

УДК 665.637.733

Курбатова Марина Вячеславовна,
обучающаяся кафедры «Химическая технология топлива»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет», тел.: 89041263291

Черенцова Мария Ивановна,
обучающаяся кафедры «Химическая технология топлива»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
тел.: 89041277286

Раскулова Татьяна Валентиновна,
д.х.н., доцент, заведующий кафедрой «Химическая технология топлива»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
тел.: 89025149351, e-mail: raskulova@list.ru

Фереферов Михаил Юрьевич,
к.т.н., доцент кафедры «Химическая технология топлива»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: fmu@agta.ru

Рябцов Алексей Юрьевич,
магистрант кафедры «Химическая технология топлива»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
тел.: 8(3955) 577122

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ДЕПАРАФИНИЗАЦИЯ МАСЕЛ В ПРИСУТСТВИИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАСТВОРИТЕЛЯ

Kurbatova M.V., Cherentsova M.I., Raskulova T.V., Fereferov M.Y., Ryabtsov A.Y.

LOW TEMPERATURE DEWAXING OF OILS IN PRESENCE INDIVIDUAL SOLVENT

Аннотация. Показана возможность замены традиционного комплексного растворителя (толуол – метилэтилкетон), применяемого для низкотемпературной депарафинизации масел, на индивидуальный кетон.

Ключевые слова: низкотемпературная депарафинизация, низкотемпературный эффект депарафинизации, метилизобутилкетон.

Abstract. The replace ability of traditional complex solvent (toluene – methyl ethyl ketone) for low temperature de-waxing with an individual methyl isobutyl ketone is considered.

Keywords: low temperature de-waxing, de-waxing's effect, methyl isobutyl ketone.

Одним из основных показателей качества масел являются низкотемпературные параметры, которые характеризуют подвижность компонентов масел и, следовательно, возможность их эксплуатации при отрицательных температурах. Потеря подвижности масел при охлаждении связана со способностью твердых углеводородов, входящих в их состав, кристаллизоваться из растворов жидких углеводородов, образуя структурированные системы, связывающие жидкую фазу [1].

Для получения масел, пригодных к применению при отрицательных температурах, используют процесс депарафинизации.

Известны следующие промышленные методы депарафинизации:

– низкотемпературный процесс с применением селективных растворителей;

- карбамидная депарафинизация, при которой парафины дают комплексное соединение с карбамидом, нерастворимое в очищаемом продукте и выпадающее в осадок;
- адсорбция парафинов твердыми сорбентами;
- каталитическая депарафинизация;
- высокотемпературная экстракционная депарафинизация;
- депарафинизация в электрическом поле.

В промышленной практике наибольшее распространение нашел процесс низкотемпературной депарафинизации в присутствии растворителей. Он заключается в кристаллизации твердых углеводородов при охлаждении раствора масляной фракции в специально подобранном растворителе.

К числу углеводородов, выделяющихся в кристаллическом состоянии из нефтяных

фракций, относятся высшие парафиновые углеводороды, содержащие более шестидцати атомов углерода, а также нафтеновые, нафтеноароматические и ароматические углеводороды с длинными алкильными заместителями.

Твердые углеводороды, содержащиеся в масляных фракциях, ограниченно растворяются как в полярных, так и в неполярных растворителях. При этом растворимость углеводородов в полярных растворителях определяется типом их поляризации в данном растворителе. Вследствие малой поляризуемости высших линейных алканов, а также высших алкильных производных нафтенов и аренов их растворение в полярных растворителях происходит, в основном, под действием дисперсионных сил. Действие данных сил ослабевает при понижении температуры, в результате чего растворимость таких углеводородов при охлаждении резко снижается и они выделяются из раствора в виде кристаллической фазы.

Для низкотемпературной депарафинизации предложено значительное количество как полярных, так и неполярных растворителей. Наибольшее распространение на промышленных установках нашли смеси алифатических кетонов (ацетон, метилэтилкетон, метилизобутилкетон и т.д.) с ароматическими углеводородами (бензол, толуол), спирты, хлорпроизводные, сжиженный пропан, фракции легкой нефти [2]. Чаще всего используют смеси кетонов (ацетон или метилэтилкетон) с толуолом. Добавки ароматических растворителей необходимы для повышения растворяющей способности системы и увеличения выхода депарафинированного масла.

