



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL



Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

CARTA PATENTE N.º PI 0413639-0

Patente de Invenção

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito : PI 0413639-0

(22) Data do Depósito : 17/08/2004

(43) Data da Publicação do Pedido : 03/03/2005

(51) Classificação Internacional : C10G 27/04; C10G 27/12

(30) Prioridade Unionista : 20/08/2003 US 10/644255

(54) Título : PROCESSO PARA O TRATAMENTO DE UMA FRAÇÃO DE ÓLEO BRUTO

(73) Titular : Mark C. Cullen. Endereço: 5605 Brookmeadow Lane, Reno, Nevada 89511, Estados Unidos (US).

(72) Inventor : Mark C. Cullen. Endereço: 5605 Brookmeadow Lane, Reno, Nevada 89511, Estados Unidos.

Prazo de Validade : 20 (vinte) anos contados a partir de 17/08/2004, observadas as condições legais.

Expedida em : 25 de Março de 2014.

Assinado digitalmente por
Júlio César Castelo Branco Reis Moreira
Diretor de Patentes

15 de Novembro
REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
de 1889

“PROCESSO PARA O TRATAMENTO DE UMA FRAÇÃO DE ÓLEO BRUTO”

REFERÊNCIA CRUZADA A SOLICITAÇÕES RELACIONADAS

A solicitação atual é uma continuação parcial da solicitação americana de patente pendente, número de série 10/431.661, depositada em 8 de maio de 2003 por Cullen, *et al.*, intitulada TREATMENT OF CRUDE OIL FRACTIONS, FOSSIL FUELS AND PRODUCTS THEREOF WITH SONIC ENERGY, que é uma continuação parcial da solicitação de patente americana pendente, número de série 09/ 853.127, depositada em 22 de maio de 2001 por Gunnerman *et al.*, intitulada TREATMENT OF CRUDE OIL FRACTIONS, FOSSIL FUELS AND PRODUCTS THEREOF WITH ULTRA SOUND, os ensinamentos das quais são expressamente incorporados aqui como referência.

DECLARAÇÃO RE: PESQUISA/DESENVOLVIMENTO FINANCIADOS

FEDERALMENTE

Não aplicável

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

1. Campo da invenção

Esta invenção se situa no campo de processos químicos para tratamento de frações de óleo bruto e dos vários tipos de produtos derivados e obtidos destas fontes. Especialmente, esta invenção enfoca processos de reforma, como reações de abertura de anéis e saturação de duplas ligações, para aprimorar os combustíveis fósseis e converter os produtos orgânicos em formas que melhorarão o seu desempenho e expandirão a sua utilização. Esta invenção também reside na remoção de compostos contendo enxofre, compostos contendo nitrogênio, e outros compostos indesejáveis do petróleo e de combustíveis com base em petróleo.

2. Descrição da técnica anterior

Os combustíveis fósseis são a maior e a mais largamente

utilizada fonte de energia no mundo, oferecendo eficiência elevada, desempenho garantido, e preços relativamente baixos. Existem muitos tipos diferentes de combustíveis fósseis, variando de frações de petróleo até o carvão, alcatrão, e xisto, com os usos variando de utilização pelos consumidores, tais como em motores automotivos e para o aquecimento doméstico, até usos comerciais, tais como caldeiras, fomalhas, unidades de fundição, e usinas de força.

Os combustíveis fósseis e outras frações de óleo bruto e produtos derivados de fontes naturais contêm uma vasta série de hidrocarbonetos largamente diferentes em peso molecular, pontos de ebulição e de fusão, reatividade, e facilidade de processamento. Têm sido desenvolvidos vários processos industriais para melhorar estes materiais, através da remoção, diluição, ou conversão dos componentes mais pesados ou daqueles que tendem a se polimerizar ou de outra forma, a se solidificar, especialmente as olefinas, os aromáticos, e os compostos com anéis fundidos, tais como naftalenos, indanos e indenos, antracenos e fenantracenos. Um meio comum de efetuar a conversão destes compostos é por saturação, através da hidrogenação das duplas ligações.

Para os combustíveis fósseis especialmente, uma preocupação crescente é a necessidade da remoção dos compostos de enxofre. O enxofre dos compostos de enxofre provoca corrosão nas linhas, nas bombas, e no equipamento de refino, o envenenamento de catalisadores utilizados no refino e na combustão de combustíveis fósseis, e a falha prematura de motores a combustão. O enxofre envenena os conversões catalíticos utilizados em caminhões e ônibus acionados a diesel para o controle das emissões de óxidos de nitrogênio (NO_x). O enxofre também provoca um aumento nas emissões de particulados (fuligem) de caminhões e ônibus, através da degradação dos filtros de fuligem utilizados nestes veículos. A queima de combustível contendo enxofre produz dióxido de enxofre, que entra na atmosfera como

uma chuva ácida, infringindo danos à agricultura e ao gado, e provocando problemas para a saúde humana.

O "Clean Air Act" de 1964 e os seus vários adendos impuseram padrões de emissões de enxofre que são difíceis e dispendiosos de serem obtidos. De acordo com o Ato, a Agência Americana de Proteção Ambiental estabeleceu um limite superior de 15 partes por milhão por peso (ppmp) no teor de enxofre de óleo diesel, em vigor a partir de meados de 2006. Isto é uma redução severa do padrão de 500 ppmp, em vigor a partir do ano 2000. Para a gasolina reformulada, o padrão de 300 ppmp no ano 2000 foi reduzido para 30 ppmp, em vigor a partir de 1 de janeiro de 2004. Alterações semelhantes foram decretadas na União Européia, que imporá um limite de 50 ppmp de enxofre, tanto para a gasolina como para o óleo diesel, a partir do ano 2005. O tratamento de combustíveis para se obter emissões de enxofre suficientemente baixas para o atendimento destes requisitos é difícil e dispendioso, e o aumento nos preços dos combustíveis que isto causará, terá uma grande influência na economia mundial.

