CH 641 831 A5

(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(51) Int. Cl.³: C 10 L 1/02

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

(11) 641 831

(21) Gesuchsnummer: 2383/79

(22) Anmeldungsdatum: 13.03.1979

(30) Priorität(en): 14.03.1978 US 886380

(24) Patent erteilt: 15.03.1984

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.03.1984

(73) Inhaber:
Alternate Liquid Fuels Corporation, Oakland/CA (US)

(72) Erfinder:
Max Joseph Rose, East Patchogue/NY (US)

(74) Vertreter:
A. Braun, Braun, Héritier, Eschmann AG, Patentanwälte, Basel

(54) Flüssiges Brennstoffgemisch sowie Verfahren zu seiner Herstellung.

(57) Das flüssige Brennstoffgemisch enthält
a) bis zu 60 Vol.-% leichter, hochflüchtiger Brennstoffe und
b) schwereres, weniger flüchtiges Heizöl.
Es bleibt unter normalen Lagerungs-, Pump- und Brennbedingungen stabil und homogen und eignet sich für die Verwendung in grossen Kesselanlagen für Gewerbe und Industrie.

Das flüssige Brennstoffgemisch wird hergestellt, indem man seine Komponenten der Wirkung von Scherkräften und Turbulenz aussetzt, bis sie sich so gut vermischt haben, dass das Gemisch unter normalen Lagerungs-, Pump- und Brennbedingungen stabil und homogen bleibt. Zu diesem Zweck kann man die Komponenten im Kreislauf durch einen statisch arbeitenden Mischer führen.

PATENTANSPRÜCHE

1. Flüssiges Brennstoffgemisch, das für die Verwendung in grossen Kesselanlagen für Gewerbe- und Industriezwecke geeignet ist, dadurch gekennzeichnet, dass es als Bestandteile

a) bis zu 60 Vol.-% leichter, hochflüchtiger Brennstoffe und

b) schwereres, weniger flüchtiges Heizöl enthält, wobei das Gemisch unter normalen Lagerungs-, Pump und Brennbedingungen stabil und homogen bleibt.

2. Gemisch nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es praktisch die Eigenschaften von Heizöl der ASTM-Bezeichnungen 4 bzw. 5 hat.

3. Gemisch nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das schwerere, weniger flüchtige Heizöl ein Gemisch unter der Norm liegender bzw. ungenormter Heizöle ist oder enthält.

4. Gemisch nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der leichte, hochflüchtige Brennstoff ein Gemisch von beschränkt mischbaren Alkoholen, Ketonen und/oder Estern ist oder enthält.

5. Gemisch nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der leichte, hochflüchtige Brennstoff ein Gemisch von Erdöllösungsmitteln ist oder enthält.

6. Verfahren zur Herstellung eines Brennstoffgemisches nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass man bis zu 60 Vol.-% leichte, hochflüchtige Brennstoffe und schwerere, weniger flüchtige Heizöle der Wirkung von Scherkräften und Turbulenz aussetzt, bis der leichte Brennstoff und das schwerere Heizöl so gut vermischt sind, dass das Gemisch unter normalen Lager-, Pump- und Brennbedingungen stabil und homogen bleibt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass man die Scherkräfte und die Turbulenz dadurch erzeugt, dass man den leichten Brennstoff und das schwerere Heizöl im Kreislauf durch einen statisch arbeitenden Mischer führt.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Mischer mit einem Einlassdruck von 354 637,5 bis 425 565,0 Pa und einer Strömungsgeschwindigkeit von 660 bis 760 Liter/min arbeitet.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass man als schwerere Heizöle Gemische von unter der Norm liegenden bzw. ungenormten Heizölen, wie vermischte und/oder verunreinigte Heizöle, wie schweres Rückstandsheizöl aus Binnenschiff- und Tankschiffböden, verwendet.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass man als leichte Brennstoffe Gemische von beschränkt mischbaren Alkoholen, Ketonen und/oder Estern verwendet.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass man als leichte Brennstoffe Gemische von Erdöllösungsmitteln verwendet.

Die Erfindung betrifft ein flüssiges Brennstoffgemisch, das sich insbesondere als flüssiger Ersatzbrennstoff für die Verwendung in grossen Kesselanlagen für Gewerbe- und Industriezwecke eignet und ein Gemisch von leichten, hochflüchtigen Brennstoffen, wie beschränkt mischbaren Alkoholen, Estern, Ketonen und/oder Erdöllösungsmitteln, mit schwererem, weniger flüchtigem Heizöl darstellt.

Unter beschränkt mischbaren Alkoholen werden dabei Alkohole, wie Methyl- und Ethylalkohol, verstanden. Brauchbare Ketone und Ester sind Methyl-ethyl-keton bzw. Ethylacetat. Weiterhin werden unter Erdöllösungsmitteln (mineral spirits) die leichteren Fraktionen von Roholdestillaten, wie Xylol, Toluol, Benzol und deren Gemische, verstanden. Diese vorstehend genannten Verbindungen sind nur beispielhaft angeführt und beschränken die Erfindung nicht.

