



ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ ПО ТЕХНОЛОГИИ «TECHNOILOGY™ Process» В СРАВНЕНИИ С НЕКОТОРЫМИ ДРУГИМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ



Москва, 2021 г.

Содержание

1	Инновационные преимущества технологии «TECHNOILOGY™ Process»	3
2	Схема технологического процесса	5
3	Описание процесса переработки отработанных масел по технологии «TECHNOILOGY™ Process»	6
3.1	Обезвоживание	6
3.2	Деметаллизация	7
3.3	Фракционирование	8
4	Сравнение основные технологических процессов	9
4.1	Сравнение деасфальтизации и тонкоплёночного испарения	9
4.2	Сравнение экстракции растворителем n-МР с гидроочисткой	10
4.2	Сравнение деасфальтизации с плазмотрубчатый реактором	11
5	Выводы	12
	Приложения	13
1	Групповые технологии переработки отработанных масел (по типам процессов) ...	13
2	Затраты на переработку отработанных масел по различным технологиями	14
3	Экологические проблемы при переработке отработанных масел по различным технологиями	15
4	Качество базовых масел получаемых в результате переработки отработанных масел при применении различных технологий	16
5	Заводы спроектированные и построенные инженерами TECHNOILOGY	18
6	Источники информации	20

1. ИННОВАЦИОННЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА «TECHNOILOGY™ Process»

Технологический процесс переработки отработанных масел по технологии «TECHNOILOGY™ Process» - это инновационный процесс, обладающий рядом преимуществ по сравнению с другими процессами, которые используются в мире в настоящее время.

«TECHNOILOGY™ Process» — это результат:

- 35-летнего опыта в сфере переработки отработанных масел, начиная с первого завода, построенного в Испании, в 80-х годах XX-го века, и предшествующего заводу, впоследствии построенному в Италии;

- опыта оптимизации и модернизации, существующих технологических процессов, в т.ч. установок с гидрогенизацией, реализованных в Италии и др. странах.

Анализ накопленного опыта способствовал разработке высокоэффективного технологического процесса переработки отработанных масел в высококачественные базовые масла - «TECHNOILOGY™ Process»:

- с меньшими инвестиционными затратами, в т.ч. на процесс гидрогенизации;

- без применения кислотной очистки, которая в других технологических процессах приводит к образованию большого количества опасных отходов;

- минимизирующего использование катализаторов и водорода на установках для производства базовых масел II-ой группы.

В технологии «TECHNOILOGY™ Process»:

- существенно улучшены традиционные процессы получения базового масла из отработанных масел;

- получаемый дистилляционный остаток имеет более высокое качество, позволяющее его добавлять в различные асфальтовые эмульсии и модифицированные асфальты.

Использование «TECHNOILOGY™ Process» позволяет значительно улучшить финансово-экономические показатели функционирования предприятия по сбору и переработке отработанных масел.

Простота и эффективность технологии «TECHNOILOGY™ Process» позволяет получить высококачественное базовое масло с относительно низкими инвестиционными затратами и низкими операционными расходами, в сравнении с другими существующими процессами переработки отработанных масел, представленных в Приложения 1 - 4.

По существу технология «TECHNOILOGY™ Process» является гибкой технологической платформой, которая позволяет использовать лучшие доступные технологии для каждого конкретного проекта. Мы успешно разработали, продемонстрировали и доказали нашу технологию и процесс преобразования отработанных масел базовые масла.

«TECHNOILOGY™ Process» достигла четырех важнейших критериев любой технологии: реализуемость, эффективность, масштабируемость и гибкость.

Реализуемость: «TECHNOILOGY™ Process» - процесс переработки отработанного масла был продемонстрирован и испытан на комплексной основе в коммерческом масштабе.

Эффективность: для выработки тепла в «TECHNOILOGY™ Process» используются технологический газ и дизельно-бензиновая фракция, образующиеся при переработке отработанных масел, что снижает себестоимость производства, а так же сокращает углеродный след базового масла получаемого из отработанных масел.

Масштабируемость: «TECHNOILOGY™ Process» спроектирован так, чтобы быть модульной и масштабируемой для удовлетворения потребностей различных рынков, от установки на 20 тыс. тонн в год до установки на 80 тыс. тонн в год.

Гибкость: архитектура «TECHNOILOGY™ Process» позволяет потребителю выбирать необходимую компоновочную структуру для производства желаемого целевого продукта (базового масла I или II групп), мощности каждой установки, что в конечном итоге оптимизирует потенциальные выгоды и сводя к минимуму риски.

2. СХЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА «TECHNOILOGY™ Process»

Процесс состоит из следующих этапов:

- Вода и легкие растворители удаляются дистилляцией в секции обезвоживания.
- В секции деметаллизации выполняется вакуумная перегонка для отделения загрязняющих веществ и тяжелых компонентов, которые содержатся в отработанных маслах (присадки, полимеры, продукты окисления и полимеризации, и т.п.), которые извлекаются в нижней части колонны. На этом этапе добавляется химический реагент.
- При фракционировании базовое масла разделяется по вязкости на фракции. Из нижней части колонны извлекается остаток - соединения, которые прореагировали с реагентом.
- Установки с гидрированием упрощают эту операцию и могут быть преобразованы в дополнительную очистку, как описано ниже.



1. ОБЕЗВОЖИВАНИЕ – на этом этапе отработанное масло подвергается вакуумной перегонке с получением следующих продуктов: воды; легких углеводородов (растворители и бензины); обезвоженное отработанное масло

2. ДЕМЕТАЛЛИЗАЦИЯ / ДЕАСФАЛЬТИЗАЦИЯ - на этом этапе обезвоженное отработанное масло подвергается перегонке в высоком вакууме с получением следующих продуктов:

- дизельно-бензиновая фракция;
- деметаллизированное масло;
- асфальтовый (битуминозный) остаток.

3. ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ - на этом этапе деметаллизированное масло подвергается второй вакуумной перегонке с получением следующих фракций:

- фракции масла: шпindelное масло; легкое базовое масло и тяжелое базовое масло;
- остаток фракционирования.

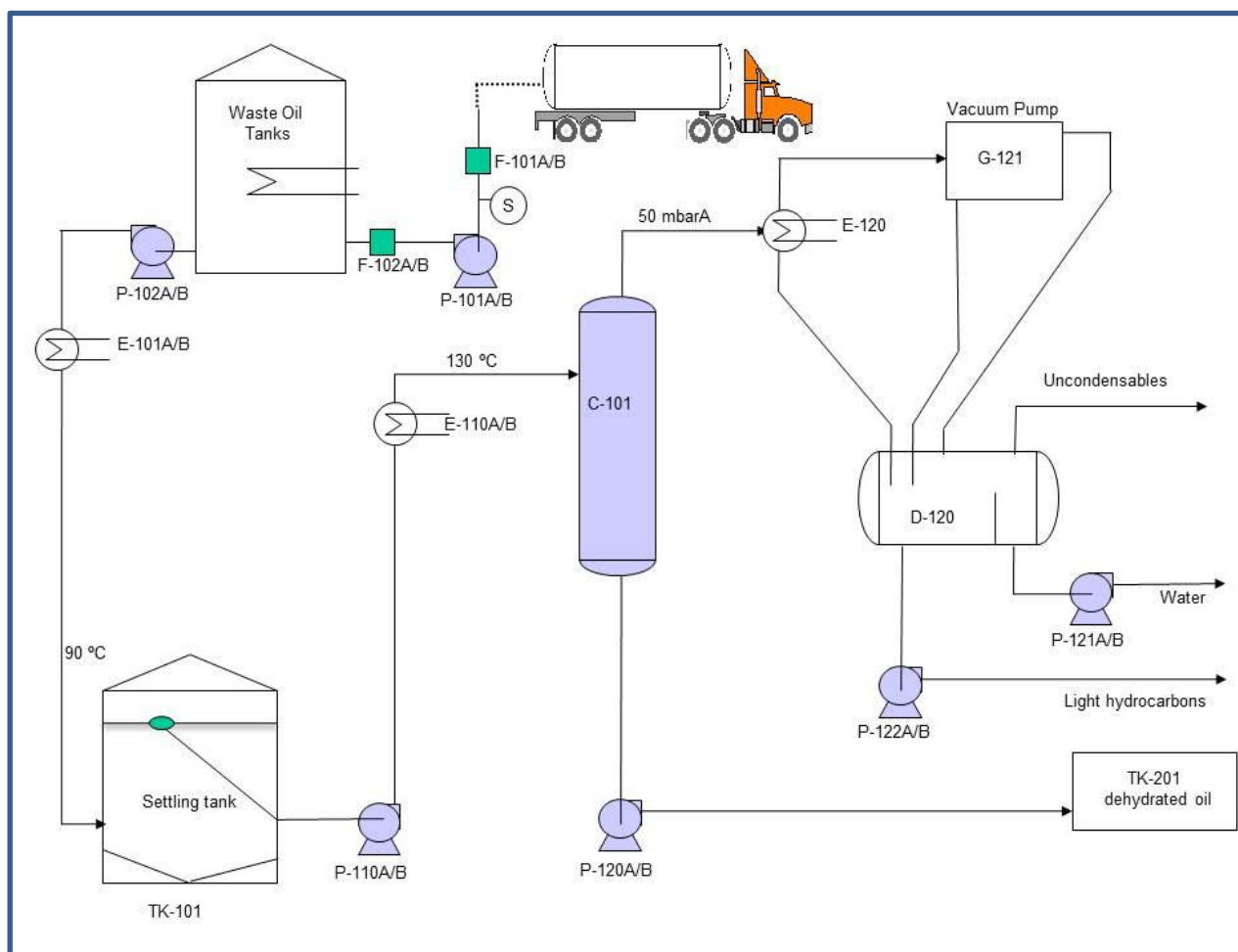
На этом этапе базовые масла соответствуют требованиям API к группе I/I+.