O método principal de dessulfurização do combustível fóssil da técnica anterior é a hidrodessulfurização, isto é, a reação entre o combustível fóssil e o gás hidrogênio, em temperatura e pressão elevadas, na presença de um catalisador. Isto provoca a redução do enxofre orgânico em H_2S gasoso, o qual é então oxidado a enxofre elementar pelo processo Claus. No entanto, uma quantidade considerável de H_2S permanece não reagida, com os seus riscos simultâneos para a saúde. Uma outra limitação da hidrodessulfurização é que ela não é igualmente efetiva na remoção de todos os compostos que contêm enxofre. As mercaptanas, tioéteres, e disulfetos, por exemplo, são facilmente decompostos e removidos pelo processo, enquanto que os compostos de enxofre aromáticos, os compostos de enxofre cíclicos, e os compostos de enxofre multi-cíclicos condensados, são menos responsivos ao processo. O tiofeno, o benzotiofeno, o dibenzotiofeno, outros tiofenos de

anel condensado, e versões substituídas destes compostos, que representam tanto quanto 40% do teor total de enxofre dos óleos brutos do Oriente Médio, e 70% do teor de enxofre do óleo bruto do Oeste do Texas, são especialmente refratários à hidrodessulfurização.

5 À luz das deficiências associadas com a hidrodessulfurização, apareceram novos processos, o mais notável sendo a dessulfurização oxidativa, que procura efetuar a remoção de enxofre com uma eficiência maior. Essencialmente, o processo envolve a oxidação das espécies de enxofre que poderão estar presentes, tipicamente através do uso de um agente
10 oxidante, como um hidroperóxido ou um perácido, para assim converter os compostos de enxofre em sulfonas. Para facilitar tal reação oxidativa, deverá ser aplicado ultra-som, conforme os ensinamentos da patente americana de número 6.402.939 emitida para Yen *et al.*, intitulada OXIDATIVE DESSULFURIZATION OF FOSSIL FUELS WITH ULTRASOUND; e a
15 patente americana de número 6.500.219, emitida para Gunnerman, intitulada CONTINUOUS PROCESS FOR OXIDATIVE DESSULFURIZATION OF FOSSIL FUELS WITH ULTRASOUND AND PRODUCTS THEREOF, os ensinamentos de cada uma delas sendo expressamente incorporados aqui como referência.

20 Vantajosamente, a dessulfurização oxidativa pode ser executada sob temperaturas e pressões suaves, e além disso, ela tipicamente não requer hidrogênio. Adicionalmente vantajoso é o fato de que a dessulfurização oxidativa requer muito menos em termos de dispêndios de capital para a sua implementação. A este respeito, a dessulfurização oxidativa
25 pode ser preparada seletivamente para tratar somente uma fração de petróleo refinado, como o diesel, e pode ser rapidamente integrada como um processo de acabamento nas instalações existentes de uma refinaria. Talvez seja mais vantajoso o fato de que a dessulfurização oxidativa possa eliminar substancialmente todas as espécies de enxofre presentes em uma determinada

quantidade de óleo bruto, de tal forma que possam ser obtidos níveis ultra-baixos de enxofre, e especialmente, os padrões reduzidos que estão sendo estabelecidos em vários requisitos legislativos relativos a níveis de teores de enxofre.

5 No entanto, apesar de tais vantagens, a dessulfurização oxidativa atualmente é não efetiva para uso em operações de refino em larga escala, porque as técnicas atualmente utilizadas de dessulfurização oxidativa oxidam parcialmente as espécies de enxofre presentes, somente a sulfóxidos, ao invés de sulfonas. A este respeito, as técnicas de dessulfurização oxidativa
10 atuais são muito não efetivas e não podem conseguir uma oxidação suficiente, que é necessária para a implementação em uma base de larga escala. Além disso, em relação às espécies de enxofre serem somente parcialmente oxidadas (isto é, a sulfóxido), a remoção eventual das espécies de enxofre que se supõe estarem presentes, que tipicamente é feita através de extração e
15 absorção por solvente com base na polaridade diferencial das sulfonas através de tal processo, não facilitam a remoção dos componentes de sulfóxido, com base no seu grau menor de polaridade (isto é, quando comparado com as sulfonas). Assim sendo, devem ser feitos refinamentos substanciais na dessulfurização oxidativa antes que tal tecnologia possa ser implementada
20 com praticidade.

 Além dos compostos contendo enxofre, os compostos contendo nitrogênio são também pesquisados para a remoção dos combustíveis fósseis, porque estes compostos tendem a envenenar os componentes ácidos dos catalisadores de hidrocrackeamento utilizados em
25 refinaria. A remoção dos compostos contendo nitrogênio é obtida através de hidrodessnitrogenação, que é um tratamento com hidrogênio executado na presença de catalisadores de sulfeto metálico. Tanto a hidrodessulfurização como a hidrodessnitrogenação requerem catalisadores dispendiosos, assim como temperaturas elevadas (tipicamente 400°F a 850°F que é equivalente a

204°C a 454°C) e pressões (tipicamente 50 psi até 3500 psi) (3,52 a 246 kg/cm²). Estes processos requerem ainda uma fonte de hidrogênio ou uma unidade de produção de hidrogênio no local, o que representa dispêndios de capital e custos de operação elevados. Em ambos estes processos, existe
5 também o risco do hidrogênio vazar do reator.

Como tal, existe uma necessidade substancial na técnica por sistemas e métodos que sejam operativos para se efetuar a remoção do enxofre de combustíveis fósseis refinados, que sejam substancialmente efetivos na remoção virtualmente de todas as espécies de enxofre presentes no
10 combustível fóssil, que sejam ainda extremamente efetivos em custo e que possam ser rapidamente integrados nos processos convencionais de refino de óleo. Existe portanto, da mesma forma, uma necessidade na técnica por tal método, que seja efetivo na remoção dos compostos contendo nitrogênio, que seja ainda efetivo em custo e substancialmente efetivo na remoção de
15 virtualmente todas as espécies de nitrogênio presentes em tal combustível fóssil. Ainda mais, existe uma necessidade de um processo que seja capaz de aumentar a qualidade do combustível fóssil refinado tratado pelo mesmo, e que possa ser rapidamente utilizado em larga escala ou em operações de refino em pequena escala.