Mit der Feststellung, dass der Rohölnachschub in der Welt sowohl begrenzt ist als auch rasch abnimmt, begann eine Suche nach flüssigen Ersatzbrennstoffen. Ein Vorschlag war dabei die Verwendung von Abfallprodukten auf der Basis von Erdölprodukten als Brennstoffe. Beispielsweise wurde Abfallschmieröl entweder anstelle von oder vermischt mit Heizöl eingesetzt. Dies ist jedoch nachteilig, da sowohl Schwermetalle als auch zu viel Asche in die Atmosphäre freigesetzt werden können.

Bekanntlich werden bereits gebrauchte Erdöllösungsmittel mit Heizöl unter Bildung eines billigeren flüssigen Brennstoffes vermischt. Derartige Gemische haben sich jedoch im allgemeinen als unbefriedigende Kesselbrennstoffe erwiesen, da sie dazu neigen, sich während der Lagerung, insbesondere bei kaltem Wetter, in ihre ursprünglichen Komponenten zu trennen. Das dabei erhaltene, teilweise getrennte Gemisch weist eine uneinheitliche Viskosität, ein uneinheitliches spezifisches Gewicht, einen uneinheitlichen Flammpunkt usw. auf. Wenn ein derartiges teilweise getrenntes Gemisch als Kesselbrennstoff verwendet wird, verursacht dies einen unregelmässigen und potentiell gefährlichen Brennerbetrieb. Die leichten, hochflüchtigen Anteile des Gemisches verursachen, nachdem sich das Gemisch getrennt hat, eine beträchtliche Explosionsgefahr während der Lagerung.

Ein Verfahren zur Verhinderung der Auftrennung der Gemische, die als flüssige Brennstoffe verwendet werden, stellt die Zugabe von chemischen Zusatzstoffen dar. Wegen der beträchtlichen Kosten und der begrenzten Wirksamkeit derartiger Zusatzstoffe ist die wirtschaftliche Attraktivität, die derartige Brennstoffgemische besitzen können, stark eingeengt.

Es ist ebenfalls bekannt, Alkohol mit Benzin unter Bildung eines Motorkraftstoffes zu vermischen. Alkohol und Benzin haben jedoch eine ähnliche Viskosität und ein ähnliches spezifisches Gewicht und bilden viel leichter ein einheitliches Gemisch als die Komponenten des flüssigen Brennstoffes gemäss der Erfindung.

Die Erfindung beseitigt die oben beschriebenen Nachteile mittels eines neuartigen flüssigen Brennstoffes, der ein Gemisch von bis zu 60 Vol.-% leichten, hochflüchtigen Brennstoffen mit schwereren Heizölen geringerer Flüchtigkeit enthält, wobei dieses Gemisch unter normalen Lagerungs-, Pump- und Brennbedingungen stabil und homogen bleibt. Unter leichten, hochflüchtigen Brennstoffen werden dabei z.B. beschränkt mischbare Alkohole, Ketone, Ester, Erdöllösungsmittel und hochflüchtige Brennstoffe, wie Düsenkraftstoff und Benzin, verstanden. Aus Gründen optimaler Wirtschaftlichkeit werden als leichte, hochflüchtige Brennstoffe vorzugsweise organische Verbindungen eingesetzt, die zuvor in Industrieverfahren verwendet worden waren. Zur Erzielung weiterer wirtschaftlicher Vorteile können die verwendeten Heizöle unter der Norm liegende und/oder ungenormte Heizöle sein, wie vermischte und/oder verunreinigte Heizölchargen, wie «Navy Special» (Heizöl, das der ASTM-Bezeichnung 5 «leicht» entspricht). Heizöl der ASTM-Bezeichnung 6 von Binnenschiff- und Tankschiffböden, Bunkeröl der Bezeichnung C (Rückstandsöl, das schwerer ist als Öl der ASTM-Bezeichnung 6) und Pipeline-Trennschichten, sowie insbesondere Heizöle mit einer Viskosität, die über der normalerweise in technischen Kesselanlagen brauchbaren Viskosität liegt.

Der vorstehend beschriebene neue flüssige Brennstoff, der die Eigenschaft besitzt, unter normalen Lagerungs-, Pump- und Brennbedingungen stabil zu bleiben, kann nach folgendem, stufenweise aufgebauten Verfahren hergestellt

