**Содержание**

1. Технологии регенерации отработанных масел

2. Способ регенерации отработанных нефтяных масел и их смесей. Практика внедрения

3. Способ регенерации отработанных моторных масел

**1. Технологии регенерации отработанных масел**

В процессе эксплуатации масел в них накапливаются продукты окисления, загрязнения и другие примеси, которые резко снижают качество масел. Масла, содержащие загрязняющие примеси, неспособны удовлетворять предъявляемым к ним требованиям и должны быть заменены свежими маслами. Отработанные масла собирают и подвергают регенерации с целью сохранения ценного сырья, что является экономически выгодным. За год на территории бывшего Советского Союза собирается около 1,7 млн. тонн масел, перерабатывается до 0,25 млн. тонн, т.е. 15%.

Переработать отработанные моторные масла совместно с нефтью на НПЗ нельзя, т.к. присадки, содержащиеся в маслах, нарушают работу нефтеперерабатывающего оборудования.

В зависимости от процесса регенерации получают 2–3 фракции базовых масел, из которых компаундированием и введением присадок могут быть приготовлены товарные масла (моторные, трансмиссионные, гидравлические, СОЖ, пластичные смазки). Средний выход регенерированного масла из отработанного, содержащего около 2–4% твердых загрязняющих примесей и воду, до 10% топлива, составляет 70–85% в зависимости от применяемого способа регенерации.

Для восстановления отработанных масел применяются разнообразные технологические операции, основанные на физических, физико-химических и химических процессах и заключаются в обработке масла с целью удаления из него продуктов старения и загрязнения. В качестве технологических процессов обычно соблюдается следующая последовательность методов: механический, для удаления из масла свободной воды и твердых загрязнений; теплофизический (выпаривание, вакуумная перегонка); физико-химический (коагуляция, адсорбция). Если их недостаточно, используются химические способы регенерации масел, связанные с применением более сложного оборудования и большими затратами.

1. Физические методы

Физические методы позволяют удалять из масел твердые частицы загрязнений, микрокапли воды и частично – смолистые и коксообразные вещества, а с помощью выпаривания – легкокипящие примеси. Масла обрабатываются в силовом поле с использованием гравитационных, центробежных и реже электрических, магнитных и вибрационных сил, а также фильтрование, водная промывка, выпаривание и вакуумная дистилляция. К физическим методам очистки отработанных масел относятся также различные массо- и теплообменные процессы, которые применяются для удаления из масла продуктов окисления углеводородов, воды и легкокипящих фракций.

2. Отстаивание

Отстаивание является наиболее простым методом, он основан на процессе естественного осаждения механических частиц и воды под действием гравитационных сил.

В зависимости от степени загрязнения топлива или масла и времени, отведенного на очистку, отстаивание применяется либо как самостоятельно, либо как предварительный метод, предшествующий фильтрации или центробежной очистке. Основным недостатком этого метода является большая продолжительность процесса оседания частиц до полной очистки, удаление только наиболее крупных частиц размером 50–100 мкм.

3. Фильтрация

Фильтрация – процесс удаления частиц механических примесей и смолистых соединений путем пропускания масла через сетчатые или пористые перегородки фильтров. В качестве фильтрационных материалов используют металлические и пластмассовые сетки, войлок, ткани, бумагу, композиционные материалы и керамику. Во многих организациях эксплуатирующих СДМ реализован следующий метод повышения качества очистки моторных масел – увеличивается количество фильтров грубой очистки и вводится в технологический процесс вторая ступень – тонкая очистка масла.

4. Центробежная очистка

Центробежная очистка осуществляется с помощью центрифуг и является наиболее эффективным и высокопроизводительным методом удаления механических примесей и воды. Этот метод основан на разделении различных фракций неоднородных смесей под действием центробежной силы. Применение центрифуг обеспечивает очистку масел от механических примесей до 0,005% по массе, что соответствует 13 классу чистоты по ГОСТ 17216–71 и обезвоживание до 0,6% по массе.