20

BREVE SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Foi agora verificado que os combustíveis fósseis, as frações de óleo bruto, e vários dos componentes que são derivados destas fontes, podem sofrer uma variedade de conversões benéficas e podem ser aprimorados de várias maneiras, por um processo que aplica calor e um agente oxidante, de
25 preferência juntamente com energia sônica, em tais materiais e em um meio de reação. A fração de óleo bruto do combustível fóssil, de preferência, é combinada com uma fase aquosa para formar uma emulsão, para facilitar as reações que provocam a purificação desejada do combustível fóssil e o seu aprimoramento. Não é requerido o gás hidrogênio, mas ele poderá ser

utilizado como parte de um processo convencional de hidrotreamento, para facilitar a remoção de poluentes, e especialmente, de enxofre e nitrogênio. Em certas realizações da invenção, o tratamento com energia sônica é executado na presença de um hidroperóxido. Em certas outras realizações, é utilizado um catalisador de metal de transição. No entanto, uma destas verificações surpreendentes, associadas com certas realizações desta invenção, é que em algumas utilizações, as conversões obtidas através desta invenção podem ser obtidas sem a inclusão de um hidroperóxido na mistura da reação.

É incluída entre as conversões obtidas pela invenção atual a remoção de compostos orgânicos de enxofre, a remoção de compostos orgânicos de nitrogênio, a saturação de duplas ligações e de anéis aromáticos, e a abertura de anéis em estruturas com anel fundido. A invenção reside ainda em processos para a conversão de aromáticos em cicloparafinas, e a abertura de um ou mais anéis em uma estrutura de anel fundido, dessa forma, por exemplo, convertendo os naftalenos em aromáticos monocíclicos, os antracenos em naftalenos, os anéis heterocíclicos fundidos como benzotiofenos, dibenzotiofenos, benzofuranos, quinolinas, indolas, e semelhantes, em benzeno substituídos, acenaftalenos e acenaftenos em indanos e indenos, e aromáticos monocíclicos em estruturas monocíclicas. Ainda mais, a invenção reside em processos para a conversão de olefinas em parafinas, e em processos para o rompimento de ligações carbono - carbono, ligações carbono - enxofre, ligações carbono - metal, e ligações carbono - nitrogênio.

Além do mencionado anteriormente, as gravidades específicas API dos combustíveis fósseis e as frações de óleo bruto são elevadas (isto é, as densidades são reduzidas) como resultado dos tratamentos de acordo com a invenção. Dentro destas linhas, os combustíveis fósseis e as frações dos mesmos tratadas pelos processos da invenção atual, poderão ser separados facilmente em camadas múltiplas, através da aplicação de um procedimento

convencional de centrifugação, pelo qual pode ser gerada e separada uma camada leve, com baixo teor de enxofre, de uma camada mais pesada, com alto teor de enxofre. A este respeito, como os processos da invenção atual facilitam a oxidação de enxofre, entre outros compostos, esses compostos oxidados de enxofre, especificamente, as sulfonas, são precipitados e portanto permanecem isolados em uma camada mais pesada de óleo bruto. Alternativamente, se tais compostos de enxofre não são oxidados e/ou se um agente oxidante não é utilizado no processo da invenção atual, o enxofre, no entanto, ainda pode ser retido dentro da camada mais pesada de óleo bruto após a aplicação de força centrífuga, especialmente quando o mesmo gera uma camada pesada de resina de asfalto.

Além disso, a invenção eleva o índice de cetano das frações de petróleo e dos produtos de craqueamento, cujos pontos ou faixas de ebulição estão na faixa do diesel. O termo "faixa do diesel" é utilizado aqui no sentido industrial, para representar a porção de óleo bruto que é destilada depois da nafta, e geralmente dentro da faixa de temperaturas de aproximadamente 200°C (392°F) até 370°C (698°F). São incluídas as frações e os produtos de craqueamento cujas faixas de ponto de ebulição estão contidas nesta faixa, assim como aqueles que se superpõem a esta faixa em uma extensão maior. Exemplos de frações e correntes de refinaria dentro da faixa do diesel, são frações de petróleo do ciclo de craqueamento catalítico de fluido (FCC), frações de destilado do coqueificador, frações de diesel de destilação direta, e misturas. A invenção também fornece outras alterações benéficas, tais como a redução de pontos em ebulição e a remoção de componentes que são prejudiciais ao desempenho do combustível e aqueles que afetam os processos de refinaria e aumentam o custo de produção do combustível. Assim sendo, por exemplo, os óleos do ciclo de FCC podem ser tratados de acordo com a invenção para reduzirem com rigor o seu teor de aromáticos.

Um outro grupo de frações de óleo bruto para o qual a

invenção é especialmente útil são os gasóleos, cujo termo é utilizado aqui como ele é utilizado na indústria do petróleo, para indicar os destilados líquidos de petróleo que têm pontos de ebulição mais elevados do que a nafta. O ponto de ebulição inicial poderá ser tão baixo quanto 400°F (200°C), mas a
5 faixa preferida de ponto de ebulição é em torno de 500°F a cerca de 1100°F (aproximadamente igual a 260°C a 595°C). Exemplos de frações com ponto de ebulição dentro desta faixa, são o óleo FCC em suspensão, gasóleos leves e pesados, assim chamados em vista dos seus pontos de ebulição diferentes, e os gasóleos do coqueificador. Todos os termos neste e no parágrafo anterior
10 são utilizados aqui como eles são usados na técnica de petróleo.

Em função das conversões que ocorrem como resultado do processo desta invenção, as correntes de hidrocarbonetos sofrem alterações nas suas propriedades de escoamento a frio, incluindo os seus pontos de fluidez, os seus pontos de turbidez, e os seus pontos de congelamento. Os
15 compostos de enxofre, os compostos de nitrogênio, e os compostos contendo metal, são também reduzidos, e o uso de um processo de acordo com esta invenção reduz significativamente o ônus dos processos convencionais, tais como a hidrodessulfurização, a hidrodensitrogenação, e a hidrodemetalização, que podem portanto ser executados com uma eficácia e
20 eficiência maiores.

Estas e outras vantagens, características, utilizações e realizações da invenção se tornarão mais aparentes pela descrição que se segue.