4. ГИДРОЧИСТКА. На этом этапе, при необходимости, качество получаемого базового масла может быть повышено до уровня II/II+ за счёт применения гидрогенизации. Что позволит снизить расход водорода и катализатора по сравнению с некоторыми другими процессами, доступными на рынке, где сырье в Hydrofinishing имеют цвет в диапазоне 5,0–8,0 ед., в то время как в «TECHNOILOGY™ Process» цвет от 1,0 до 2,5.

3. ОПИСАНИЕ СТАДИЙ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ ПО ТЕХНОЛОГИИ «TECHNOLOGY™ Process»

3.1. ОБЕЗВОЖИВАНИЕ

На этом этапе, который является типичным для многих процессов переработки отработанных масел, удаляются вода и легкие углеводороды, присутствующие в отработанном масле. Вода и легкие углеводороды удаляются испарением в ректификационной колонне (C-101), которая обычно работает при низкой температуре и умеренном вакууме. Выпаренная вода и легкие углеводороды конденсируются и направляются в декантер для разделения. Вода очищается или утилизируется как отходы. Углеводороды применяются при дальнейшей переработке отработанных масел. Небольшое количество нейтрализующего реагента добавляется в линию ввода в колонку для функционального улучшения следующего этапа.

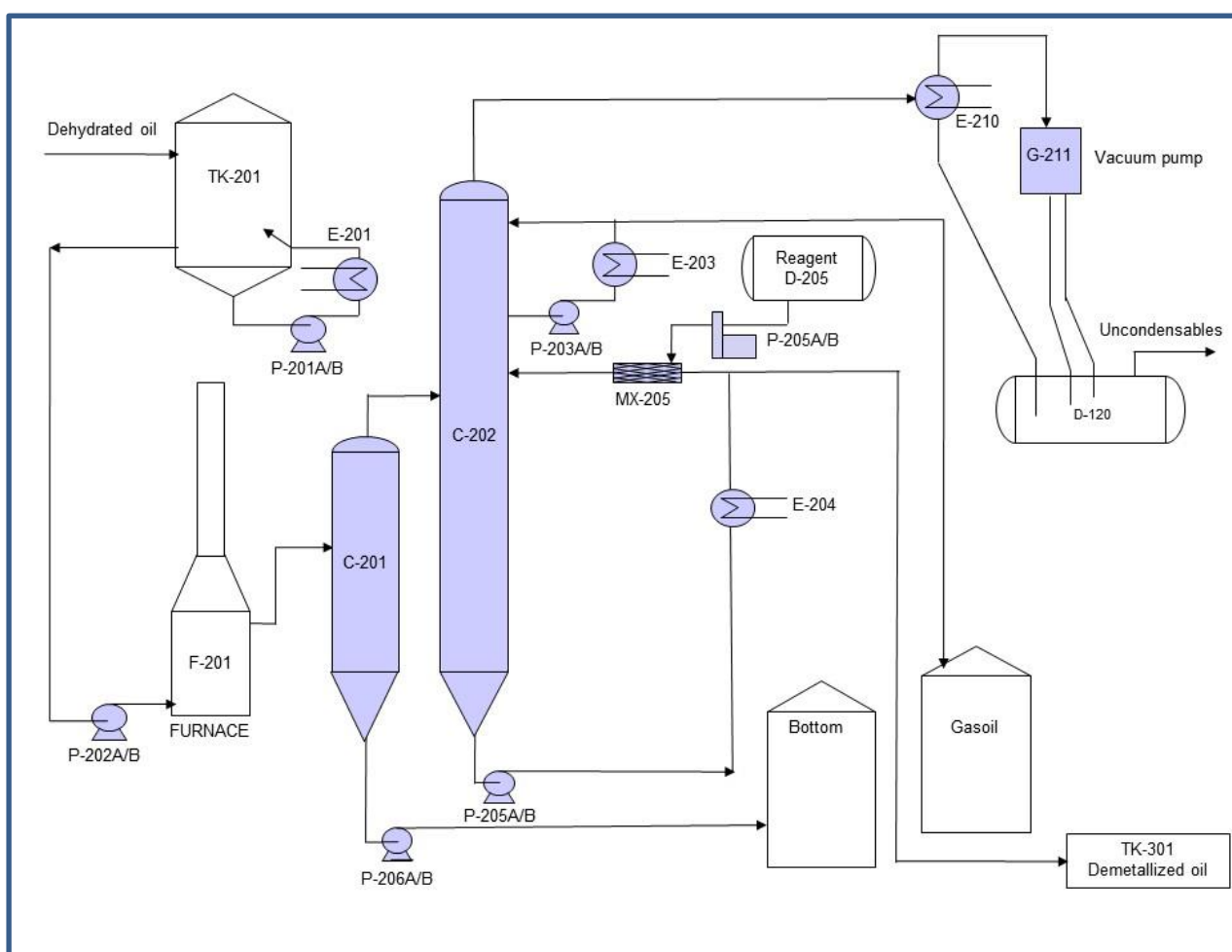


3.2. ДЕМЕТАЛЛИЗАЦИЯ (ДЕАСФАЛЬТИЗАЦИЯ)