5. Физико-химические методы

Физико-химические методы нашли широкое применение, к ним относятся коагуляция, адсорбция и селективное растворение содержащихся в масле загрязнений, разновидностью адсорбционной очистки является ионно-обменная очистка.

6. Коагуляция

Коагуляция т.е. укрупнение частиц загрязнений, находящихся в масле в коллоидном или мелкодисперсном состоянии, осуществляется с помощью специальных веществ – коагулятов, к которым относятся электролиты неорганического и органического происхождения, поверхностно активные вещества (ПАВ), не обладающие электролитическими свойствами, коллоидные растворы ПАВ и гидрофильные высокомолекулярные соединения.

Процесс коагуляции зависит от количества вводимого коагулянта, продолжительности его контакта с маслом, температуры, эффективности перемешивания и т.д. Продолжительность коагуляции загрязнений в отработанном масле составляет, как правило 20–30 мин., после чего можно проводить очистку масла от укрупнившихся загрязнений с помощью отстаивания, центробежной очистки или фильтрования.

7. Адсорбционная очистка

Адсорбционная очистка отработанных масел заключается в использовании способности веществ, служащих адсорбентами, удерживать загрязняющие масло продукты на наружной поверхности гранул и на внутренней поверхности пронизывающих гранулы капилляров. В качестве адсорбентов применяют вещества природного происхождения (отбеливающие глины, бокситы, природные цеолиты) и полученные искусственным путем (силикагель, окись алюминия, алюмосиликатные соединения, синтетические цеолиты).

Адсорбционная очистка может осуществляться контактным методом – масло перемешивается с измельченным адсорбентом, перколяционным методом – очищаемое масло пропускается через адсорбент, методом противотока – масло и адсорбент движутся навстречу друг другу. К недостаткам контактной очистки следует отнести необходимость утилизации большого количества адсорбента, загрязняющего окружающую среду. При перколяционной очистке в качестве адсорбента чаще всего применяется силикагель, что делает этот медом дорогостоящим. Наиболее перспективным методом является адсорбентная очистка масла в движущемся слое адсорбента, при котором процесс протекает непрерывно, без остановки для периодической замены, регенерации или отфильтрования адсорбента, однако применение этого метода связано с использованием довольно сложного оборудования, что сдерживает его широкое распространение.

8. Ионно-обменная очистка

Ионно-обменная очистка основана на способности ионитов (ионно-обменных смол) задерживать загрязнения, диссоциирующие в растворенном состоянии на ионы. Иониты представляют собой твердые гигроскопические гели, получаемые путем полимеризации и поликонденсации органических веществ и не растворяющиеся в воде и углеводородах. Процесс очистки можно осуществить контактным методом при перемешивании отработанного масла с зернами ионита размером 0,3–2,0 мм или преколяционным методом при пропускании масла через заполненную ионитом колонну. В результате ионообмена подвижные ионы в пространственной решетке ионита заменяются ионами загрязнений. Восстановление свойств ионитов осуществляется путем их промывки растворителем, сушки и активации 5%-ным раствором едкого натра. Ионно-обменная очистка позволяет удалять из масла кислотные загрязнения, но не обеспечивает задержки смолистых веществ.

9. Селективная очистка

Селективная очистка отработанных масел основана на избирательном растворении отдельных веществ, загрязняющих масло: кислородных, сернистых и азотных соединений, а также при необходимости полициклических углеводородов с короткими боковыми цепями, ухудшающих вязкостно-температурные свойства масел.

В качестве селективных растворителей применяются фурфурол, фенол и его смесь с крезолом, нитробензол, различные спирты, ацетон, метил этиловый кетон и другие жидкости. Селективная очистка может проводиться в аппаратах типа «смеситель – отстойник» в сочетании с испарителями для отгона растворителя (ступенчатая экстракция) или в двух колоннах экстракционной для удаления из масла загрязнений и ректификационной для отгона растворителя (непрерывная экстракция). Второй способ экономичнее и получил более широкое применение.