werden. Zuvor bestimmte Anteile von leichten, hochflüchtigen Brennstoffen, wobei bis zu 60 Vol.-% eingesetzt werden, werden mit Heizöl in einem statisch arbeitenden Mischer vermischt. Anschliessend wird die Auslassmenge des Mischers so lange erneut in den Mischer eingeführt, bis der leichte, hochflüssige Brennstoff und das Heizöl ausreichend vermischt sind, so dass der erfindungsgemässe flüssige Brennstoff unter normalen Lagerungs-, Pump- und Brennbedingungen stabil und homogen bleibt. Statisch arbeitende Mischer sind in der Industrie bekannt und weisen im allgemeinen eine Reihe von Ablenkwänden und Öffnungen auf, durch die die zu vermischenden Flüssigkeiten gepumpt werden. Die Flüssigkeiten werden durch die Scherkräfte und die Turbulenz vermischt, die durch den statisch arbeitenden Mischer entwickelt werden. Ausser der Behandlung in den statisch arbeitenden Mischern ist keine Weiterbehandlung notwendig. Wegen des weiten, erfindungsgemäss beanspruchten Mischungsbereiches wird der Mischgrad, der notwendig ist, um ein stabiles homogenes Gemisch zu erzeugen, am besten durch Beobachtung und Testreihen bestimmt. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen billigen, flüssigen Brennstoff zur Verfügung zu stellen, der für die Verwendung in grossen Kesselanlagen für Industrie- und Gewerbszwecke einsetzbar ist.

Der Erfindung liegt weiterhin die Aufgabe zugrunde, einen Brennstoff zu erzeugen, der aus leichten, hochflüchtigen Industriebrennstoffabfällen und nichtstandardisiertem Heizöl hergestellt werden kann.

Weiterhin besteht erfindungsgemäss die Aufgabe, ein Mittel zur Verfügung zu stellen, durch das ein leichter, hochflüchtiger Brennstoff als Kesselbrennstoff ohne die damit verbundenen Lagerungsprobleme verwendet werden kann.

Weitere Aufgaben und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung.

Erfindungsgemäss werden bis zu 60 Vol.-% leichte, hochflüchtige Brennstoffe mit schwererem, weniger flüchtigem Heizöl unter Bildung eines Gemisches vermischt, das für die Verwendung als Kesselbrennstoff für grosse gewerbsmässig benutzte und Industriekesselanlagen geeignet ist. Obwohl nichteingesetzte oder jungfräuliche leichte, hochflüchtige Brennstoffe eingesetzt werden können, ist es wegen des optimalen wirtschaftlichen Vorteils bevorzugt, leichte Brennstoffe einzusetzen, die zuvor in industriellen und chemischen Verfahren verwendet worden waren. Derartige leichte Brennstoffe können aus Industrieabscheidern erhalten werden, obwohl natürlich beachtet werden muss, dass diese Brennstoffe nicht mit umweltsschädlichen und/oder nichtbrennbaren Stoffen verunreinigt sind.

Obwohl ASTM-standardisiertes Heizöl zufriedenstellend eingesetzt werden kann, können aus Gründen optimaler Kosteneinsparung nichtstandardisierte oder unterstandardisierte Heizöle, beispielsweise diejenigen, die vorstehend genannt wurden, im freien Handel erhalten werden. Das erfindungsgemässe Verfahren ist insbesondere daraufhin ausgelegt, Heizöle mit hoher spezifischer Dichte und hoher Viskosität unter Bildung eines Brennstoffs zu vermischen, der in seinen Eigenschaften dem Heizöl der ASTM-Bezeichnung 4 und 5 entspricht.

Da die grossen, typischerweise gewerbsmässig verwendeten Kesselanlagen einen weiten Bereich von Brennstoffen verbrennen können, sind die genauen Mischungsverhältnisse nicht von grösserer Bedeutung, sofern bis zu 60 Vol.-% leichte, hochflüchtige Brennstoffe verwendet werden. Die zu mischenden Verhältnisse können von dem auf dem Erdölverarbeitungsgebiet tätigen Fachmann anhand von Standardanalysen der Mischungskomponenten gewählt werden. Die Analysenart und Technik ist dem Fachmann bekannt und bedarf keiner näheren Erläuterung. Andererseits kann auch das mathematische Programmieren zur Wahl der Mischungsanteile verwendet werden, die den durch die Eigenschaften bedingten Voraussetzungen, beispielsweise spezifische Dichte, Viskosität usw., und weiteren Voraussetzungen genügen, die dem vorstehend genannten Fachmann bereits bekannt sind. Dadurch können die Kosten je Wärmemenge des erhaltenen Brennstoffs stark verringert werden. Derartige mathematische Berechnungsarten sind insbesondere einsetzbar, wenn Gemische aus einer grossen Zahl von Komponenten gebildet werden sollen.

Es wurde nun festgestellt, dass zufriedenstellende flüssige Brennstoffe mit bis zu 60 Vol.-% leichten, hochflüchtigen Brennstoffen hergestellt werden können. Im allgemeinen sind Brennstoffe, die sich den Eigenschaften der ASTM-Heizölkennzeichnungen 4 und 5 nähern, bevorzugt, obwohl Brennstoffe mit anderen Eigenschaften durch entsprechende Einstellung der endgültigen Brennstofftemperatur in der Kesselanlage ebenfalls verwendet werden können. Die günstigen Einstellungen der Brennstofftemperatur sind dem Fachmann, der auf dem Erdölproduktverbrennungsgebiet arbeitet, leicht zugänglich. Im allgemeinen haben sich Brennstoffe mit einer Viskosität von $3{,}6\text{–}5{,}2 \times 10^{-6}\ m^2\ s^{-1}$ (38–43 SU) bei einer Temperatur von 37,8°C (100°F) als zufriedenstellend herausgestellt.