На этом этапе получают три продукта: тяжелые компоненты в нижней части первой колонны (С-201), легкие фракции, газойль в верхней части второй колонны (С-202) и фракцию, содержащую деметаллизированную фракцию, в нижней части второй колонны (С-202).

Дистилляция проводится при давлении 10 мбар, и достигается отделение битуминозного остатка, пригодного для использования в качестве добавки к битуму при изготовлении гидроизоляционных материалов.

Колонны спроектированы для достижения хорошего отделения тяжелых компонентов от остальных более легких углеводородов, которые извлекаются из верхней части первой колонны (С-201) и конденсируются во второй колонне (С-202).

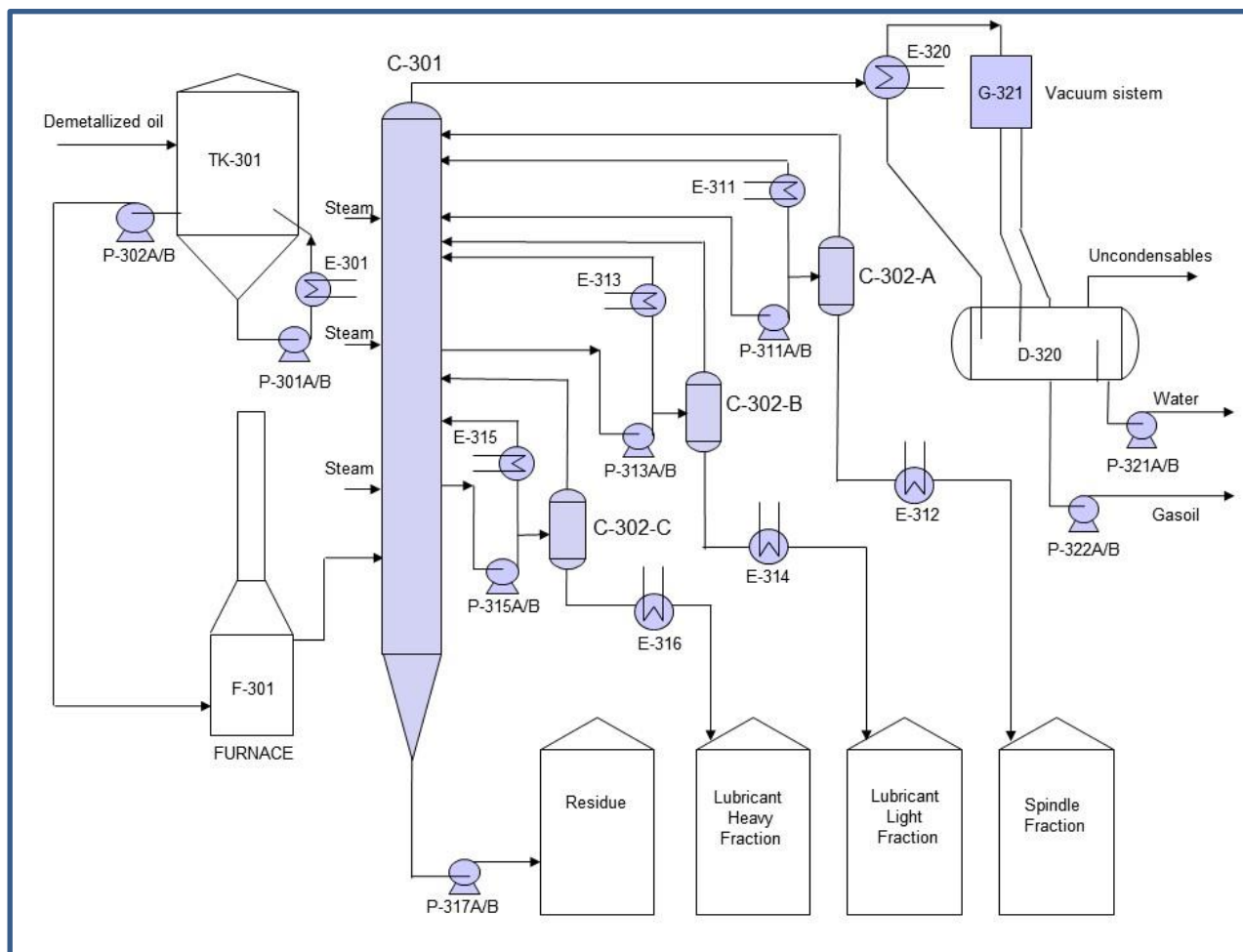


3.3. ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ

Высоковакуумная перегонка очищенного (обезвоженного и деметаллизированного) отработанного масла с предыдущих стадий с получением минимального кубового остатка и фракций базовых масел является третьей перегонкой.