Эффективность депарафинизации масел кетонами в значительной степени зависит от типа применяемого кетона и его концентрации [3]. Увеличение молекулярной массы кетона и степени его разветвления (ацетон – метилэтилкетон – метилизопропилкетон) приводит к возрастанию выхода депарафинированного масла, скорости его фильтрации и уменьшению температуры застывания. К такому же результату приводит рост концентрации кетона в составе бинарной растворяющей системы.

Наиболее перспективными растворителями в настоящее время являются индивидуальные кетоны, например, метилпропилкетон или метилизобутилкетон. Они одновре-

менно обеспечивают высокую селективность и хорошую растворяющую способность, поэтому не нуждаются в добавках ароматического растворителя. Этот эффект объясняется следующими соображениями. С увеличением числа углеродных атомов в молекуле кетона возрастают его дисперсионные свойства, что закономерно приводит к росту растворяющей способности.

Также индивидуальные кетоны характеризуются небольшими значениями низкотемпературного эффекта депарафинизации (ТЭД). ТЭД – это разность между требуемой температурой застывания депарафинированного масла и температурой охлаждения раствора, которая обеспечивает достижение заданной температуры застывания. Примерные температурные эффекты депарафинизации для наиболее распространенных растворителей приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Температурные эффекты депарафинизации для наиболее распространенных растворителей

Растворитель	Значение ТЭД, °С
Пропан	от –15 до –20
Ацетон + толуол*	от –10 до –12
Метилэтилкетон + толуол**	от –8 до –10
Метилизобутилкетон	от 0 до –3

* – массовое содержание толуола в смеси составляет 65 %;

** – массовое содержание толуола в смеси составляет 60 %.

Нами экспериментально исследован процесс низкотемпературной депарафинизации рафинатов селективной очистки масляных фракций Производства масел АО «АНХК». В качестве объектов исследования использовали фракции вязкого и остаточного масла. Депарафинизацию проводили в присутствии стандартной системы метилэтилкетон (МЭК) – толуол (Т), применяемой на производстве, и индивидуального растворителя – метилизобутилкетона (МиБК). В ходе экспериментов варьировали соотношение масла и растворителя (Р), а также температуру депарафинизации.

Исследование процесса депарафинизации проводили на лабораторной установке, которая включала охлаждаемый аппарат для проведения депарафинизации и систему отгонки растворителя. Экспериментальные данные, полученные в процессе исследований, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Экспериментальные данные по депарафинизации масел

Тип растворителя/ Соотношение Р : сырье	Температура проведения депарафинизации, °С	Температура застывания, °С		Выход масла, %	
		вязкое масло	остаточное масло	вязкое масло	остаточное масло
Исходное топливо	–	20	35	–	–
МЭК–Т / 3:1	-20	-12	-7	75,4	56,8
	-10	-12	–	79,1	69,5
	0	–	-5	82,3	73,5
МЭК–Т / 1,5:1	-20	–	–	76,0	80,1
	-10	-7	5	79,2	92,9
	0	-10	-4	84,2	89,0
МиБК / 3:1	-20	-7	-13	83,8	64,6
	-10	–	–	85,9	78,5
	0	-13	-15	88,6	83,0
МиБК / 1,5:1	-20	-17	-19	80,7	70,3
	-10	-16	-16	85,3	80,8
	0	–	–	87,6	84,6
МЭК / 3:1	-20	-18	-22	68,1	62,0
	-10	-16	-17	71,6	70,5
	0	-14	–	78,8	75,2

В присутствии смеси МЭК–Т депарафинизацию реализуют при температурах от минус 20 до минус 30 °С. Использование метилизобутилкетона позволяет осуществлять депарафинизацию указанного сырья при температурах от минус 10 до 0 °С.