Разновидностью селективной очистки является обработка отработанного масла пропаном, при которой углеводороды масла растворяются в пропане, а асфальтосмолистые вещества, находящиеся в масле в коллоидном состоянии, выпадают в осадок.

10. Химические методы

Химические методы очистки основаны на взаимодействии веществ, загрязняющих отработанные масла, и вводимых в эти масла реагентов. При этом в результате химических реакций образуются соединения, легко удаляемые из масла. К химическим методам очистки относятся кислотная и щелочная очистки, окисление кислородом, гидрогенизация, а также осушка и очистка от загрязнений с помощью окислов, карбидов и гидридов металлов. Наиболее часто используются:

11. Сернокислотная очистка

По числу установок и объему перерабатываемого сырья на первом месте в мире находятся процессы с применением серной кислоты. В результате сернокислотной очистки образуется большое количество кислого гудрона – трудно утилизируемого и экологически опасного отхода. Кроме того, сернокислотная очистка не обеспечивает удаление из отработанных масел полициклических аренов и высокотоксичных соединений хлора.

12. Гидроочистка

Гидрогенизационные процессы все шире применяются при переработке отработанных масел. Это связано как с широкими возможностями получения высококачественных масел, увеличения их выхода, так и с большой экологической чистотой этого процесса по сравнению с сернокислотной и адсорбционной очистками.

Недостатки процесса гидроочистки – потребность в больших количествах водорода, а порог экономически целесообразной производительности (по зарубежным данным) составляет 30–50 тыс. т/год. Установка с использованием гидроочистки масел, как правило, блокируется с соответствующим нефтеперерабатывающим производством, имеющим излишек водорода и возможность его рециркуляции.

13. Процессы с применением натрия и его соединений

Для очистки отработанных масел от полициклических соединений (смолы), высокотоксичных соединений хлора, продуктов окисления и присадок применяются процессы с использованием металлического натрия. При этом образуются полимеры и соли натрия с высокой температурой кипения, что позволяет отогнать масло. Выход очищенного масла превышает 80%. Процесс не требует давления и катализаторов, не связан с выделением хлоро- и сероводорода. Несколько таких установок работают во Франции и Германии. Среди промышленных процессов с использованием суспензии металлического натрия в нефтяном масле наиболее широко известен процесс Recyclon (Швейцария). Процесс Lubrex с использованием гидроксида и бикарбоната натрия (Швейцария) позволяет перерабатывать любые отработанные масла с выходом целевого продукта до 95%.

Для регенерации отработанных масел применяются разнообразные аппараты и установки, действие которых основано, как правило, на использовании сочетания методов (физических, физико – химических и химических), что дает возможность регенерировать отработанные масла разных марок и с различной степенью снижения показателей качества.

Необходимо отметить, что при регенерации масел возможно получать базовые масла, по качеству идентичные свежим, причем выход масла в зависимости от качества сырья составляет 80–90%, таким образом, базовые масла можно регенерировать еще по крайней мере два раза., но это возможно реализовать при условии применения современных технологических процессов.

Одной из проблем, резко снижающей экономическую эффективность утилизации отработанных моторных масел, являются большие расходы, связанные с их сбором, хранением и транспортировкой к месту переработки.

Организация мини-комплексов по регенерации масел для удовлетворения потребностей небольших территорий (края, области или города с населением 1–1,5 млн. человек) позволит снизить транспортные расходы, а получение высококачественных конечных продуктов – моторных масел и консистентных смазок, приближает такие мини-комплексы по экономической эффективности к производствам этих продуктов из нефти.