Из колонны С-301 выходит гораздо меньший объём остатка, чем в других технологиях, из-за наличия в «TECHNOLOGY™ Process» независимой фазы деметаллизации. Количество этого остатка не превышает 5%, и может быть извлечено в виде минерального масла (примерно на 50%), которое может быть повторно использовано в процессе, а остальные 50%, где обнаружены минеральные соли, добавленные в процессе, удаляются как сточные воды.

Этот блок эквивалентен предыдущему TDA, разработанному нашими инженерами-технологами.



4. СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

4.1. СРАВНЕНИЕ ДЕАСФАЛЬТАЦИИ И ТОНКОПЛЁНОЧНОГО ИСПАРЕНИЯ

	ДЕМЕТАЛЛИЗАЦИЯ (ДЕАСФАЛЬТИЗАЦИЯ)	ТОНКОПЛЁНОЧНОЕ ИСПАРЕНИЕ (ТИПА TFE/WFE)
Давление, мм рт. ст.	8 - 10	1
Температура, °С	360-365	270 - 280
Положение оборудования	Статическое	Динамическое (вращение)
Затраты на техническое обслуживание	Низкие	Высокие

Большинство лицензиаров технологий по переработке отработанных масел используют различные тонкопленочные испарители типа TFE/WFE, для работы которых необходим высокий вакуум, чтобы компенсировать низкую температуру из-за непрямого нагрева диатермическим маслом во внешней рубашке. Так как в испарителях типа TFE/WFE вращающееся оборудование находится внутри статического сосуда под вакуумом, то применяется очень сложная система уплотнения, чтобы избежать проникновения воздуха.

Через несколько лет эксплуатации уплотнительная система испарителя TFE/WFE изнашивается, и происходит проникновение воздуха. Это влияет на вакуум, давление вместо 1 мм рт. ст. становится от 3–5 до 10 мм рт. ст., что приводит к снижению выхода базового масла и увеличению выхода битумного остатка.

Напротив, при деасфальтизации масло нагревается в технологической печи, и для его дистилляции требуется только 8-10 мм рт.ст. вакуума, оставляя только 10-11% остатка на дне (только Brightstock не может перегонять при этой температуре / вакууме, но небольшой процент масла в остатке придает асфальтовому остатку хорошие эластомерные свойства, что делает его пригодным для применения в гидроизоляционных битумных покрытиях).

Кроме того, TFE/WFE работает только для одномоментного испарения масла с удалением остатков и асфальтовых соединений. Для производства различных сортов базового масла необходима дополнительная установка фракционирования. Деасфальтирование одновременно фракционирует и удаляет загрязнители отработанного масла, снижая капитальные затраты (CAPEX).

Затраты на техническое обслуживание и ремонт TFE/WFE довольно высоки, потому что для удаления загрязнений из TFE/WFE необходимо ротор снять с помощью крана с длинной стрелой и высокой грузоподъемностью.

Наконец, размер TFE/WFE имеет ограничения, и для заводов большой мощности необходимо определенное количество TFE (например завод Safety-Kleen имеет их три), что более усложняет установку и увеличивает в три раза вышеупомянутые недостатки.

4.2. СРАВНЕНИЕ ЭКСТРАКЦИИ РАСТВОРИТЕЛЕМ N-MP С ГИДРООЧИСТКОЙ

Некоторые предприятия, перерабатывающие отработанные масла, используют процесс тонкопленочного испарения (TFE/WFE) с последующей экстракцией растворителем n-метилпирролидоном (N-MP). Недостатки TFE по сравнению с колонкой TDA подробно описаны в следующем описании. Ниже описаны различия между двумя процессами экстракции загрязнений из обработанного масла: обработкой растворителем и гидроочисткой.

Обработка (экстракция) растворителем эффективна для деароматизации, но для удаления серы не эффективна. Кроме того, для максимального осветления базового масла, подобного тому, которое может быть получено с помощью гидроочистки, необходимо применять растворитель с высокой плотностью, что негативно повлияет на выход базового масла. Так как в базовом масле будет содержаться большое количество ароматического экстракта, из-за чего это масло имеет очень низкую стоимость и, может быть, утилизировано огневым способом.

Таким образом, базовое масло обработанное n-MP не может быть базовым маслом Группы II (*), потому что уровень серы составляет более 300 ppm, а конечный выход ниже, чем тот, который получается при гидроочистке.