Wie vorstehend erläutert, ist die einzige wichtige Voraussetzung der Erfindung die Tatsache, dass der erfindungsgemäss eingesetzte flüssige Brennstoff unter normalen Lagerungs-, Pump- und Brennbedingungen stabil und homogen bleibt. Gemische mit diesen Eigenschaften können nach einem Verfahren hergestellt werden, das durch das Pumpen der Mischungskomponenten durch einen statisch arbeitenden Mischer gekennzeichnet ist. Man kann folgendermassen vorgehen: Nach der Analyse und Bestimmung der Anteile werden der leichte, hochflüchtige Brennstoff und das Heizöl in vorbestimmten Anteilen beide in einem gemeinsamen Mischtank gespeichert. Zur Erzeugung des Mischvorganges wird der leichte Brennstoff zuerst in den Tank gepumpt. Anschliessend wird das Heizöl durch Pumpen auf den leichten Brennstoff über eine Düse aufgebracht, die zur Sprühdispergierung des Heizöls geeignet ist. Ein aus 12 Elementen bestehender, statisch arbeitender Mischer, der sich aus zwei statischen Mischern mit 6 Elementen (hergestellt von Kenic Corporation of Kenetics Park, North Andover, Massachusetts; Modell Nr. 3-10-311-1) zusammensetzt, wird verwendet. Eine Umlaufzeit, also die Zeit, innerhalb der die zu mischenden Flüssigkeiten vom Ausgang des Mischers in den Eingang des Mischers zurückgeführt werden, von etwa 1,5 Stunden bei einer Fliessgeschwindigkeit von etwa 660–760 l/min (175–200 Gallonen/min) und einem Einlassdruck von 355–426 kPa (35–45 PSIG) reichen aus, um ein Heizöl der ASTM-Bezeichnung 6 mit einem beschränkt mischbaren Alkohol unter Bildung eines stabilen homogenen Brennstoffes zu vermischen.

Es wurde nun festgestellt, dass die Verwendung von im wesentlichen rückströmfreien Zahnradpumpen in der Mischvorrichtung wünschenswert ist, da diese Pumpen Scherkräfte erzeugen, die die Vermischung der Komponenten unterstützen. Es wurde ebenfalls festgestellt, dass die Rückführleitung bei Betrieb unter kalten Temperaturbedingungen isoliert und erwärmt werden soll.

Ein weiteres Verfahren, dass sich als vorteilhaft herausstellen könnte, könnte das gleichzeitige Pumpen der Mischungskomponenten durch einen statisch arbeitenden Mischer aus getrennten Tanks unter Verwendung von Dosierpumpen sein, die auf die entsprechenden Verhältnisse eingestellt sind.

Beispiel 1

Mischungsverhältnis und Volumen

Insgesamt 114 l (30 Gallonen) eines flüssigen Brennstoffgemisches werden vermischt. Dieses Gemisch besteht aus

a) 50 Vol.-% eines Rückstand-Heizöles der ASTM-Bezeichnung 6 (1% Schwefel) und

b) 50 Vol.-% beschränkt mischbarer Alkohole oder eines Ketons, die im wesentlichen aus den folgenden wasserlöslichen organischen Stoffen bestehen:

Methanol	CH_3OH
Ethanol	CH_3CH_2OH
Methyl-ethyl-keton	$CH_3COCH_2CH_3$
Propanol	$CH_3CH_2CH_2OH$
Pentanol	$C_5H_{11}OH$
Hexanol	$CH_3(CH_2)_4CH_2OH$
Isopropylalkohol	

Mischverfahren

Das Heizöl und der Alkohol werden in einem 208 l (55 Gallonen) fassenden Behälter vorgelegt und mit einem tragbaren, anklemmbaren Mischer vermischt. Dieser Mischer besitzt einen zweischaufeligen Rotor mit einem Durchmesser von 10 cm und dreht sich mit einer Geschwindigkeit von 1750 U/min. Das Brennstoffgemisch wird auf 22,2°C (72°F) vorerhitzt. Dies erscheint nach 20-minütigem Mischen als gut suspendierte und einheitliche Lösung.

Brenntest

Das Brennstoffgemisch wird in einer 150 HP handelsüblichen Brennrohrkesselanlage mit einem Brenner mit drehendem Zerstäuberbecher verfeuert. Diese Einheit ist ausgelegt auf die Verfeuerung von Rückstand-Heizöl der ASTM-Bezeichnung 4. Es wird kein erkennbarer Unterschied zwischen der Brenner- oder Kesselleistung beobachtet, wenn das Brennstoffgemisch verfeuert wird. Es sind ebenfalls keine weiteren Einstellungen notwendig.

Statische Stabilität

Es werden mehrere Proben entnommen, um die statische Stabilität des Brennstoffgemisches bei Zimmertemperatur zu untersuchen. Nach 72 Stunden bei Zimmertemperatur zeigen die Brennstoffgemischproben deutlich eine Schichtbildung, wobei sich die alkoholische Phase vom restlichen Brennstoff abtrennt.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Es werden gute Testverfeuerungsergebnisse erhalten. Jedoch sollten weitere Brennstoffverhältnisse ausprobiert werden, um die Abscheidung des Alkohols vom restlichen Heizöl zu unterdrücken.

