

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7607645号
(P7607645)

(45)発行日 令和6年12月27日(2024.12.27)

(24)登録日 令和6年12月19日(2024.12.19)

(51)国際特許分類	F I				
G O 1 N 33/22 (2006.01)	G O 1 N	33/22	B		
G O 1 N 33/28 (2006.01)	G O 1 N	33/28			
B O 1 J 13/00 (2006.01)	B O 1 J	13/00	A		

請求項の数 18 (全13頁)

(21)出願番号	特願2022-518010(P2022-518010)	(73)特許権者	506018363
(86)(22)出願日	令和2年9月17日(2020.9.17)		サウジ アラビアン オイル カンパニー
(65)公表番号	特表2022-548767(P2022-548767 A)		サウジアラビア国 3 1 3 1 1 ダーラン、イースタン アベニュー 1
(43)公表日	令和4年11月21日(2022.11.21)	(74)代理人	110001519
(86)国際出願番号	PCT/US2020/051227		弁理士法人太陽国際特許事務所
(87)国際公開番号	WO2021/055571	(72)発明者	アハメド、エラフ エー.
(87)国際公開日	令和3年3月25日(2021.3.25)		サウジアラビア王国 3 1 3 1 1 ダーラン、サウジ アラムコ リサーチ アンド
審査請求日	令和5年9月7日(2023.9.7)		ディベロップメント センター ボックス 6 2
(31)優先権主張番号	16/575,082	(72)発明者	デュヴァル、セバスチャン エー.
(32)優先日	令和1年9月18日(2019.9.18)		サウジアラビア王国 3 1 3 1 1 ダーラン、サウジ アラムコ リサーチ アンド
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		ディベロップメント センター ボックス
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 石油流体の含水量を測定する方法及び装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液体炭化水素を運ぶフローラインから液体炭化水素サンプルを受け取るステップであって、前記液体炭化水素サンプルは、液体炭化水素及び水飽和レベルよりも高い濃度の液体水を含む、ステップと、

前記液体炭化水素サンプルを溶媒と混合するステップであって、前記溶媒と前記液体炭化水素サンプルとの混合物中の液体水の濃度は、水飽和レベル未満である、ステップと、

前記液体炭化水素サンプルを前記溶媒と混合した後に、前記液体炭化水素サンプルの含水量を特定するステップと、を備える、

方法。

【請求項 2】

前記液体炭化水素サンプルを受け取るステップは、前記液体炭化水素サンプルを測定セルに流すステップを備える、

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記液体炭化水素サンプルを前記溶媒と混合する前、及び前記液体炭化水素サンプル中の液体水の含水量を特定する間に、前記測定セルの温度を実質的に一定の温度に保つように制御するステップをさらに備える、

請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記温度は 40℃である、

請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記液体炭化水素サンプルを前記溶媒と混合するステップは、前記溶媒を前記測定セルに流すステップを備える、

請求項 2 に記載の方法。

【請求項 6】

前記液体炭化水素サンプルを前記溶媒と混合する前に、

前記溶媒の含水量が含水量閾値よりも大きいことを特定するステップと、

前記溶媒の含水量が前記含水量閾値よりも大きいと特定された場合に、液体炭化水素サンプルと溶媒の混合を停止するための警告信号を送信するステップと、をさらに備える、

請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記含水量をコンピュータシステムに送信するステップと、

前記コンピュータシステムに接続された表示装置に前記含水量を表示するステップと、をさらに備える、

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記溶媒と前記液体炭化水素サンプルの混合物を前記フローラインに流すステップをさらに備える、

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記液体炭化水素サンプルは第 1 の液体炭化水素サンプルであり、前記溶媒は第 1 の溶媒であり、前記含水量は第 1 の含水量であり、前記第 1 の含水量は第 1 の時点に特定され、この方法は、前記第 1 の時点に続くそれぞれの複数の時点で、

前記フローラインから複数の液体炭化水素サンプルをそれぞれ受け取るステップであって、前記液体炭化水素サンプルのそれぞれは、液体炭化水素及び水飽和レベルよりも高い濃度の液体水をそれぞれ備える、ステップと、