Процесс HYDROFINISHING более гибкий, так как установка гидроочистки может быть спроектирована для работы при различных давлениях и, в зависимости от давления, температуры и объемной скорости, может производить:

Базовые масла группы I / I +
 Базовые масла группы II / II +
 Технические белые масла

Получаемые базовые масла:

- имеют цвет менее 0,5 ед.
- очень высокое содержание насыщенными углеводородами;
- высокую степень десульфурации.

Кроме того, с помощью гидроочистки можно также обрабатывать вакуумный газойль и производить дизельное топливо, в то время как с помощью n-MP получается VGO, извлеченный в верхнем потоке, т.е. промежуточный продукт, имеющий темный цвет, с высоким содержанием серы и резким запахом.

(*) КЛАССИФИКАЦИЯ БАЗОВЫХ МАСЕЛ ПО API

Группы базовых масел	Содержание насыщенных углеводородов, %	Содержание серы, ppm	Индекс Вязкости (ИВ)
I	< 90	> 300	80 < ИВ < 120
II	> 90	< 300	80 < ИВ < 120
III	> 90	< 300	> 120

4.3. СРАВНЕНИЕ ПЛАЗМОТРУБЧАТОГО РЕАКТОРА С ДЕАСФАЛЬТИЗАЦИЕЙ

Плазмотрубчатый реактор (ПТР) используется на двух заводах в Германии и в Казахстане. Используемый в Казахстане ПТР приобретался для переработки мазута, т.е. получения различных фракций, в 1-ю очередь дизельного топлива и только потом для переработки отработанных масел

Необходимо отметить, что качество производимых базовых масел на выходе из ПТР довольно низкое, и его переработку отработанного масла необходимо завершить с помощью кислотно-контактной (глиной) финишной обработки, в результате чего возникают кислотные шламы и проблемы утилизации отработанной глины.

Немецкий переработчик эксплуатирующий ПТР подтверждает, что большая часть продукта, полученного при переработке отработанного масла, продается в качестве топлива, а не базовых масел.

Из-за низкого качества и экологических проблем, вызванных их традиционным отбеливанием глиной, в последнее время Компания предлагает также гидроочистку Haldor Topsoe в качестве окончательной обработки. Этот способ очистки еще находится на уровне опытно-промышленной эксплуатации, были проведены только некоторые лабораторные испытания. Поэтому эту установку нельзя считать проверенной и достигшей уровня промышленного применения, поскольку возникают трудности с гарантией эксплуатационных параметров и продолжительности жизненного цикла катализатора, а также затрат OPEX и CAPEX. Кроме того, лицензионный сбор Haldor Topsoe и пакет базового инжиниринга обычно продаются по очень высокой цене.

С другой стороны, процесс деасфальтизации в тандеме с гидроочисткой, имеет большое количество примеров промышленного применения во всем мире, как для производства базовых масел I группы + (среднее давление), так и для группы II + (высокое давление).

Например, завод NexLube_PuraGlobe г. Тампа (США) был спроектирован и построен для производства базовых масел, которые будут использоваться в качестве не прямых пищевых продуктов в соответствии с правилами FDA, для распыления на апельсиновых садах во Флориде в качестве репеллента от насекомых.

5. ВЫВОДЫ

1. TECHNOLOGY™ Process является наилучшей доступной технологией (НДТ) для переработки отработанных масел среди существующих аналогов в мире, потому что:

- имеет лучший экологический рейтинг (меньшее количество отходов);
- имеет ограниченное потребление энергии;
- реализована в разных странах мира, в различных конфигурациях на различных предприятиях по переработке отработанных масел;
- команда инженеров, работающая в TECHNOLOGY Srl, имеет более 35 лет опыта работы в сфере обращения отработанных масел в широком секторе вопросов - от их сбора и аналитических вопросов до технических (эксплуатационных) по переработке отработанных масел.
- является единственным доступным на рынке технологическим процессом, который позволяет Заказчику разделить инвестиции на два этапа:
 - 1-й этап - производство базового масла I группы, полностью совместимого с базовым маслом I группы, полученного из нефтяного сырья;
 - 2-й этап - повышение качества производимого базового масла I группы до уровня II группы с помощью гидроочистки, если этого требует рынок.

Необходимо отметить, что при применении TECHNOLOGY™ Process инвестиции 1-го этапа не обесцениваются, т.е. основное технологическое оборудование не демонтируется, а просто к ним добавляются новые инвестиции в строительство установки гидроочистки при высоком давлении. Все остальные технологии либо уже оснащены с самого начала HDF, либо они производят только жидкое нефтяное топливо. Так же эти технологии для очистки базового масла применяют отбеливающую глину или экстракцию растворителем n-MP, которые после установки HDF переводятся в резерв или демонтируются, что влияет на первые инвестиции и увеличивает общий CAPEX.