Beispiel 2

Mischungsverhältnis und Volumen

Insgesamt 125 l (33 Gallonen) eines flüssigen Brennstoffgemisches werden vermischt. Dieses Gemisch besteht aus

a) 70 Vol.-% eines Rückstand-Heizöles der ASTM-Bezeichnung 6 (1% Schwefel) und

b) 30 Vol.-% beschränkt mischbarer Alkohole oder eines Ketons, die im wesentlichen aus den folgenden wasserlöslichen organischen Stoffen bestehen:

Methanol	CH_3OH
Ethanol	CH_3CH_2OH
Methyl-ethyl-keton	$CH_3COCH_2CH_3$
Propanol	$CH_3CH_2CH_2OH$
Pentanol	$C_5H_{11}OH$
Hexanol	$CH_3(CH_2)_4CH_2OH$
Isopropylalkohol	

Mischverfahren

Das Heizöl und der Alkohol werden in einem 208 l (55 Gallonen) fassenden Behälter vorgelegt und mit einem tragbaren, anklemmbaren Mischer vermischt. Dieser Mischer besitzt einen zweischaufeligen Rotor mit einem Durchmesser von 10 cm und dreht sich mit einer Geschwindigkeit von 1750 U/min. Das Brennstoffgemisch wird auf 22,2°C (72°F) vorerhitzt. Dies erscheint nach 20-minütigem Mischen als gut suspendierte und einheitliche Lösung.

Brenntest

Das Brennstoffgemisch wird in einer 150 HP handelsüblichen Brennrohrkesselanlage mit einem Brenner mit drehendem Zerstäuberbecher verfeuert. Diese Einheit ist ausgelegt auf die Verfeuerung von Rückstand-Heizöl der ASTM-Bezeichnung 4. Es wird kein erkennbarer Unterschied zwischen der Brenner- oder Kesselleistung beobachtet, wenn das Brennstoffgemisch verfeuert wird. Es sind ebenfalls keine weiteren Einstellungen notwendig.

Statische Stabilität

Es werden mehrere Proben entnommen, um die statische Stabilität des Brennstoffgemisches bei Zimmertemperatur zu untersuchen. Nach 72 Stunden bei Zimmertemperatur zeigen die Brennstoffgemischproben deutlich eine Schichtbildung, wobei sich die alkoholische Phase vom restlichen Brennstoff abtrennt.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Es werden gute Testverfeuerungsergebnisse erhalten. Jedoch sollten weitere Brennstoffverhältnisse ausprobiert werden, um die Abscheidung des Alkohols vom restlichen Heizöl zu unterdrücken.

Ergebnis und Schlussfolgerung

Während zufriedenstellende Testverfeuerungsergebnisse erhalten werden, müssen weitere Verfahren, Vorrichtungen und/oder Brennstoffverhältnisse zur Herstellung eines Brennstoffgemisches untersucht werden, das seine monolithische oder homogene Zusammensetzung behält, wenn es einer langen Lagerung oder Temperaturwechsel unterzogen wird.

Beispiel 3

Mischungsverhältnis und Volumen

Es werden insgesamt 22 957 l (6064 Gallonen) Brennstoffgemisch hergestellt. Dieses Brennstoffgemisch besteht aus

a) 70,9 Vol.-% eines unterstandardisierten Rest-Heizöls der ASTM-Bezeichnung 6 (etwa 1% Schwefel) und

b) 29,1 Vol.-% beschränkt mischbarer Alkohole oder eines Ketons, die im wesentlichen aus den folgenden wasserlöslichen organischen Stoffen bestehen:

Methanol	CH_3OH
Ethanol	CH_3CH_2OH
Methyl-ethyl-keton	$CH_3COCH_2CH_3$
Propanol	$CH_3CH_2CH_2OH$
Pentanol	$C_5H_{11}OH$
Hexanol	$CH_3(CH_2)_4CH_2OH$
Isopropylalkohol	

Mischverfahren

6677 l (1764 Gallonen) beschränkt mischbarer Alkohol

werden in einen 75 700 l (20 000 Gallonen) fassenden Mischtank gepumpt. 16 280 l (4300 Gallonen) des Rest-Heizöls werden auf den bereits im Mischtank befindlichen Alkohol aufgesprüht, wobei das Vermischen einsetzt. Sobald ausreichend Öl im Gemisch im Tank vorliegt, um die eingesetzte Zahnradpumpe zu schmieren, wird das Gemisch durch den statischen Mischer gepumpt. Dieser Mischer besteht aus zwei statischen Mischern mit 6 Elementen (hergestellt von Kenics Corporation; Modell Nr. 3-10-311-1), die in Reihe verbunden sind. Diese Mischer arbeiten mit einer Geschwindigkeit von 660–760 l/min (175–200 Gallonen/min) und weisen einen Einlassdruck von etwa 390 kPa (40 PSIG) auf. Das Gemisch wird anschliessend erneut in den Mischtank über eine Sprühdüse auf der Oberseite des Tanks eingeführt.