25 DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO E REALIZAÇÕES ESPECÍFICAS

O termo "combustível fóssil líquido" é utilizado aqui para designar qualquer líquido carbonáceo que é derivado do petróleo, de carvão, ou de qualquer outro material de ocorrência natural, assim como combustíveis processados, tais como gasóleos e produtos de unidades de craqueamento

catalítico de fluido, unidades de hidrocraqueamento, unidades de craqueamento térmico, e coqueificadores, e que é utilizado para gerar energia para qualquer tipo de utilização, incluindo usos industriais, usos comerciais, usos governamentais, e usos de consumo. São incluídos entre estes combustíveis os combustíveis automotivos, tais como a gasolina, o óleo diesel, combustível para jato, combustível para foguetes, assim como óleos combustíveis com base em resíduos de petróleo, incluindo os combustíveis "bunker" e os combustíveis residuais. O óleo combustível número 6, por exemplo, que é também conhecido como óleo combustível "bunker C", é utilizado em usinas de energia acionadas a óleo, tendo o mesmo como o combustível principal, e é também utilizado como o combustível principal de propulsão em navios de alto calado na indústria naval. O óleo combustível número 4 e o óleo combustível número 5 são utilizados para aquecer prédios grandes, tais como escolas, prédios de apartamentos, e prédios de escritórios, e motores estacionários grandes marítimos. O óleo combustível mais pesado é o resíduo de vácuo da destilação fracionada, comumente referido como "resíduo de vácuo", com ponto de ebulição de 565°C e superior, que é utilizado como asfalto e alimentação para o coqueificador. A invenção atual é útil no tratamento de qualquer destes combustíveis e óleos combustíveis, para fins de reduzir o teor de enxofre, o teor de nitrogênio, e o teor de aromáticos, e para um aprimoramento geral para melhorar o seu desempenho e aumentar a sua utilidade. Certas realizações da invenção envolvem o tratamento de frações ou produtos na faixa do diesel que incluem, mas não são limitadas a, óleo diesel de destilação direta, combustível diesel de alimentação por cremalheira (disponível comercialmente para consumidores nos postos de gasolina), óleo de ciclo leve, e misturas de diesel de destilação direta e óleo leve de ciclo variando na proporção de 10:90 até 90:10 (diesel de destilação direta:óleo leve de ciclo).

O termo "fração de óleo bruto" é utilizado aqui para indicar

qualquer dos vários produtos de refinaria produzidos a partir de óleo bruto, seja pela destilação atmosférica ou por destilação a vácuo, incluindo frações que foram tratadas por hidrocraqueamento, craqueamento catalítico, craqueamento térmico, ou coqueificação, e aqueles que foram
5 dessulfurizados. Exemplos são a nafta leve de destilação direta, a nafta pesada de destilação direta, a nafta leve e craqueada por vapor, a nafta leve e craqueada termicamente, a nafta leve e craqueada cataliticamente, a nafta pesada craqueada termicamente, a nafta reformada, a nafta alquilato, querosene, querosene hidrotratado, gasolina e gasolina leve de destilação
10 direta, diesel de destilação direta, gasóleo atmosférico, gasóleo leve à vácuo, gasóleo pesado à vácuo, resíduo, resíduo à vácuo, gasolina leve do coqueificador, destilado do coqueificador, óleo do ciclo de FCC (craqueador catalítico de fluido), e óleo em suspensão de FCC.

O termo "composto aromático com anel fundido" é utilizado
15 aqui para indicar compostos contendo dois ou mais anéis fundidos, pelo menos um dos quais é um anel fenila, com ou sem substituintes, e incluindo compostos nos quais todos os anéis fundidos são anéis fenila ou hidrocarbila, assim como compostos nos quais um ou mais dos anéis fundidos são anéis heterocíclicos. Exemplo são naftalenos substituídos e não substituídos,
20 antracenos, benzotiofenos, dibenzotiofenos, benzofuranos, quinolinas, e indolas.

O termo "olefinas" é utilizado aqui para indicar hidrocarbonetos, principalmente aqueles contendo dois ou mais átomos de carbono e uma ou mais duplas ligações.

25 Combustíveis fósseis e frações de óleo bruto tratados de acordo com esta invenção, têm propriedades significativamente melhoradas em relação aos mesmos materiais antes do tratamento, estas melhorias fazendo com que os produtos sejam únicos, e melhorando a sua utilidade como combustíveis. Especificamente, a invenção atual é operacional para a

abertura de compostos aromáticos com anel fundido, através da conversão dos mesmos em compostos saturados. Tal processo é da mesma forma operacional para converter olefinas em compostos saturados, de tal forma que pelo menos uma ou mais das duplas ligações presentes sejam substituídas por

5 ligações simples.

Outra destas propriedades melhoradas através da invenção atual é a gravidade específica API. O termo "gravidade específica API" é utilizado aqui como ele é utilizado entre aqueles versados na técnica do petróleo e de combustíveis derivados de petróleo. Em geral, o termo

10 representa uma escala de medição adotada pelo American Petroleum Institute, os valores na escala aumentando, quando os valores da gravidade específica diminui. Assim sendo, uma gravidade específica API relativamente elevada, significa uma densidade relativamente baixa. A escala de gravidade específica API se estende de 20,0 (equivalente a uma gravidade específica de 1,2691) até

15 100,0 (equivalente a uma gravidade específica de 0,6112).

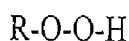
O processo da invenção atual é aplicável a quaisquer combustíveis fósseis líquidos, de preferência aqueles com gravidade específicas API dentro da faixa de -10 a 50, e mais de preferência, dentro da faixa de 0 a 45. Para materiais com ponto de ebulição na faixa do diesel, o

20 processo da invenção de preferência é executado de tal forma que os materiais iniciais são convertidos em produtos com gravidades específicas API dentro da faixa de 37,5 a 45. Os óleos do ciclo de FCC, de preferência são convertidos em produtos com gravidades específicas API dentro da faixa de 30 a 50. Para os combustíveis fósseis líquidos em geral, o processo da

25 invenção, de preferência é executado para se obter um aumento na gravidade específica API de uma quantidade variando de 2 a 30 unidades de gravidade específica API, e mais de preferência, por uma quantidade variando de 7 a 25 unidades. Mencionado alternativamente, a invenção de preferência aumenta a gravidade específica API de abaixo de 20 até acima de 35.