В целом для всех исследованных систем с ростом температуры депарафинизации наблюдается увеличение выхода депарафинированного масла. При этом для большинства изученных систем снижение кратности растворителя к сырью приводит к возрастанию этого параметра.

Для остаточного масла характерна большая зависимость выхода депарафината от температуры. Например, при депарафинизации в МиБК и кратности растворителя 3 : 1 изменение температуры процесса на 20 °С приводит к возрастанию выхода на 18,4 %.

В целом, выходы депарафинированного масла при проведении процесса в среде МиБК и МЭК выше, чем при использовании

стандартной промышленной системы МЭК–Т.

Более значимое влияние состав растворителя и его кратность к сырью оказывают на температуру застывания депарафинированного продукта. При использовании индивидуальных кетонов температура застывания депарафинированного масла составила от минус 7 до минус 22 °С. При этом наибольшие значения депрессии температуры застывания (вплоть до 57 °С) наблюдаются для фракции остаточного масла в МЭК.

Таким образом, замена комплексного растворителя низкотемпературной депарафинизации (смесь метилэтилкетон – толуол) на индивидуальный кетонный растворитель (метилизобутилкетон или метилэтилкетон) для установки низкотемпературной депарафинизации рафинатов селективной очистки масляных фракций Производства масел АО «АНХК» является возможной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черножуков Н.И. Технология переработки нефти и газа. Ч. 3. Очистка и разделение нефтяного сырья, производство товарных нефтепродуктов. – М.: Химия, 1978. – 424 с.
2. Гольдберг Д.О. Контроль производства масел и парафинов. – М.: Химия, 1964. – 246 с.
3. Акимов В.С., Гольдберг Д.О., Ефремова М.И. Влияние содержания ацетона в растворителе на процесс депарафинизации. В Кн.: Сернистые нефти и продукты их переработки. – М.: Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы, 1963. – С. 112.

УДК 66.021

Лалетин Виктор Игоревич,
 магистрант ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
 e-mail: laletin.95@mail.ru

Андреевко Матвей Викторович,
 аспирант кафедры МАХП,
 ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
 e-mail: balchug@mail.ru

Бальчугов Алексей Валерьевич,
 д.т.н., доцент, профессор кафедры МАХП
 ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
 проректор по научной работе,
 email: balchug@mail.ru

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ КОНТАКТНОГО УСТРОЙСТВА НА ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ

Laletin V.I., Andreenko M.V., Balchugov A.V.

IMPACT OF THE DESIGN OF THE CONTACT DEVICE ON HYDRAULIC RESISTANCE OF RECTIFICATION COLUMN

Аннотация. Показано, что использование новой высокоэффективной ударно-распылительной регулярной насадки вместо прямооточных клапанных тарелок в ректификационной колонне выделения изопентановой фракции позволит существенно снизить гидравлическое сопротивление и энергетические затраты на проведение процесса. Низкое гидравлическое сопротивление ударно-распылительной насадки объясняется ее конструктивными особенностями: регулярной компоновкой, высоким свободным сечением, низким количеством удерживаемой жидкости.

Ключевые слова: ректификационная колонна, гидравлическое сопротивление, энергетические затраты, клапанные тарелки, ударно-распылительная насадка.

Abstract. It is shown that the use of a new highly efficient shock-spray regular packing instead of direct-flow valve plates in the distillation column for the separation of the isopentane fraction will significantly reduce the hydraulic resistance and energy costs. The low hydraulic resistance of the shock-spray packing is explained by its design features: regular layout, high free cross section, low amount of retained fluid.

Keywords: distillation column, hydraulic resistance, energy costs, valve plates, shock-spray packing.

На установке каталитического риформинга лёгкой прямогонной нефти существует проблема высоких энергетических затрат на обогрев испарителя кубовой части ректификационной колонны выделения изопентановой фракции (колонна К-102). Колонна К-

102 предназначена для разделения смесового сырья на изопентановую фракцию и фракцию C₅-C₆ (сырье реакторного блока). В качестве сырья в колонну К-102 подаются фракция 30 – 70 °С из колонны К-1 блока разделения прямогонных бензиновых фрак-