**2. Способ регенерации отработанных нефтяных масел и их смесей. Практика внедрения**

Предлагаемая технология и установка восстановления свойств отработанных нефтяных масел разработана для предприятий, использующих моторные, индустриальные, трансформаторные, турбинные и другие масла, а также гидравлические жидкости, и заинтересованных в их повторном применении. При этом сбор отработанных масел должен производиться на местах их образования, т.е. у потребителя товарных масел или на пунктах сбора отработанных нефтепродуктов, где можно установить стационарную модульную установку.

Производительность установки зависит от количества собираемого исходного сырья (от 100 т/год). Установка комплектуется блок-модулями по отдельным технологическим процессам. Наиболее трудоемкая технология, включающая все стадии процесса, применяется для отработанных моторных масел. Известно, что при эксплуатации товарных масел в бензиновых и дизельных двигателях накопление агрегативно-устойчивых продуктов окисления, асфальто-смолистых соединений, солей, частиц металлов, сажи и продуктов износа двигателя осложняет регенерацию. Присадки, добавляемые в товарные масла для улучшения эксплуатационных свойств, затрудняют отстой и фильтрацию из-за присутствия моющих компонентов. Содержание синтетических масел не должно превышать 10% от количества исходного сырья. В то же время технология регенерации индустриальных масел (особенно без присадок) является более простой.

1. Основные характеристики установки

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика | Значение |
| Производительность, т/ год (по сырью)\* | 100–1000 |
| Режим работы | Периодический |
| Выход чистого масла, %, не менее | 70–90 (зависит от типа и загрязненности сырья) |
| Рабочее давление, Кг/см (кПа), не более | 3,0 |
| Напряжение питания, В | 220/380 + 10% |
| Частота тока, Гц | 50 |
| Установленная мощность, кВт |  |
| с парогенератором | 200 |
| без парогенератора | 50 |
| Габаритные размеры установки\*\*, м | 8,0х2,4х4,5 |
| блока резервуарного с блоком коагуляции на каркасе | 4,0х2,4х4,5 |
| блока отгона ЛВЖ и воды на отдельном каркасе | 1,5х0,8х4,5 |
| блока адсорбции с блоком фильтрации на одном каркасе | 3,5х1,7х2,1 |
| шкафа электрического | 1,2х0,008х2,0 |
| Масса блоков, кг | 61001 |
| Количество обслуживающего персонала, чел. | 2 |

При отсутствии пара для технологических нужд установка может быть укомплектована парогенератором (производительность парогенератора 250 кг/ч, максимальная температура пара 143оС).

Выход готового продукта (70–90%) зависит от степени загрязненности регенерируемых масел, а выбор технологии и количества блок-модулей – от качества и количества исходного сырья – отработанного нефтепродукта.

Готовый продукт:

♦ масло соответствующей марки с пакетом присадок (моторные масла собранные по маркам);

♦ базовая основа моторных масел (смесь моторных масел – группа ММО);

♦ масло соответствующей марки (индустриальные масла общего назначения, энергетические, гидравлические жидкости собранные по маркам);

♦ базовая основа индустриальных масел (смесь индустриальных и энергетических масел – группа МИО);

♦ основа для топлива (смесь отработанных нефтепродуктов – группа СНО).

Поступающие с НПЗ некондиционные товарные масла могут быть подвергнуты очистке физико-химическими методами на этой же установке.

Три варианта технологического процесса с определенным набором блок-модулей позволяют получить указанные готовые продукты из соответствующего сырья.

Вариант I (основной). Сырье – отработанные моторные масла, смеси масел.

Стадии процесса: коагуляция (обработка реагентом); отстаивание тонкодисперсной части загрязнений; центрифугирование; дегазация; адсорбция; фильтрование; смешение с присадками.

Вариант П. Сырье – отработанные нефтяные масла без присадок.

Стадии процесса: все стадии процесса, кроме коагуляции и смешения с присадками.

Вариант III (очистка от воды и механических примесей). Сырье – товарные нефтепродукты, не отвечающие требованиям стандартов.

Стадии процесса: отстой (центрифугирование), фильтрование, испарение в дегазаторе (при необходимости).