前記液体炭化水素サンプルのそれぞれを溶媒と混合するステップと、

前記液体炭化水素サンプルのそれぞれを前記溶媒と混合した後、前記液体炭化水素サンプルのそれぞれの中の液体水の含水量を特定するステップと、

前記第 1 の時点及び複数の時点を含む期間にわたって、前記第 1 の液体炭化水素サンプル及び前記複数の液体炭化水素サンプルのウォーターカットプロファイルを展開するステップと、をさらに備える、

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記溶媒は乾燥キシレンを含む、

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

(a) 液体炭化水素を運ぶフローラインから引き出された液体炭化水素サンプルを所定量の溶媒と混合するステップであって、前記液体炭化水素サンプルは、液体炭化水素及び水飽和レベルよりも高い濃度の液体水を含み、前記溶媒の量は、前記液体水を水飽和レベル未満に低減するように構成される、ステップと、

(b) 前記液体炭化水素サンプルを前記溶媒と混合した後、前記液体炭化水素サンプル中の液体水の含水量を測定するステップと、を備える、

方法。

【請求項 12】

前記溶媒は乾燥キシレンを含む、

請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

10

20

30

40

50

前記液体炭化水素サンプルを前記フローラインから測定セルに引き込むステップをさらに備える、

請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記液体炭化水素サンプルを前記所定量の溶媒と混合するステップは、前記所定量の溶媒を溶媒貯蔵タンクから前記測定セルに流すステップを含む、

請求項 1 3 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記液体炭化水素サンプルを前記所定量の溶媒と混合する前に、前記溶媒を乾燥させて前記溶媒中の含水量を減らすステップをさらに備える、

請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記ステップ (a) 及び (b) は、第 1 の時点に実施され、

前記第 1 の時点に続く複数の時点で前記ステップ (a) 及び (b) を実施するステップと、

前記複数の時点で複数の含水量を特定するステップと、

前記複数の含水量を複数の時点に対してプロットするステップであって、前記複数の時点の間に前記フローラインを流れる前記液体炭化水素のウォーターカットプロファイルを生成する、ステップと、をさらに備える、

請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記含水量をコンピュータシステムに送信するステップと、

前記コンピュータシステムに接続された表示装置に前記含水量を表示するステップと、をさらに備える、

請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記溶媒と前記液体炭化水素サンプルの混合物を前記フローラインに流すステップをさらに備える、

請求項 1 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、2019年9月18日に出願された米国特許出願第16／575,082号の優先権を主張し、その全内容は参照により本明細書に組み込まれる。

【0002】

本開示は、炭化水素、例えば石油流体 (petroleum fluid) の含水量の測定に関する。

【背景技術】

【0003】

地下貯留層から坑井を介して生産される炭化水素は、石油、水、天然ガス又はそれらの組み合わせを含み得る。ウォーターカット (water cut) は、坑井を通して生産される全液体の体積に対する生産された水の体積の比として定義される。特定のウォーターカット閾値を超えるウォーターカットは、炭化水素の処理、例えば精製における非効率性をもたらす可能性がある。

【発明の概要】

【0004】

本開示は、炭化水素の上述の飽和含水量を測定することに関する技術を説示する。

【0005】

本明細書で説明される主題の特定の態様は、方法として実施され得る。液体炭化水素サンプルは、液体炭化水素を運ぶフローラインから受け取られる。液体炭化水素サンプルは

10

20

30

40

50

、液体炭化水素及び水飽和レベル（water saturation level、水飽和率のレベル）よりも高い濃度の液体水（liquid water）を含む。液体炭化水素サンプルは溶媒と混合される。溶媒と液体炭化水素サンプルとの混合物中の液体水の濃度は、水飽和レベル未満である。液体炭化水素サンプルを溶媒と混合した後、液体炭化水素サンプル中の含水量を特定（測定）する。

【0006】

他の態様のいずれかと組み合わせることができる態様は、以下の特徴を含む。すなわち、液体炭化水素サンプルは、測定セルに流される。

【0007】

他の態様のいずれかと組み合わせることができる態様は、以下の特徴を含む。すなわち、測定セルの温度は、液体炭化水素サンプルを溶媒と混合する前、及び液体炭化水素サンプル中の液体水の含水量を特定する間、実質的に維持されるように制御される。