Nach etwa 90 Minuten Umlaufbehandlung beobachtet man bei dem Gemisch eine gute Einheitlichkeit und Verteilung.

Verfeuerungstests

22 957 l (6064 Gallonen) Brennstoffgemisch werden zufriedenstellend in drei Industriekesselanlagen der BNL Central Steam Plant (Nr. 1A je 20 400 kg/Std, Nr. 3 und 4 je 27 200 kg/Std, jeweils bei 995 kPa [125 PSIG]) verfeuert, wobei nur kleinere Einstellungen bezüglich der Brennstofftemperatur, des Drucks usw. notwendig sind. Das Verbrennungsverfahren erzeugte ein gutes, helles und klares Flammenmuster, das gegenüber dem durch übliches Heizöl (ASTM-Bezeichnung 6, 1% Schwefel) erzeugten Muster überlegen erschien. Aufgrund dieser Beobachtung der Brenneigenschaften können die leichteren Fraktionen des Brennstoffgemisches (Alkohol) als Verbrennungskatalysator wirken, der eine vollständigere Verbrennung der schwereren Kohlenwasserstoffe des Rest-Heizöls der ASTM-Bezeichnung 6 erleichtert. Falls dies der Fall sein sollte, dürfte eine beträchtliche Verminderung der Schornsteinfeststoffemissionen mit einer geringeren Ablagerung daraus erfolgen, die auf den inneren Wärmeaustauschoberflächen der Kesselanlage vorkommt.

Statische und thermische Stabilität.

Es werden Proben entnommen, um die statische und thermische Stabilität bei Temperaturen von −10° bis +82,2°C zu bestimmen. Diese Formulierung des Brennstoffgemisches wird etwa 21 Tage den statischen Lagerungs- und thermischen Stabilitätstests unterzogen. Die untersuchten Proben schienen voll verteilt und stellen einen homogenen Brennstoff dar, der seine Zusammensetzung behalten hat.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die ursprüngliche, diesem Projekt zugrundeliegende Aufgabenstellung wurde erfolgreich gelöst, beispielsweise die Entwicklung eines Pilot-Verarbeitungssystems, das ein stabiles Brennstoffgemisch von guter Qualität erzeugen kann.

Beispiel 4

Mischverhältnis und Volumen

Es werden insgesamt 49 116 l Brennstoffgemisch hergestellt. Dieses Brennstoffgemisch besteht aus

a) 49,3 Vol.-% eines Rest-Heizöles der ASTM-Bezeichnung 6 (0,3% Schwefel) und

b) 50,7 Vol.-% beschränkt mischbarer Alkohole oder eines Ketons, die im wesentlichen aus den folgenden wasserlöslichen organischen Stoffen bestehen:

Methanol	CH_3OH
Ethanol	CH_3CH_2OH
Methyl-ethyl-keton	$CH_3COCH_2CH_3$
Propanol	$CH_3CH_2CH_2OH$
Pentanol	$C_5H_{11}OH$
Hexanol	$CH_3(CH_2)_4CH_2OH$
Isopropylalkohol	

Mischverfahren 24 909 l (6579 Gallonen) beschränkt mischbarer Alkohol in einen 75 700 l (20 000 Gallonen) fassenden Mischtank gepumpt. 24 217 l (6397 Gallonen) Rückstand-Heizöl der ASTM-Bezeichnung 6 werden auf den bereits im Mischtank befindlichen Alkohol aufgesprüht, wobei das Vermischen erzeugt wird.

Sobald ausreichend Öl im Gemisch im Tank vorliegt, um die eingesetzte Zahnradpumpe zu schmieren, wird das Gemisch durch den statischen Mischer gepumpt. Dieser Mischer besteht aus zwei statischen Mischern mit 6 Elementen (hergestellt von Kenics Corporation; Modell Nr. 3-10-311-1), die in Reihe verbunden sind. Diese Mischer arbeiten mit einer Geschwindigkeit von 660–760 l/min (175–200 Gallonen/min) und weisen einen Einlassdruck von etwa 390 kPa (40 PSIG) auf. Das Gemisch wird anschliessend erneut in den Mischtank über eine Sprühdüse auf der Oberseite des Tanks eingeführt.

Nach etwa 90 Minuten Umlaufbehandlung beobachtet man bei dem Gemisch eine gute Einheitlichkeit und Verteilung.