Conforme mencionado acima, os combustíveis fósseis com ponto de ebulição dentro da faixa do diesel que são tratados de acordo com esta invenção, experimentam uma melhoria no seu índice de cetano (também referido na técnica como "número de cetano") após serem tratados de acordo com esta invenção. Os combustíveis de diesel para os quais a invenção é de interesse especial a este respeito, são aqueles tendo um índice de cetano maior do que 40, de preferência dentro da faixa de 45 a 75, e mais de preferência, dentro da faixa de 50 a 65. A melhoria no índice de cetano também pode ser expressa em termos de um aumento acima daquele do material antes do tratamento, através dos processos apresentados aqui. Em certas realizações preferidas, o aumento é por uma quantidade variando de 1 a 40 unidades de índice de cetano, e mais de preferência, por uma quantidade variando de 4 a 20 unidades. Ainda com um outro meio de expressão, a invenção, de preferência, aumenta o índice de cetano de menos de 47 até cerca de 50. Esta invenção pode ser utilizada para produzir combustíveis de diesel tendo um índice de cetano maior do que 50,0, ou de preferência, maior do que 60,0. Em termos de faixas, a invenção é capaz de produzir combustíveis de diesel tendo um índice de cetano de cerca de 50,0 até cerca de 80,0, e de preferência, de cerca de 60,0 até cerca de 70,0. O índice ou número de cetano tem o mesmo significado nesta especificação e nas reivindicações anexas, que ele tem entre aqueles versados na técnica de combustíveis automotivos.

Conforme mencionado acima, certas realizações da invenção envolvem a inclusão de um hidroperóxido na mistura da reação. O termo "hidroperóxido" é utilizado aqui para indicar um composto da estrutura molecular:



no qual R representa um átomo de hidrogênio ou um grupo orgânico ou inorgânico. Exemplos de hidroperóxidos nos quais R é um grupo orgânico, são os hidroperóxidos solúveis em água, tais como o hidroperóxido

de metila, hidroperóxido de etila, hidroperóxido de isopropila, hidroperóxido de n-butila, hidroperóxido de sec-butila, hidroperóxido de terc-butila, hidroperóxido de 2-metóxi-2-propila, hidroperóxido de terc-amila, e hidroperóxido de ciclo-hexila. Exemplos de hidroperóxidos nos quais R é um grupo inorgânico, são o ácido peroxinitroso, ácido peroxifosfórico, e ácido peroxissulfúrico. Os hidroperóxidos preferidos são o peróxido de hidrogênio (no qual R é um átomo de hidrogênio) e os peróxidos de alquila terciária, especialmente o peróxido de terc-butila.

O fluido aquoso que poderá opcionalmente ser combinado com o combustível fóssil ou outro material inicial orgânico líquido nos processos desta invenção, poderá ser água ou qualquer solução aquosa. As quantidades relativas de fases orgânicas e aquosas poderá variar, e apesar deles poderem afetar a eficiência do processo ou a facilidade de manipulação dos fluidos, as quantidades relativas não são críticas para esta invenção. A este respeito, é considerado que o fluido aquoso poderá estar presente em qualquer quantidade com cerca de 0% a 99% em peso das fases orgânica e aquosa combinadas. Na maioria dos casos, no entanto, serão obtidos resultados melhores quando a relação volumétrica entre a fase orgânica e a fase aquosa é de cerca de 8:1 até cerca de 1:5, de preferência de cerca de 5:1 até cerca de 1:1, e mais de preferência, de cerca de 4:1 a cerca de 2:1.

Apesar de ser opcional, quando um hidroperóxido está presente, a quantidade de hidroperóxido relativa às fases orgânica e aquosa pode variar, e apesar do índice de rendimento de conversão poder variar alguma coisa com relação à proporção do hidroperóxido, a proporção real não é crítica para a invenção, e quaisquer quantidades excessivas serão eliminadas pela aplicação de energia sônica. Por exemplo, quando a quantidade de H_2O_2 é calculada como um componente das fases orgânica e aquosa combinadas, geralmente serão obtidos resultados favoráveis na maioria dos sistemas, com o H_2O_2 estando presente dentro da faixa de cerca de 0,0003% a cerca de 70%

em volume (como H_2O_2), e de preferência, com cerca de 1,0% a cerca de 20% das fases combinadas. Para os hidroperóxidos diferentes de H_2O_2 , as concentrações preferidas serão aquelas das quantidades equivalentes.

Em certas realizações desta invenção, um agente ativo de superfície ou outro estabilizante em emulsão é incluído para estabilizar a emulsão. Certas frações de petróleo contêm agentes ativos de superfície como componentes de ocorrência natural das frações, e estes agentes poderão servir, eles próprios, para estabilizarem a emulsão. Em outros casos, podem ser adicionados agentes ativos de superfície sintéticos ou de ocorrência não natural. Qualquer de uma larga variedade de materiais conhecidos que são efetivos como estabilizantes em emulsão, podem ser utilizados. A listagem destes materiais está disponível em McCutcheon's Volume 1: Emulsifiers & Detergents - 1999 North American Edition, McCutcheon's Division, MC Publishing Co., Glen Rock, New Jersey, USA, e outras literaturas publicadas. Podem ser utilizados tensoativos catiônicos, aniônicos e não iônicos. As espécies catiônicas preferidas são os sais amônio quaternários, os sais fosfônio quaternários e os éteres coroados. Exemplos de sais de amônio quaternário são o brometo de tetrabutil amônio, hidrogênio sulfato de tetrabutil amônio, cloreto de tributilmetil amônio, cloreto de benziltrimetil amônio, cloreto de benziltriethyl amônio, cloreto de metiltricapril amônio, brometo de dodeciltrimetil amônio, brometo de tetraoctil amônio, cloreto de cetiltrimetil amônio, e hidróxido de trimetiloctadecil amônio. Os halogenetos de amônio quaternário são úteis em vários sistemas, e o mais preferido é o brometo de dodeciltrimetil amônio e o brometo de tetraoctil amônio.

Os agentes ativos de superfície preferidos são aqueles que irão promover a formação de uma emulsão entre as fases orgânica e aquosa, após a passagem dos líquidos através de uma bomba comum de mistura, mas que separarão espontaneamente a mistura de produtos nas fases aquosa e orgânica, adequadas para a separação imediata por decantação ou outro procedimento

simples de separação de fase. Uma classe de agentes ativos de superfície que fará isto são os hidrocarbonetos líquidos alifáticos C_{15} - C_{20} e misturas de tais hidrocarbonetos, de preferência aqueles tendo uma gravidade específica de pelo menos cerca de 0,82, e mais de preferência, pelo menos cerca de 0,85.

5 Exemplos de misturas de hidrocarbonetos que atendem a esta descrição e que são especialmente convenientes para uso e são rapidamente disponíveis, são os óleos minerais, de preferência óleo mineral pesado ou extra pesado. Os termos "óleo mineral", "óleo mineral pesado", e "óleo mineral extra pesado" são bem conhecidos na técnica e são utilizados aqui da mesma forma que eles

10 são comumente utilizados na técnica. Tais óleos são rapidamente disponíveis de fornecedores comerciais de produtos químicos em todo o mundo.