10

【0008】

他の態様のいずれかと組み合わせることができる態様は、以下の特徴を含む。すなわち、前記温度は40℃である。

【0009】

他の態様のいずれかと組み合わせることができる態様は、以下の特徴を含む。すなわち、液体炭化水素サンプルを溶媒と混合するために、溶媒を測定セルに流す。

【0010】

他の態様のいずれかと組み合わせることができる態様は、以下の特徴を含む。すなわち、液体炭化水素サンプルを溶媒と混合する前に、溶媒の含水量が含水量の閾値よりも大きいことが特定される。それに応答して、警告信号が送信されて、液体炭化水素サンプルと溶媒との混合を停止する。

20

【0011】

他の態様のいずれかと組み合わせることができる態様は、以下の特徴を含む。すなわち、含水量はコンピュータシステムに送信される。含水量は、コンピュータシステムに接続された表示装置に表示される。

【0012】

他の態様のいずれかと組み合わせることができる態様は、以下の特徴を含む。すなわち、溶媒と液体炭化水素サンプルとの混合物は、フローラインに流される。

30

【0013】

他の態様のいずれかと組み合わせることができる態様は、以下の特徴を含む。すなわち、液体炭化水素サンプルは第1の液体炭化水素サンプルであり、溶媒は第1の溶媒であり、含水量は第1の含水量である。第1の含水量は、第1の時点で特定される。第1の時点に続く複数の時点において、複数の液体炭化水素サンプルがフローラインから得られる。各サンプルは、各液体炭化水素サンプル中の液体水の含水量を特定するために、先に説明したように処理される。第1の時点及び複数の時点を含む持続時間にわたる第1の液体炭化水素サンプル及び複数の液体炭化水素サンプルのウォーターカットプロファイルが特定される。

【0014】

他の態様のいずれかと組み合わせることができる態様は、以下の特徴を含む。すなわち、前記溶媒は乾燥（ドライ）キシレンを含む。

40

【0015】

本明細書で説明される主題の特定の態様は、方法として実施され得る。ステップ（a）では、液体炭化水素サンプルを運ぶフローラインから引き出された液体炭化水素サンプルを、所定量の溶媒と混合する。液体炭化水素サンプルは、液体炭化水素及び水飽和レベルよりも高い濃度の液体水を含む。溶媒の量は、液体水を水飽和率未満に減少させるように構成される。ステップ（b）では、液体炭化水素サンプルと溶媒とを混合した後、液体炭化水素サンプル中の液体水の含水率を求める。

【0016】

50

他の態様のいずれかと組み合わせることができる態様は、以下の特徴を含む。すなわち、前記溶媒は乾燥キシレンを含む。

【0017】

他の態様のいずれかと組み合わせることができる態様は、以下の特徴を含む。すなわち、液体炭化水素サンプルは、フローラインから測定セルに引き込まれる。

【0018】

他の態様のいずれかと組み合わせることができる態様は、以下の特徴を含む。すなわち、所定量の溶媒を溶媒貯蔵タンクから測定セルに流し、液体炭化水素サンプルを所定量の溶媒と混合する。

【0019】

他の態様のいずれかと組み合わせることができる態様は、以下の特徴を含む。すなわち、液体炭化水素サンプルを所定量の溶媒と混合する前に、溶媒を乾燥させて溶媒中の含水量を減少させる。

【0020】

他の態様のいずれかと組み合わせることができる態様は、以下の特徴を含む。すなわち、ステップ（a）及び（b）は、第1の時点で実施される。これらのステップは、第1の時点に続く複数の時点で実施される。含水量は、複数の時点で測定される。複数の含水量を複数の時点に対してプロットして、複数の時点の間にフローラインを通して流れた液体炭化水素についてのウォーターカットプロファイルを得る。

【0021】

他の態様のいずれかと組み合わせることができる態様は、以下の特徴を含む。すなわち、含水量は、コンピュータシステムに送信され、コンピュータシステムに接続された表示装置に表示される。

【0022】

他の態様のいずれかと組み合わせることができる態様は、以下の特徴を含む。すなわち、溶媒と液体炭化水素サンプルとの混合物は、フローラインに流される。

【0023】

本明細書で説明される主題の1つ又は複数の実施の形態の詳細は、添付の図面及び以下の説明に記載される。主題の他の特徴、態様及び利点は、明細書、図面及び特許請求の範囲から明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】液体炭化水素サンプル中のウォーターカットを測定するためのシステムの概略図である。