Verbrennungstests

49 116 l (12 976 Gallonen) Brennstoffgemisch werden zufriedenstellend in drei Industriekesselanlagen der BNL Central Steam Plant (Nr. 1A je 20 400 kg/Std. Nr. 3 und 4 je 27 200 kg/Std. jeweils bei 995 kPa [125 PSIG]) verfeuert, wobei nur kleinere Einstellungen bezüglich der Brennstofftemperatur, des Drucks usw. notwendig sind. Das Verbrennungsverfahren erzeugte ein gutes, helles und klares Flammenmuster, das gegenüber dem durch übliches Heizöl (ASTM-Bezeichnung 6, 1% Schwefel) erzeugten Muster überlegen erschien. Aufgrund dieser Beobachtung der Brenneigenschaften können die leichteren Fraktionen des Brennstoffgemisches (Alkohol) als Verbrennungskatalysator wirken, der eine vollständigere Verbrennung der schwereren Kohlenwasserstoffe des Rest-Heizöls der ASTM-Bezeichnung 6 erleichtert. Falls dies der Fall sein sollte, dürfte eine beträchtliche Verminderung der Schornsteinfeststoffemissionen mit einer geringeren Ablagerung daraus erfolgen, die auf den inneren Wärmeaustauschoberflächen der Kesselanlage vorkommt.

Statische und thermische Stabilität

Es werden Proben entnommen, um die statische und thermische Stabilität bei Temperaturen von −10° bis +82,2°C zu bestimmen. Diese Formulierung des Brennstoffgemisches wird etwa 21 Tage den statischen Lagerungs- und thermischen Stabilitätstests unterzogen. Die untersuchten Proben schienen voll verteilt und stellen einen homogenen Brennstoff dar, der seine Zusammensetzung behalten hat.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die ursprüngliche, diesem Projekt zugrundeliegende Aufgabenstellung wurde erfolgreich gelöst, beispielsweise die Entwicklung eines Pilot-Verarbeitungssystems, das ein stabiles Brennstoffgemisch von guter Qualität erzeugen kann.

Beispiel 5

Mischverhältnis und Volumen

Insgesamt 72 955 l (19 280 Gallonen) Brennstoffgemisch werden hergestellt. Dieses Gemisch besteht aus

a) 39,4 Vol.-% navy special Rückstand-Brennstoff (2,74% Schwefel) und

b) 60,6 Vol.-% beschränkt mischbarer Alkohole oder eines Ketons, die aus den folgenden wasserlöslichen organischen Stoffen, jedoch ohne jede Beschränkung, bestehen:

Methanol	CH_3OH
Ethanol	CH_3CH_2OH
Methyl-ethyl-keton	$CH_3COCH_2CH_3$
Propanol	$CH_3CH_2CH_2OH$
Pentanol	$C_5H_{11}OH$
Hexanol	$CH_3(CH_2)_4CH_2OH$
Isopropylalkohol	

Mischverfahren

44 189 l (11 684 Gallonen) beschränkt mischbarer Alkohol werden in einen 75 700 l fassenden Mischtank gepumpt. Anschliessend werden 28 766 l (7596 Gallonen) navy special Rückstand-Heizöl auf den bereits im Mischtank befindlichen Alkohol aufgesprüht, wobei das Vermischen einsetzt. Sobald ausreichend Öl im Gemisch im Tank vorliegt, um die eingesetzte Zahnradpumpe zu schmieren, wird das Gemisch durch den statischen Mischer gepumpt. Dieser Mischer besteht aus zwei statischen Mischern mit 6 Elementen (hergestellt von Kenics Corporation; Modell Nr. 3-10-311-1), die in Reihe verbunden sind Diese Mischer arbeiten mit einer Geschwindigkeit von 660–760 l/min (175–200 Gallonen/min) und weisen einen Einlassdruck von etwa 390 kPa (40 PSIG) auf. Das Gemisch wird anschliessend erneut in den Mischtank über eine Sprühdüse auf der Oberseite des Tanks eingeführt.

Nach etwa 90 Minuten Umlaufbehandlung beobachtet man bei dem Gemisch eine gute Einheitlichkeit und Verteilung.

Verfeuerungstests

72 955 l (19 280 Gallonen) Brennstoffgemisch werden zufriedenstellend in drei Industriekesselanlagen der BNL Central Steam Plant (Nr.1A je 20 400 kg/Std., Nr. 3 und 4 je 27 200 kg/Std., jeweils bei 995 kPa [125 PSIG]) verfeuert, wobei nur kleinere Einstellungen bezüglich der Brennstofftemperatur, des Drucks usw. notwendig sind. Das Verbrennungsverfahren erzeugte ein gutes, helles und klares Flammenmuster, das gegenüber dem durch übliches Heizöl (ASTM-Bezeichnung 6, 1% Schwefel) erzeugten Muster überlegen erschien. Aufgrund dieser Beobachtung der Brenneigenschaften können die leichteren Fraktionen des Brennstoffgemisches (Alkohol) als Verbrennungskatalysator wirken, der eine vollständigere Verbrennung der schwereren Kohlenwasserstoffe des Rest-Heizöls der ASTM-Bezeichnung 6 erleichtert. Falls dies der Fall sein sollte, dürfte eine beträchtliche Verminderung der Schornsteinfeststoffemissionen mit einer geringeren Ablagerung daraus erfolgen, die auf den inneren Wärmeaustauschoberflächen der Kesselanlage vorkommt.