Определяющими стадиями технологической цепочки и комплектующими установку блоками являются:

♦♦ блок коагуляции. Благодаря применению многофункционального коагулянта, введение которого в пересчете на сухой продукт составляет до 0,4% от объема отработанного масла, позволяет при определенных условиях вывести в осадок окисленные продукты, тонкодисперсные продукты загрязнений, которые физическими методами не осаждаются. Корректируются такие показатели как кислотное число, наличие ВКЩ, зольность, цвет (прозрачность).

♦♦ блок дегазации. Особая конструкция и условия термообработки позволяют не перегревать сырье на этой стадии процесса.

♦♦ блок фильтрации предусматривает удаление частиц загрязнений 1–5 мкм благодаря конструкции и фильтрационному материалу, разработанного для оборонной техники.

♦♦ блок адсорбции служит в основном для осветления готового продукта. Предлагаемая технология запатентована.

Утилизация отходов от регенерации (до 10%) возможна по двум направлениям: сжигание на специализированной установке или установка отдельного блока биологического окисления углеводородов.

**3. Способ регенерации (очистки) отработанных моторных масел**

Известны способы регенерации (очистки) отработанных масел путем обработки их сильными минеральными кислотами, в частности серной кислотой с последующей обработкой отбеливающими глинами. При этом значительная часть масел, до 50%, теряется, переходя в кислый гудрон. Такая обработка масла приводит к проблемам утилизации отработанных глин и кислотного шлама, что связано с загрязнением окружающей среды.

Известен способ регенерации (очистки) отработанных моторных смазочных масел включающий ряд последовательных стадий: удаление механических примесей, удаление воды и легких углеводородов, обработку насыщенными углеводородными растворителями, с последующей вакуумной дистилляцией и каталитическим гидрированием.

Известен способ регенерации (очистки) отработанных масел, сущность которого заключается в нагреве, отгонке воды и легких углеводородных фракций, обработке полиметилсилоксановыми растворителями с последующей вакуумной разгонкой в тонкопленочном испарителе. Недостатком процесса является высокая стоимость растворителя и сложность его удаления из смеси с маслом. Качество масла после стадии экстракции не позволяет использовать его для производства моторных масел и требует проведения дополнительной стадии вакуумной дистилляции.

Известен способ регенерации (очистки) отработанных масел, который принят за прототип, включающий следующие стадии: нагревание масла для удаления легких фракций и воды, экстракция масла насыщенными углеводородными растворителями, например пропаном, вакуумная разгонка с фракционированием и гидроочистка, причем тяжелую фракцию подвергают термической обработке и повторно экстрагируют растворителем. При использовании данной технологии газойлевые фракции удаляются на стадии фракционирования после экстракции, что ухудшает качество масла после стадии экстракции, а также требуются дополнительные стадии обработки – термообработка, дополнительная экстракция, что существенно осложняет и удорожает технологический процесс.

Поставленная цель: повышение экономических и экологических параметров процесса за счет улучшения качества деасфальтизата.

Поставленная задача достигается тем, что предлагаемый способ регенерации (очистки) отработанных моторных масел включает: удаление механических примесей, отгонку воды и легких углеводородных фракций, удаление газойлевых фракций, экстракцию масляных фракций осадительными растворителями, с последующей вакуумной дистилляцией (фракционированием) и гидроочисткой. Причем удаление газойлевых фракций проводится до стадии экстракции, а часть смолисто-асфальтеновых соединений после экстракции рециркулируют в экстракционный аппарат для создания внутреннего орошения.

Отсутствие газойлевых фракций на стадии экстракции повышает селективность растворителя, например, пропана, соответственно повышается качество деасфальтизата (меньше смол, лучше цвет, выше температура вспышки). Рециркуляция смолисто-асфальтеновых соединений в экстракционный аппарат и создание внутреннего орошения позволяет снизить содержание сконденсированных ароматических углеводородов с отрицательным индексом вязкости в деасфальтизате, вследствие их растворения в оседающих смолах, в то же время из смол восходящим потоком пропана экстрагируются ценные углеводородные компоненты.