【0025】

【図2】液体炭化水素サンプル中のウォーターカットを測定するためのプロセスの一例のフローチャートである。

【0026】

【図3】液体炭化水素サンプル中のウォーターカットの測定方法の一例を示す説明図である。

【0027】

様々な図面における同様の参照番号及び名称は、同様の要素を示す。

【発明を実施するための形態】

【0028】

特定の原油処理精製所は、輸出原油の最大含水量が含水量閾値、例えば0.2重量パーセント（wt. %）未満であるべきであることを規定する。このような閾値以下の含水量は、製油所の処理コストと汚染された水の処理とを低減する。液体炭化水素中の水分濃度が水飽和レベル未満である場合、静電（キャパシタンス）プローブを使用して、水分濃度が均一であることに基づいて含水量を測定することができる。しかしながら、水分濃度が上述の飽和を上回る場合、上記の仮定は無効であり、キャパシタンスベースの測定手法は

10

20

30

40

50

不正確である可能性がある。本開示は、液体炭化水素及び液体水を含む既知の量の液体炭化水素サンプルを、既知量の溶媒、例えば、乾燥キシレンなどの低誘電性溶媒に添加することを記載する。本開示のコンテキストにおいて、低誘電率溶媒は、5未満の誘電率を有する溶媒である。より一般的には、低誘電性溶媒は、原油との良好な適合性を提供し、混合を容易にし、モレキュラーシーブで除去することが困難である貯蔵中の大きな水の取り込みを回避するために水との低い親和性を有する溶媒である。溶媒及びサンプルの量は、サンプル中の水分濃度が水飽和レベル未満になるように選択される。次いで、混合物中のウォーターカットを、例えば、先に記載したキャパシタンスペースの測定手法を用いて測定することができる。本開示のコンテキストにおいて、水飽和率 (water saturation) とは、飽和点、すなわち、それを超えると水が溶媒に溶解できなくなり、液滴の分散形態で、又は溶媒中の沈殿物として見られる水分濃度の閾値としての飽和点を指す。

10

【0029】

本明細書に記載のオンラインウォーターカット測定システムは、例えば、解乳化剤及び洗浄水の流量を調節するといった、製油所の仕様により近い生成物ストリームを制御する能力を提供することができる。本明細書に記載の技術は、フローラインで運ばれる液体炭化水素の含水量の変化についてオペレータに警告することができる、連続的なリアルタイムの含水量測定のために実施することができる。そのような警告はまた、オペレータがプロセス動作を変更することや、他のオペレータに上流の機器の潜在的な誤動作を警告することを可能にし得る。ここに記載されたウォーターカット測定技術は、水濃度の全範囲、すなわち0%~100%の範囲、より具体的には0%~1%の範囲において正確なウォーターカットデータを提供することができる。さらに、本明細書に記載される技術は、水飽和レベルを超える液体水を含む液体炭化水素中のウォーターカット測定を可能にする。

20

【0030】

図1は、液体炭化水素サンプル中のウォーターカットを測定するためのシステムの概略図である。このシステムは、液体炭化水素を運ぶフローライン102を含む。いくつかの実施の形態では、フローライン102が坑井（図示せず）を通して生産された液体炭化水素を運ぶことができる。例えば、フローライン102は、坑口（ウェルヘッド）から異なる場所、例えば、ガス油分離プラント (Gas Oil Separation Plant, GOSP) まで、又はGOSPから原油輸出ターミナル又は安定化プラントまで延びていてよい。フローライン102内を流れる液体炭化水素は、液体水、例えば液体原油を含むことができる。高速ループシステム104は、フローライン102から液体炭化水素サンプルを得るためにフローライン102に流体的に連結される。高速ループシステム104は、入口及び出口（例えば、ドレイン）を含み、メインのライン（ここでは、フローライン102）に流体的に結合される任意の流体システムであってよい。高速ループシステム104は、後述する分析のために、新鮮な液体炭化水素サンプルの連続的な流れを確立することができる。高速ループシステム104は、例えば、電磁弁（ソレノイドバルブ）又は同等の機構を使用して、所望の量の液体炭化水素サンプル及びサンプルが引き込まれるべき所望の頻度で引き込むように構成され得る。いくつかの実施の形態では、高速ループシステム104が流量計測システム、フローライン102への再注入を可能にするポンプ、又は濾過システム（又はそれらの任意の2つ又は3つすべての組合せ）を備えることができる。