Statische und thermische Stabilität

Es werden Proben entnommen, um die statische und thermische Stabilität bei Temperaturen von −10° bis +82,2°C zu bestimmen. Diese Formulierung des Brennstoffgemisches wird etwa 21 Tage den statischen Lagerungs- und thermischen Stabilitätstests unterzogen. Die untersuchten Proben schienen voll verteilt und stellen einen homogenen Brennstoff dar, der seine Zusammensetzung behalten hat.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Das Pilot-Verarbeitungssystem hat sich über seine anfänglichen, an den Entwurf gestellten Erwartungen hinaus bei Betrachtung der Mischungsverhältnisse und der Brennstoffgemischelemente, die in diesen Test einbezogen wurden, als leistungsfähig erwiesen. Die statisch arbeitenden Mischer haben sich in der speziellen Folge mit den anderen Einrichtungen des Pilot-Verarbeitungssystems als äusserst wirksam erwiesen.

Beispiel 6

Mischungsverhältnis und Volumen

Es werden insgesamt 48 080 l (12 700 Gallonen) Brennstoffgemisch hergestellt. Dieses Gemisch besteht aus

a) 48,8 Vol.-% eines unter der Norm liegenden Rückstand-Heizöls der ASTM-Bezeichnung 6 (2,1% Schwefel) und

b) 51,2 Vol.-% Erdöllösungsmittel, die im wesentlichen aus folgenden Stoffen bestehen:

Naptha	
Xylol	$C_6H_4(CH_3)_2$
Toluol	$C_6H_5CH_3$
Benzol	C_6H_6
Aromatische Lösungsmittel	
Cyclische Napthene	

Mischungsmethode

24 618 l (6502 Gallonen) Erdöllösungsmittel werden in einen 75 700 l fassenden Mischungstank gepumpt. Anschliessend werden 23 462 l (6198 Gallonen) Rückstand-Heizöl auf das bereits im Mischtank befindliche Erdöllösungsmittel aufgesprüht, wobei das Mischen erzeugt wird. Sobald ausreichend Öl im Gemisch im Tank vorliegt, um die eingesetzte Zahnradpumpe zu schmieren, wird das Gemisch durch den statischen Mischer gepumpt. Dieser Mischer besteht aus zwei statischen Mischern mit 6 Elementen (hergestellt von Kenics Corporation; Modell Nr. 3-10-311-1), die in Reihe verbunden sind. Diese Mischer arbeiten mit einer Gechwindigkeit von 660–760 l/min (175–200 Gallonen/min) und weisen einen Einlassdruck von etwa 390 kPa (40 PSIG) auf. Das Gemisch wird anschliessend erneut in den Mischtank über eine Sprühdüse auf der Oberseite des Tanks eingeführt.

Nach etwa 90 Minuten Umlaufbehandlung beobachtet man bei dem Gemisch eine gute Einheitlichkeit und Verteilung.

Verfeuerungstests

48 080 l (12 700 Gallonen) Brennstoffgemisch werden zufriedenstellend in drei Industriekesselanlagen der BNL Central Steam Plant (Nr. 1A je 20 400 kg/Std., Nr. 3 und 4 je 27 200 kg/Std., jeweils bei 995 kPa [125 PSIG]) verfeuert, wobei nur kleinere Einstellungen bezüglich der Brennstofftemperatur, des Drucks usw. notwendig sind. Das Verbrennungsverfahren erzeugte ein gutes, helles und klares Flammenmuster, das gegenüber dem durch übliches Heizöl (ASTM-Bezeichnung 6, 1% Schwefel) erzeugten Muster überlegen erschien. Aufgrund dieser Beobachtung der Brenneigenschaften können die leichteren Fraktionen des Brennstoffgemisches (Erdöllösungsmittel) als Verbrennungskatalysator wirken, der eine vollständigere Verbrennung der schwereren Kohlenwasserstoffe des Rest-Heizöls der ASTM-Bezeichnung 6 erleichtert. Falls dies der Fall sein sollte, dürfte eine beträchtliche Verminderung der Schornsteinfeststoffemissionen mit einer geringeren Ablagerung daraus erfolgen, die auf den inneren Wärmeaustauschorberflächen der Kesselanlage vorkommt.

Statische und thermische Stabilität

Es werden Proben entnommen, um die statische und thermische Stabilität bei Temperaturen von −10° bis +82,2°C zu bestimmen. Diese Formulierung des Brennstoffgemisches wird etwa 21 Tage den statischen Lagerungs- und thermischen Stabilitätstests unterzogen. Die untersuchten Proben

schienen voll verteilt und stellen einen homogenen Brennstoff dar, der seine Zusammensetzung behalten hat.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Das Pilot-Verarbeitungssystem hat sich über seine anfänglichen, an den Entwurf gestellten Erwartungen hinaus bei Betrachtung der Mischungsverhältnisse und der Brennstoffgemischelemente, die in diesen Test einbezogen wurden, als leistungsfähig erwiesen. Die statisch arbeitenden Mischer haben sich in der speziellen Folge mit den anderen Einrichtungen des Pilot-Verarbeitungssystems als äusserst wirksam erwiesen.