Масло после экстракции, например, пропаном является промежуточным продуктом, свойства которого частично соответствуют параметрам товарных моторных масел, что связано с тем, что часть присадок имеющихся в отработанном масле остается в деасфальтизате. В частности полностью сохраняются депрессорные и вязкостные присадки, о чем свидетельствует низкая температура застывания (до минус 35 °С) и высокий индекс вязкости (до 115), частично моющие, диспергирующие и антиокислительные присадки (до 30%).

Для восстановления качества регенерированного масла после стадии экстракции и доведения его параметров до уровня товарных моторных масел требуется значительно меньше дорогостоящих присадок, чем при изготовлении товарных масел из базовых масел не содержащих присадок вообще, и представляется возможным не проводить две последующие стадии – дистилляции и доочистки, что существенно снижает затраты на производство регенерированных товарных моторных масел.

Согласно предлагаемому способу из отработанного масла удаляют механические примеси фильтрацией либо центрифугированием и после нагрева до температуры 100–120 °С проводят обезвоживание и удаление легких углеводородных фракций в вакуумной колонне. Следующую стадию – удаление газойлевых, фракций проводят в насадочном эвапораторе при температуре 200–250 °C и остаточном давлении от 10 до 50 мм.рт. ст. Предварительно очищенное масло направляют на стадию экстракции селективным растворителем, в качестве которого могут быть использованы: низкомолекулярные парафины (этан, пропан, бутан или их смеси), низшие спирты, простые эфиры, силоксаны. Отсутствие газойлевых фракций на стадии экстракции повышает селективность растворителя, например, пропана, соответственно повышается качество деасфальтизата (меньше смол, лучше цвет).

Процесс экстракции (деасфальтизации) при использовании пропана ведется в противоточной массообменной колонне при температуре 50–93 °C и давлении до 45 атм. и объемном отношении растворителя и масла 5–15/1. При использовании силоксановых растворителей экстракция проводится в динамических смесителях при температуре от 0 до 30 °C и давлении от 0 до 0,5 атм. и объемном соотношении расхода растворителя и масла от 2 до 5. Экстракция селективным растворителем проводится с рециркуляцией до 50% смолисто-асфальтеновых соединений в верхнюю часть массообменного аппарата.

В результате предлагаемых усовершенствований увеличивается выход деасфальтизата с одновременным улучшением его качества. Полученный деасфальтизат, после отпарки растворителя имеет показатели на уровне товарных моторных масел: температура вспышки более 220 °C, температура застывания ниже минус 32 °C, индекс вязкости более 115, вязкость 7–9 сст. (100 °C), цвет 5–6 ед. ЦНТ. Значения показателей: щелочное число, содержание активных элементов Са, Zn, Р ниже требований на моторные масла, что связано с удалением части присадок и их фрагментов при экстракции. Для доведения качества деасфальтизата до уровня требований на моторные масла требуется значительно меньше присадок, чем при использовании регенерированных базовых масел.

Представляется возможным не проводить дальнейшие стадии регенерации (очистки) масла: дистилляцию и доочистку, поскольку улучшение ряда параметров (цвет, кислотное число) масла, сопровождается повышением температуры застывания (до минус 10 °С), снижением индекса вязкости (до 85), вязкости (до 4–5 сст.), снижается выход регенерированного масла. Изменение вышеназванных параметров связано не только с полным удалением присадок, но и с изменением состава масла при воздействии высоких температур при дистилляции. Введение присадок в базовые масла улучшает эти параметры, но достичь значений характерных для регенерированного (очищенного) масла после стадии экстракции не удается.