Quando adicionado, o agente emulsificante é utilizado na prática desta invenção, e a quantidade apropriada de agente a ser utilizada é qualquer quantidade que atue conforme descrito acima. A quantidade, por

15 outro lado, não é crítica e poderá variar, dependendo da escolha do agente, e no caso, do óleo mineral e do grau do óleo mineral. A quantidade poderá também variar com a composição do combustível, com as quantidade relativas das fases aquosa e orgânica, e com as condições de operação. Uma escolha apropriada será um assunto de escolha rotineira e de ajuste, para o

20 engenheiro qualificado. No caso do óleo mineral, geralmente serão obtidos resultados melhores e mais eficientes, utilizando-se uma relação volumétrica entre o óleo mineral e a fase orgânica I de cerca de 0,00003 a cerca de 0,003.

Em certas realizações da invenção, poderá ser incluído um catalisador metálico no sistema da reação para controlar a atividade do radical

25 hidroxila produzido pelo hidroperóxido. Exemplos de tais catalisadores são os catalisadores de metal de transição, e de preferência, metais tendo números atômicos de 21 até 29, 39 até 47, e 57 até 79. Os metais especialmente preferidos deste grupo são níquel, enxofre, tungstênio (e tungstato), cobalto, molibdênio, e combinações dos mesmos. Em certos sistemas dentro do escopo

desta invenção, os catalisadores Fenton (sais terrosos) e os catalisadores de íon metálico em geral, como ferro (II), ferro (III), cobre (I), cobre (II), cromo (III), cromo (VI), molibdênio, tungstênio, cobalto, e íons de vanádio, são úteis. Destes, os catalisadores de ferro (II), ferro (III), cobre (II), e tungstênio são os preferidos. Para alguns sistemas, tais como o óleo bruto, os catalisadores do tipo Fenton são os preferidos, enquanto que para outros, tais como os sistemas contendo diesel, o tungstênio ou os tungstatos são os preferidos. Os tungstatos incluem o ácido tungstístico, ácidos tungstísticos substituídos, tais como o ácido fosfotungstístico, e os tungstatos metálicos. Em certas realizações da invenção, níquel, prata, ou tungstênio, ou combinações destes três metais são especialmente úteis. O catalisador metálico, quando presente, será utilizado em uma quantidade cataliticamente efetiva, o que significa a quantidade que aumenta o progresso da reação (isto é, aumenta a velocidade da reação) em relação ao objetivo desejado, especialmente a oxidação dos sulfetos em sulfonas. O catalisador poderá estar presente como partículas metálicas, grânulos, flocos, escamas, ou outras formas semelhantes, retido na câmara de fornecimento de energia sônica por intermédio de barreiras físicas, como peneiras ou outros meios de restrição, quando se permite que o meio da reação passe através do mesmo.

Dos catalisadores mencionados anteriormente, entre os mais preferidos se incluem o ácido fosfotungstístico ou uma mistura de tungstato de sódio e do ácido fenilfosfônico, que poderá ser utilizada com base no preço menor e na pronta disponibilidade na forma volumosa. No entanto, deve ser entendido que aquele uso de tais catalisadores é opcional e é requerido para uma pessoa versada na técnica para a prática da invenção atual.

A temperatura das fases aquosa e orgânica combinadas poderá variar amplamente, apesar de, na maioria dos casos ser considerado que a temperatura será elevada até cerca de 500°C, de preferência até cerca de 200°C, e mais de preferência, até não mais do que 125°C. O grau ótimo de

aquecimento variará com o líquido orgânico específico a ser tratado e a relação entre as fases aquosa e orgânica, desde que a temperatura não seja alta o bastante para volatilizar o líquido orgânico. Com o combustível de diesel, por exemplo, os melhores resultados serão com frequência obtidos através do

5 pré-aquecimento do combustível até uma temperatura de pelo menos cerca de 70°C, e de preferência, de cerca de 70°C a cerca de 100°C. A fase aquosa poderá ser aquecida a qualquer temperatura até o seu ponto de ebulição.

Apesar de ser opcional, a energia sônica utilizada de acordo com esta invenção consiste de ondas semelhantes ao som, cuja frequência está

10 dentro da faixa de cerca de 2 kHz até cerca de 100 kHz, e de preferência, dentro da faixa de cerca de 10 kHz a cerca de 19 kHz. Em uma realização mais grandemente preferida, a energia sônica utilizada possui uma frequência dentro da faixa de cerca de 17 kHz até 19 kHz.

Conforme será visto por aqueles versados na técnica, tais

15 ondas sônicas podem ser geradas a partir de fontes mecânicas, elétricas, eletromagnéticas, ou outras fontes conhecidas. A este respeito, os vários métodos de produção e aplicação de energia sônica, e os fornecedores comerciais de equipamento de produção de energia sônica, são bem conhecidos entre aqueles versados na técnica. Exemplos de tais sistemas

20 capazes de serem utilizados na prática da invenção atual para fornecerem o grau necessário de energia sônica apresentado aqui, são incluídos aqueles sistemas ultra-sônicos produzidos pela Hielscher Systems of Teltow, Alemanha, e distribuídos domesticamente através da Hielscher U.S.A., Inc. of Ringwood, New Jersey.

25 A intensidade da energia sônica aplicada, de preferência, possui uma magnitude suficiente para facilitar a oxidação de pelo menos uma porção das espécies contendo enxofre e nitrogênio no combustível fóssil sendo tratado, assim como para abrir os compostos de anel fundido e saturar os compostos de olefina que poderão estar presentes. Atualmente, acredita-se

que a energia sônica aplicada deve ter uma amplitude de deslocamento na faixa de cerca de 10 a 300 micrômetros, e poderá ser ajustada de acordo com os processos da invenção atual que são conduzidos em temperaturas e/ou em pressões elevadas. Com relação aos processos da invenção atual que são

5 conduzidos na temperatura e na pressão ambientes, uma amplitude de deslocamento variando de cerca de 30 a 120 micrômetros poderá ser apropriada, com uma faixa de aproximadamente 36 a 60 micrômetros sendo a preferida. A faixa preferida de potência que deve ser fornecida por unidade de volume (isto é, a densidade de energia) de preferência deve variar de cerca de

10 0,01 watts/cm³ até cerca de 100,00 watts/cm³ de líquido tratado, e de preferência, de cerca de 1 watt/cm³ até cerca de 20 watts/cm³ de líquido tratado. Deve ser entendido, no entanto, que poderão ser obtidas densidades maiores de potência, desde que o equipamento existente tenha a habilidade de produzir uma produção de energia tão elevada quanto 16 kilowatts, e que tal

15 produção mais elevada de energia possa ser utilizada para facilitar as reações da invenção atual.