2. Применение TECHNOLOGY™ Process – это оптимальное технологическое решение (по критерию «цена оборудования - качество базового масла») для реализации проектов по сбору и переработке отработанных масел.

3. При гидроочистке по TECHNOLOGY™ Process, если она будет установлена на 2-м этапе, расход H₂ намного ниже, а срок службы катализатора намного выше по сравнению с др. процессами, т.к. сырье уже частично обесцвечено введением добавки (промежуточные продукты других процессов имеют цвета: шпindelное масло 5,0 ед., легкая фракция базового масла 6,6 ед. и тяжелая фракция базового масла 8,0 ед.

3. Технология TECHNOLOGY™ Process успешно внедрена на ряде предприятий осуществляющих переработку отработанных масел в следующих странах (см. Рисунки в Приложении D):

- Польша: НПЗ ORLEN, г. Jedlicze (Едличе);
- Португалия: EGEO / SISAV, г. Chamusca (Чамуска);
- Индонезия: PT ALP Indoteknik, г. Сурабая (о. Ява);
- Испания: 3 завода SERTEGO в гг. Уэльве, Картахене и Ла-Риохе;
- США: PuraGlobe (Nex Lube), г. Тампа (Флорида).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Группы технологий переработки отработанных масел (по типам процессам):

1. Процессы экстракции селективным растворителем
2. Процессы отбеливания глиной
3. Процессы тонкоплёночного испарения + гидроочистка
4. Процессы деасфальтизации + гидроочистка
5. Процессы тонкоплёночного испарения + растворитель
6. Плазмотрубчатый реактор + отбеливание глиной
7. Процесс **TECHNOIOLOGY™**

Основные затраты на переработку отработанных масел различными технологиями

Статьи расходов	Удельная единица на тонну отработанного масла	Технологии переработки отработанных масел						TECHNOIOLOGY™ Process: деасфальтизация + химическая обработка + фракционирование (получение базового масла I гр.)
		Альтернативные						
		экстракция растворителем + гидроочистка	очистка глиной	тонкоплёночное испарение + гидроочистка (получение базового масла I гр.)	деасфальтизация + гидроочистка (получение базового масла II гр.)	циклоническая дистилляция + экстракция растворителем (получение базового масла I гр.)	плазма-трубчатый реактор + очистка глиной	
Электроэнергия	кВт/т	67,6	56,2	61,8	54,2	66,3	113,3	40,5
Натуральный газ	м³/т	208,2	137	160,3	138	88,2		78,5
Отбеливающая глина	кг/т	-	94,7	-	-	-	31,1	-
Отработанная глина	кг/т	-	137	-	-	-	45	-
H ₂ SO ₄	кг/т	-	-	-	-	-	10,5	-
Катализаторы	кг/т	-	-	0,25	0,35	-	-	-
Водород	нм³/т	-	-	50	49	-	-	-
Щелочь	кг/т						25,4	
Растворитель	кг/т	компенсационные потери	-	-	-	60	-	-
Добавка	кг/т	-	18	0,25	18	-	-	31,7
Выход	%	65,5	64	66,5	67	54	56,7	66,5

Экологические проблемы, связанные с использованием различных технологий переработки отработанных масел

№ п/п	Основные группы технологических процессов переработки отработанных масел	Экологический рейтинг	Примечания
1	Процессы экстракции селективным растворителем	++	Деасфальтирование пропаном является селективным, но следы пропана остаются в остатке асфальта, и пропан влияет на понижение температуры вспышки битумного остатка. В HDF (гидрофинишная очистка) предусмотрена утилизация отработанного катализатора и обработка H ₂ S (H ₂ S - опасное соединение для здоровья человека)
2	Процессы отбеливания глиной	++	Утилизация использованной глины, содержащей продукты загрязнения отработанного масла, вызывает проблемы из-за необходимости дальнейшей утилизации. Кроме того, при кислотной очистке возникает кислый гудрон, который является более опасным отходом, чем отработанное масло
3	Процессы тонкоплёночного испарения + гидроочистка	++	Тонкоплёночные испарители имеют проблемы с герметичностью уплотнений и, как следствие, проблемы с вакуумом / текучестью. В HDF предусмотрена утилизация отработанного катализатора и обработка H ₂ S (H ₂ S - опасное соединение для здоровья человека)
4	Процессы деасфальтизации + гидроочистка	+++	В HDF предусмотрена утилизация отработанного катализатора и обработка H ₂ S - опасного соединения для человека. Сероводород преобразуется в серу или другие побочные продукты (необходимо добавить CLAUS, LOCAT, MEROX и т. д.)
5	Процессы тонкоплёночного испарения + растворитель	+++	Удаляется до 100% ароматических соединений, но содержание серы по-прежнему превышает 300 ppm, а базовое масло не соответствует требованиям API к гр. II. Поэтому ароматический экстракт продаётся по низкой цене. Выход невысок, если цвет нужно довести до уровня "прозрачно-белых" гидроочищенных базовых масел
6	Плазмотрубчатый реактор + отбеливание глиной	+	Базовое масло имеет темный цвет, а в районе расположения установки довольно сильный и резкий запах. Кроме того, отбеливание необходимо усиливать серной кислотой ~ 96%. В результате образуется кислый гудрон (токсичный и опасный отход, класс опасности которого выше, чем у отработанного масла), который необходимо утилизировать.
7	Процесс TECHNOLOGY™	++++	Процесс с нулевыми отходами. Кроме сточных вод, которые необходимо очищать до норм водохозяйственного потребления или утилизировать. Других отходов не образуется.