При необходимости получения чистых базовых масел, усовершенствование процесса экстракции позволяет улучшить качество дистиллятных масляных фракций, увеличивает их выход (меньше смолистых соединений), параметры процесса гидроочистки могут быть смягчены, а базовое масло после гидроочистки получается более качественным.

Для улучшения цвета и полного удаления присадок масло направляют на вакуумную дистилляцию, которую можно проводить в пленочных, роторно-пленочных, циклонных испарителях, либо в ректификационной колонне при температуре 300–350 °C и давлении 1–10 мм.рт. ст.

Доочистка масла после стадии дистилляции проводится способом каталитического гидрирования на катализаторах на основе металлов 6 и 8 группы периодической системы Менделеева, их окислов, либо сульфидов, нанесенных на окись алюминия. Основные параметры процесса гидроочистки: температура -150–400 °С, давление -40–200 атм., контактная нагрузка -0,2–4 час-1. Гидроочистка может проводиться в любом фазовом состоянии водорода и масла.

Способ регенерации (очистки) отработанных масел иллюстрируется следующими примерами.

Пример 1.

Отработанное масло, предварительно нагретое до температуры 100 °C, подвергают предварительной отгонке воды и легких фракций при температуре 100 °С и давлении 25 мм.рт. ст., затем продукт направляют на экстракцию смесью пропан-бутан (70% пропана, 30% Н-бутана) при температуре 90 °С, давлении 32 кгс/см2, соотношении растворитель / масло 8:1. Экстрагированное масло подвергают вакуумной дистилляции в тонкопленочном испарителе при температуре 320 °C и давлении 5 мм.рт. ст. Далее масло подвергают гидроочистке на алюмоникелевом катализаторе при 320 °C и давлении 30 атм. Получаемое базовое масло из-за высокой температуры застывания, низкого индекса вязкости требует введения значительного количества присадок – до 15%.

Пример 2.

Отработанное масло, предварительно нагретое до температуры 100 °C, подвергают предварительной отгонке воды и легких фракций при температуре 100 °C и давлении 25 мм.рт. ст., затем продукт направляют на экстракцию смесью пропан-бутан (70% пропана, 30% Н-бутана) при температуре 92 °C, давлении 35 кгс/см2, соотношении растворитель / масло 8:1. Полученное экстрагированное масло при достаточно высокой вязкости и индексе вязкости, низкой температуре застывания имеет низкую температуру вспышки и неудовлетворительную цветность.

Пример 3.

Отработанное масло, предварительно нагретое до температуры 100 °С, подвергают предварительной отгонке воды и легких углеводородных бензиновых фракций при температуре 100 °С и давлении 25 мм.рт. ст., затем проводят удаление газойлевых фракций в насадочном эвапараторе при температуре 250 °C и давлении 10 мм.рт. ст. Экстракцию чистых масляных фракций проводят смесью пропан-бутан (70% пропана, 30% Н-бутана) при температуре 92 °С, давлении 35 кгс/см2, соотношении растворитель / масло 8:1 с рециркуляцией до 50% смолисто-асфальтеновых соединений в верхнюю часть колонны. Полученное регенерированное масло обладает более высокой вязкостью, индексом вязкости, более низкой температурой застывания, лучшим цветом, высокой температурой вспышки в сравнении с экстрагированным маслом полученным традиционным способом экстракции и может быть использовано для получения моторного масла типа М5з10Г1 при добавлении ограниченного количества присадок (до 5%).

Из этого видно, что масло, получаемое после стадии экстракции при удалении газойлей до стадии экстракции и создании внутреннего орошения в экстракционном аппарате имеет лучшие свойства в сравнении с маслом получаемым по полному циклу регенерации, что позволяет уменьшить количество стадий технологического процесса и использовать деасфальтизат в качестве компонента моторных масел, либо в качестве моторного масла после добавления ограниченного количества присадок.

**Список литературы**

1. Шашкин П.И. Регенерация отработанных нефтяных масел
2. http://www.oilteco.ru
3. http://sudoinfo.narod.ru