O tempo de exposição do meio da reação à energia sônica não é crítico para a prática ou para o sucesso da invenção, e o tempo ótimo de exposição variará de acordo com o tipo de combustível sendo tratado. Uma

20 vantagem da invenção, no entanto, é que podem ser obtidos resultados efetivos e úteis com um tempo de exposição relativamente curto. Uma faixa preferida de tempos de exposição é de cerca de 1 segundo a cerca de 30 minutos, e uma faixa mais preferida, é de cerca de 1 segundo a 1 minuto, com resultados excelentes sendo obtidos com tempos de exposição de

25 aproximadamente 5 segundos e possivelmente menos.

Conforme o desejado, melhorias na eficiência e na efetividade do processo também podem ser obtidas através da reciclagem ou de tratamentos secundários com energia sônica. Um suprimento novo de água poderá, por exemplo, ser adicionado na fase orgânica tratada e separada para

formar uma emulsão fresca que então é exposta a um tratamento adicional de energia sônica, em base de batelada ou contínua. A re-exposição à energia sônica pode ser repetida várias vezes para resultados ainda melhores, e pode ser conseguida rapidamente em um processo contínuo, através de uma corrente de reciclo, ou através do uso de um tratamento de energia sônica de segundo estágio, e possivelmente, um tratamento de energia sônica de terceiro estágio, com um suprimento novo de água em cada estágio.

Em sistemas onde a reação induzida pela aplicação de energia sônica produz subprodutos indesejáveis na fase orgânica, estes subprodutos podem ser removidos por métodos convencionais de extração, absorção ou filtração. Quando os subprodutos são compostos polares, por exemplo, o processo de extração pode ser qualquer processo que extrai os compostos polares de um meio líquido não polar. Tais processos incluem uma extração sólido-líquido, utilizando-se absorventes, tais como sílica gel, alumina ativada, resinas poliméricas, e zeólitos. A extração líquido-líquido também pode ser utilizada com os solventes polares, tais como a dimetil formamida, N-metilpirrolidona, ou acetonitrila. Uma variedade de solventes orgânicos que são imiscíveis ou marginalmente miscíveis com o combustível fóssil, podem ser utilizados. São exemplos o tolueno e solventes semelhantes.

Alternativamente, com relação à quaisquer subprodutos indesejáveis que são produzidos na fase orgânica, que consistem das espécies oxidadas contendo nitrogênio e enxofre, tais como os sulfóxidos e as sulfonas, os mesmos poderão ser tratados de acordo com processos convencionais de hidrodessulfurização. Com relação a isto, os processos oxidativos da invenção atual poderão ser incorporados nos processos apresentados na solicitação de patente americana pendente número de série 10/411.796, depositada em 11 de abril de 2003, intitulada SULFONE REMOVAL PROCESS, e a solicitação de patente americana número de série 10/429.369, depositada em 5 de maio de 2003, intitulada PROCESS FOR GENERATING AND REMOVING

SULFOXIDES FROM FOSSIL FUEL, os ensinamentos de cada uma delas sendo expressamente incorporados aqui como referência.

Para facilitar a remoção dos compostos contendo enxofre, os processos da invenção atual poderão ainda incorporar o uso da utilização de centrífugas, que vantajosamente, fazem com que, os combustíveis fósseis tratados de acordo com a invenção atual sejam separados ou estratificados em camadas de densidades variadas. Especificamente, de acordo com os processos discutidos acima e através dos quais os combustíveis fósseis suspeitos de conter enxofre são submetidos a aplicação de ultra-som e de um agente oxidante, o combustível fóssil resultante poderá então ser submetido a uma etapa de centrifugação, que produzirá uma camada leve (isto é, de baixa densidade) tendo um baixo teor de enxofre e uma camada mais pesada (isto é, mais densa) tendo uma concentração maior de enxofre. Com relação a isto, desde que quaisquer compostos contendo enxofre que estão presentes no combustível fóssil, sejam oxidados para se tornarem sulfonas, tais sulfonas serão precipitadas na camada pesada. Alternativamente, desde que um agente oxidante não seja utilizado e/ou o enxofre não seja oxidado, acredita-se que o enxofre, no entanto, ainda será precipitado na camada mais pesada, mais densa, especialmente se uma fração de óleo bruto for centrifugada, o que resulta na produção de uma camada pesada de resina de asfalto. Com relação a isto, considera-se que a aplicação de uma força do tipo centrífugo é operacional não só para facilitar a estratificação de tais camadas, mas também possivelmente será operacional para romper quimicamente qualquer resina presente, para assim propiciar que tal separação ocorra, assim como possivelmente reduzindo a quantidade de asfaltenos presentes em tal combustível fóssil. São apresentados abaixo na tabela 1 os resultados de tal fração de óleo bruto, e especialmente, de vários componentes do mesmo tratados por centrifugação, tendo sido submetidos previamente a ultra-som, a aproximadamente 19 kHz, durante aproximadamente 8 minutos a 60 ° F, na

presença de peróxido de hidrogênio a 2,5%. Após a aplicação de tal processo oxidativo e a aplicação da centrifugação, foi gerada uma camada leve que foi extraída e comparada com a composição pré-centrifugada.

TABELA 1

	ANTES	DEPOIS (na camada mais leve)
Enxofre	2,5	0,7
Parafinas	52	62
Aromáticos	30	25
Asfaltenos	9	5
Visc cs @ 37,8°C	52	2

5 As reações resultantes dos processos da invenção atual poderão gerar calor, e com alguns materiais iniciais poderá ser preferível remover-se parte do calor gerado para manter o controle durante a reação. Quando a gasolina é tratada de acordo com esta invenção, por exemplo, é preferível resfriar-se o meio da reação quando o mesmo é submetido à energia

10 sônica. O resfriamento é rapidamente obtido por meios convencionais, tais como pelo uso de uma camisa de resfriamento líquido, ou de um refrigerante circulando através de uma serpentina de resfriamento no interior da câmara onde a energia sônica é produzida. Água na pressão atmosférica é um refrigerante efetivo para este fim. Métodos ou dispositivos adequados de

15 resfriamento ficarão rapidamente aparentes para aqueles versados na técnica. O resfriamento geralmente não é necessário com óleo diesel, gasóleos, e resíduos.