Качество базовых масел получаемых в результате переработки отработанных масел на различных технологиях

Уровни качества базовых масел

№ п/п	Основные группы технологических процессов переработки отработанных масел	Качество базовых масел	Примечания
1	Процессы экстракции селективным растворителем	+++	Обычно после PDA следует HDF при низком давлении. На выходе хорошее базовое масло I гр., но дорого по OPEX и CAPEX
2	Процессы отбеливания глиной	++	На выходе базовое масло I гр. для применения в основном для шпindelных масел и др. масел промышленного применения. Иногда имеется резкий запах
3	Процессы тонкоплёночного испарения + гидроочистка	+++	На выходе базовое масло II гр., качество лучше, чем у I гр.
4	Процессы деасфальтизации + гидроочистка	++++	На выходе базовое масло II гр., качество лучше, чем у I гр.
5	Процессы тонкоплёночного испарения + растворитель	++++	На выходе базовое масло I гр., считается как гр. I + из-за деароматизации масла. Дорогая переработка для получения только гр. I.
6	Плазмотрубчатый реактор + отбеливание глиной	+	Фракции базового масла низкого качества, глина также требует использования серной кислоты. Фракции базового масла имеют резкий запах
7	Процесс TECHNOLOGY™	+++ / +++++	На выходе базовое масло: I гр. с невысокими инвестициями; II гр. с инвестициями в дополнительную гидроочистку

Сравнение показателей качества базовых масел разных производителей

Показатели качества	Метод испытания	Ед. изм.	Производители базовых масел из отработанных масел								
			TECHNOLOGY Process			Роса-1	Sudoil		Fluid Solution		Лукойл-ПНОС
			Фракция 1	Фракция 2	Фракция 3	МК-20 (компонент базового масла)	Базовое масло (шпиндельное)	Базовое масло - HD	Центрифугированное масло	Базовое масло	SN-150
Цвет	ASTM D 1500	ед. ЦНТ	1	1,5	2,2-2,5	6	2,5	1,5	3,5	2	0,5
Плотность при 15 °С	ASTM D 4052	кг/л	0,857	0,858	0,867	0,864	0,857	0,861	0,854	0,854	0,869
Вязкость при 40 °С	ASTM D 445	мм ² /с	14,4	29,4	54,4	-	23,43	34,95	20,88	27,86	30,59
Вязкость при 100 °С	ASTM D 445	мм ² /с	3,3	5,2	8	5,32	4,76	6	4,247	5,15	5,2
Индекс вязкости	ASTM D 2270	-	103	115	114	103	115	117	108	115	99
Кислотное число	IP 1A	мг КОН/г	<0,03			0,2			0,08	0,09	0,005
Щелочное число	IP 1A	мг КОН/г	отсутствие			отсутствие	0,15	0,03	отсутствие		отсутствие
Температура потери текучести	ASTM D 97	°С	-9	-9	-9	-18	-16	-10	-	-	-
Температура вспышки в открытом тигле	ASTM D 92	°С	220	235	245	208	219	237	223	223	213
Содержание серы	ASTM D 5453	°С	0,20-0,25	< 0,35	< 0,35	0,69	-	-	0,153	0,154	0,432
Содержание воды	ASTM D 4052	%	отсутствие			следы	-	-	отсутствие		отсутствие.
Испаряемость по НОАК	CEC L-40-A-93	%	< 30	< 10	< 5	-	-	-	21,2	13,2	13,8
Содержание полициклических ароматических углеводородов	IP 346	%	< 3			-	-	-	5,41	4,14	4

Заводы спроектированные и построенные инженерами TECHNOIOLOGY



PKN ORLEN - Jedlicze - Poland
49.71013236770662, 21.66969989985206



PKN ORLEN - Jedlicze - Poland



Sertego S.A - Cartagena - Spain
37.57371851833464,
0.9302409068824153



Sertego S.A - Huelva - Spain
37.176982628434764,
6.915633061375388

Продолжение приложения 5



EGEO - Chamusca - Portugal

39.400697588261124,
8.384947468051571



PT ALP - Syrabuya - Indonesia

7.562366609468579,
112.7121955028464



PuraGlobe (Nex Lube) - Tampa - USA,

27.9024577684035, 82.40822296296763

ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

