мм; длина 9200 мм; объём аппарата 28 м ³ ; тип ГП
Подогреватель деасфальтизатного раствора	5,5	180 (250)	Диаметр 1200 мм; длина 6000 мм; поверхность теплопередачи 609,7×2 м ²
Бустерный насос деасфальтизатного раствора	5,5	90	Производительность 200м ³ /ч; напор насоса 370 м.ст.ж; мощность 200кВт; марка насоса НПС-65/35-500

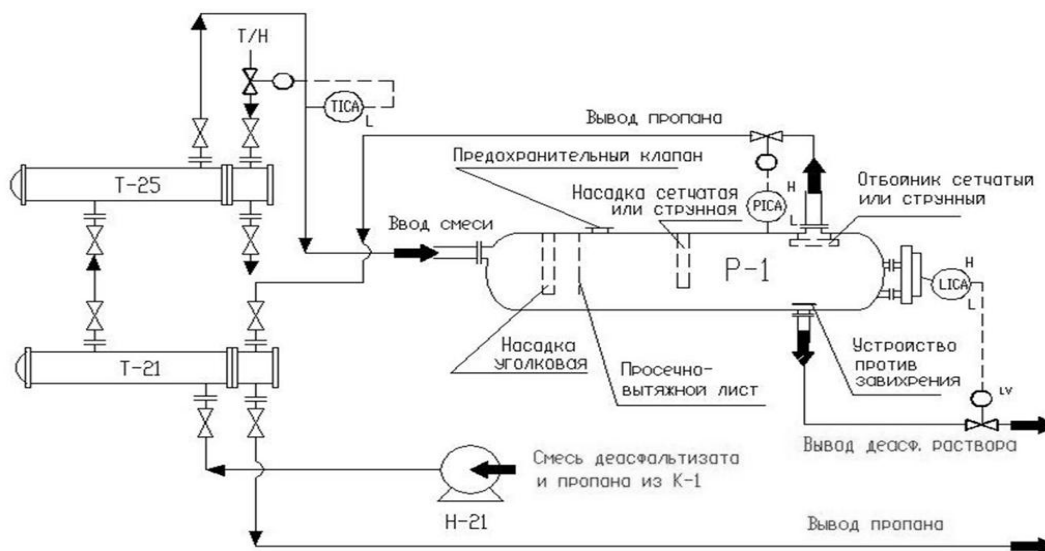


Рисунок 2 – Схема работы и устройство фазового разделителя (сепаратора)

Сущность второго мероприятия состоит в том, что аппараты воздушного охлаждения, используемые для охлаждения пропана, имеют низкую эффективность, что особенно сказывается в летний период, потребляют значительное количество электроэнергии и при этом не обеспечивают оптимальных температур охлаждения пропана, в результате возрастает давление в системе установки. Поэтому в работе предлагается заменить морально и физически устаревшие воздушные холодильники на современные теплообменники испарительного типа. Высокая эффективность новых теплообменников обеспечивается тем, что тепло от газа отводится путем испарительного охлаждения жидкости с поверхности теплообменных трубок в окружающую среду. Это эффективная альтернатива сухому охлаждению с применением оребренных труб и вентиляторов, а также открытым градирням, соединенным с пластин-

чатыми, кожухотрубчатыми или трубчатыми теплообменниками. Поскольку непосредственное испарительное охлаждение происходит на поверхности пучка труб, по которым протекает охлаждаемая жидкость (газ), то здесь сочетаются достоинства как испарительного, так и непосредственного охлаждения: низкая конечная температура жидкости и возможность обойтись без трубопроводов для подключения дополнительного охлаждающего оборудования [2, 5].

Таким образом, метод сверхкритической регенерации растворителя и замена старого теплообменного оборудования будут способствовать значительному сокращению производственных затрат. Кроме того, в результате улучшится регенерация пропана, что в свою очередь положительно скажется на себестоимости продукции, выпускаемой на установке депарафинизации гудрона пропаном.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черножуков Н.И. Технология переработки нефти и газа. Очистка и разделение нефтяного сырья: учебное пособие / Н.И. Черножуков. – М.: Химия, 1978. – 256 с.
2. Колесник И.О., Колягина Т.А. Совершенствование технологии производства смазочных масел / И.О. Колесник, Т.А. Колягина – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1979. – 75 с.
3. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа. – СПб.: Недра, 2013. – 544 с.
4. Султанов, Ф.М. Энергосберегающая технология сольвентной деасфальтизации нефтяных остатков : автореферат дис. ... доктора технических наук : 05.17.07 / Султанов Фаиз Минигалеевич; [Место защиты: Уфим. гос. нефтяной техн. ун-т]. – Уфа, 2010. – 48 с.
5. Замковой Н.П., Смоляр А.В. Повышение эффективности установки деасфальтизации гудрона пропаном // Современные технологии и научно-технический прогресс, 2019. – Т. 1. – С. 15–16.

УДК 620.197.3

Ковалюк Елена Николаевна,

*к.х.н., доцент кафедры «Технология электрохимических производств»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: ken.agta@mail.ru*

Васютина Анастасия Александровна,

*магистрант кафедры «Технология электрохимических производств»
e-mail: nastya.vasyutina.97@mail.ru*

Шишкина Ольга Александровна,

*студент кафедры «Технология электрохимических производств»
e-mail: olya_sh56@mail.ru*

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНГИБИТОРОВ

Kovalyuk E.N., Vasyutina A.A., Shishkina O.A.

THE POSSIBILITY OF USING QUANTUM-CHEMICAL CALCULATIONS IN THE EVALUATION OF INHIBITOR EFFICIENCY

Аннотация. В статье выполнен краткий обзор литературы о современных методах квантово-химических расчетов органических молекул. Выбраны параметры химического строения (электронная плотность на гетероатоме, длины связей в молекуле, площадь поверхности, перекрываемой радикалом), наиболее подходящие для сопоставления с коэффициентом торможения ингибиторов.

Abstract. The article provides a brief review of the literature on modern methods of quantum-chemical calculations of organic molecules. The parameters of the chemical structure (electronic density on the heteroatom, length of bonds in the molecule, area of the surface covered by the radical), most suitable for comparison with the inhibitor inhibition coefficient, have been chosen.

Ключевые слова: квантово-химический расчет, гетероатомные соединения, электронная плотность, электронодонорные свойства заместителей, квантово-химические дескрипторы.

Keywords: quantum-chemical calculation, heteroatomic compounds, electronic density, electron-donor properties of alternates, quantum-chemical descriptors.

Применение ингибиторов коррозии – наиболее рациональный путь для защиты оборудования и изделий, находящихся в замкнутом объеме коррозионной среды. Имеющийся на сегодняшний день ассортимент ингибиторов недостаточен для обеспечения потребностей промышленности. Многие известные ингибиторы проявляют защитные свойства в узком диапазоне

условий протекания коррозионных процессов, либо экологически опасны. В связи с этим, поиск новых эффективных, нетоксичных и технологичных ингибиторов актуален в настоящее время.

Научно обоснованный подход к выбору потенциально перспективных соединений в качестве ингибиторов коррозии позволит сократить затраты на синтез и проведение