As condições de operação em geral para a prática desta invenção variam largamente, dependendo do material orgânico que está sendo

20 tratado e da forma de tratamento. O pH da emulsão, por exemplo, poderá variar de tão baixo quanto 1 até tão alto quanto 10, apesar de acredita-se atualmente que os melhores resultados possam ser alcançados dentro de uma faixa de pH de 2 a 7.

A pressão da emulsão, quando ela é submetida à energia

25 sônica, pode da mesma forma variar, variando da sub-atmosférica (tão baixa quanto 34,5 kPa abs.) até tão alta quanto 20,7 MPa abs., apesar, de

preferência, ela ser menor do que cerca de 2,8 MPa abs., e mais de preferência, menor do que cerca de 0,35 MPa abs., e mais de preferência, de cerca da pressão atmosférica até cerca de 0,35 MPa abs..

As condições de operação descritas nos parágrafos anteriores, 5 que se referem à aplicação de energia sônica, a inclusão de estabilizantes em emulsão e de catalisadores, e as condições gerais de temperatura e pressão, se aplicam ao processo da invenção, independentemente do peróxido de hidrogênio ou de qualquer outro hidroperóxido estar ou não presente na 10 mistura da reação. Uma das verificações únicas e surpreendentes desta invenção, é que quando a energia sônica é utilizada no processo mencionado anteriormente, os níveis de compostos contendo enxofre e compostos contendo nitrogênio são reduzidos substancialmente, independentemente de um hidroperóxido estar presente. Além disso, o processo, conforme 15 apresentado aqui, pode ser executado em batelada ou em uma operação em fluxo contínuo. Foi da mesma forma inesperadamente verificado que mesmo que a energia sônica não seja utilizada na prática da invenção atual, e que os processos apresentados aqui meramente utilizem a combinação de calor, calor em combinação com um agente oxidante, e/ou a aplicação adicional de 20 centrifugação e/ou de hidrodessulfurização, numerosos objetivos (por exemplo, a remoção de enxofre e nitrogênio, e o aprimoramento das propriedades do combustível) da invenção atual podem ser rapidamente alcançados de uma forma extremamente efetiva em custo e eficiente.

Modificações e melhorias adicionais da invenção atual 25 poderão também ficar aparentes para aqueles com conhecimento normal na técnica. Assim sendo, a combinação específica de partes e de etapas descritas e ilustradas aqui se destina a representar somente certas realizações da invenção atual, e não se destina a servir como limitação de dispositivos e métodos alternativos, dentro do espírito e do escopo da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para o tratamento de uma fração de óleo diesel para reduzir os níveis na mesma de compostos contendo enxofre e compostos contendo nitrogênio, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

5 (a) fornecer a referida fração de óleo diesel não combinada com água e pré-aquecer a referida fração de 70°C a 100°C;

(b) misturar um hidroperóxido com a referida fração de óleo diesel para formar uma primeira mistura e aquecer a referida mistura, a referida mistura sendo suficientemente aquecida para oxidar a maior parte dos referidos compostos contendo enxofre e uma maioria dos referidos compostos contendo nitrogênio presentes na referida fração de óleo diesel, e expor a referida mistura à energia sônica;

10 (c) separar os referidos compostos oxidados contendo enxofre produzidos na etapa (b) e separar os referidos compostos oxidados contendo nitrogênio, produzidos na etapa (b) da referida fração de óleo diesel, em que os referidos compostos oxidados contendo enxofre são separados através de centrifugação.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende ainda o tratamento dos ditos compostos oxidados contendo enxofre e dos referidos compostos oxidados contendo nitrogênio através de processo convencional de hidrodessulfurização.

3. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a energia sônica possui uma frequência variando de 2 kHz a 100 kHz e possui um deslocamento de amplitude variando de 10 µm a 300 µm.

4. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a referida fração de óleo diesel é um membro escolhido do grupo consistindo em diesel de destilação direta e misturas de diesel de destilação direta e óleo de ciclo leve de FCC.

5. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que na etapa (a) a referida fração de óleo diesel é exposta à referida energia sônica de 1 segundo a 1 minuto.

6. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende ainda o contato da referida mistura com um catalisador de metal de transição durante a etapa (a); preferivelmente o referido catalisador de metal de transição é um membro escolhido do grupo consistindo em metais tendo números atômicos de 21 até 29, 39 até 47, 57 até 79; mais preferivelmente níquel, prata, tungstênio, cobalto, molibdênio, e combinações dos mesmos; mais preferivelmente níquel, prata, tungstênio, e combinações dos mesmos.

7. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa (a) é executada em uma pressão menor do que 2,8 MPa; preferivelmente em uma pressão menor do que 0,35 MPa, mais preferivelmente dentro da faixa da pressão atmosférica até 0,35 MPa.

8. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a energia sônica possui uma frequência de 10 kHz a 19 kHz, preferivelmente de 17 kHz a 19 kHz.

9. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a energia sônica possui um deslocamento de amplitude variando de 30 μm a 120 μm , preferivelmente de 36 μm a 60 μm .

10. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a energia sônica é aplicada a uma densidade de energia de 0,01 Watts/cm³ a 100,00 Watts/cm³, preferivelmente a referida energia sônica é aplicada a uma densidade de energia de 1 Watts/cm³ a 20,00 Watts/cm³.

RESUMO

“PROCESSO PARA O TRATAMENTO DE UMA FRAÇÃO DE ÓLEO BRUTO”

5 Em frações de óleo bruto, combustíveis fósseis e líquidos orgânicos em geral, nos quais é desejável reduzir-se os níveis de componentes que contêm enxofre e que contêm nitrogênio, o processo reduz o nível destes compostos através da aplicação de calor e de um agente oxidante, e de preferência, de energia sônica. A invenção é executada como um processo contínuo ou um processo em batelada, e poderá ainda incluir etapas opcionais
10 de centrifugação ou hidrodessulfurização.