30

40

【0031】

測定セル106は、高速ループシステム104に流体的に結合される。高速ループシステム104によってフローライン102から引き出された所定量の液体炭化水素サンプルは、測定セル106に流される。測定セル106の体積は、ウォーターカットを測定するために使用される液体炭化水素サンプルの体積によって特定される。過度に少ない体積は測定の不正確さにつながる可能性があり、一方、過度に多い体積は実施コストを増大させる可能性がある。いくつかの例では、液体炭化水素サンプルの体積が10ミリリットル (ml) とすることができる。いくつかの実施の形態では、高速ループシステム104は、

50

サンプルが測定セル 106 に流される前に、サンプルをフローライン 102 に戻す流路を含むことができる。高速ループシステム 104 は、例えば、圧力、流量及び濾過要件に関して、フローライン 102 からサンプリングされた炭化水素を調整し、測定セル 106 に新しいサンプルを提供することを可能にする。いくつかの実施の形態では、高速ループシステム 104 は、必要とされる測定周波数に一致する周波数で、新しいサンプルを提供することができ、それによって、製品の損失を回避する。測定に使用されない製品は、フローライン 102 に戻される。

【0032】

測定セル 106 に引き込まれた液体炭化水素サンプルは、水飽和レベルよりも高い濃度の液体水を含む。液体水の濃度は、溶媒、例えばキシレンのような誘電性溶媒を添加することによって低下させる。一般に、水と油は混合しない。しかしながら、キシレンのような誘電性溶媒は、最小量の水を可溶化 (solubilize) することができる。表 1 は、参照温度における特定の溶媒の水溶性を列挙する。例えば、キシレンは、摂氏 25 度 (°C) で 391 パーツ・パー・ミリオン (parts per million、ppm) の水溶性を有する。これは、乾燥キシレン 1 リットル当たり 391 マイクロリットル (μl) までの水を可溶化できることを意味する。水はこの濃度を超えると、液滴の形態で溶液から落下し、最終的に沈降層を形成する。本開示では、溶媒対原油比は、対象となる測定範囲における溶解度の条件を満たすように特定される。

【表 1】

溶剤	水の可溶化度 @25 °C		原油・溶媒比率 (体積) の最大 BS&W						
	mol/l	ppm	1:1	1:10	1:20	1:30	1:40	1:50	1:100
ヘキサデカン	0.0029	52	0.005 %	0.052 %	0.104 %	0.157 %	0.209 %	0.261 %	0.522 %
シクロヘキサン	0.003	54	0.005 %	0.054 %	0.108 %	0.162 %	0.216 %	0.270 %	0.540 %
CCl ₄	0.0087	157	0.016 %	0.157 %	0.313 %	0.470 %	0.627 %	0.784 %	1.567 %
p-キシレン	0.0217	391	0.039 %	0.391 %	0.782 %	1.173 %	1.564 %	1.955 %	3.909 %
トルエン	0.0265	477	0.048 %	0.477 %	0.955 %	1.432 %	1.910 %	2.387 %	4.774 %
ベンゼン	0.0349	629	0.063 %	0.629 %	1.257 %	1.886 %	2.515 %	3.144 %	6.287 %
クロロベンゼン	0.029	522	0.052 %	0.522 %	1.045 %	1.567 %	2.090 %	2.612 %	5.224 %
o-ジクロロ ベンゼン	0.024	432	0.043 %	0.432 %	0.865 %	1.297 %	1.729 %	2.162 %	4.324 %
クロロホルム	0.0732	1319	0.132 %	1.319 %	2.637 %	3.956 %	5.275 %	6.593 %	13.19 %
1,2-ジクロロ エタン	0.1262	2273	0.227 %	2.273 %	4.547 %	6.820 %	9.094 %	11.37 %	22.73 %
1,1,2,2-テトラ クロロエタン	0.101	1820	0.182 %	1.820 %	3.639 %	5.459 %	7.278 %	9.098 %	18.20 %

表 1. BS&W は塩基性沈殿物及び水を表し、生成物ストリームの容積パーセンテージとして測定される遊離水、沈殿物及びエマルジョンの尺度である

【0033】

表 1 に報告されている温度よりも高い温度では、溶解度 (可溶化度) の値がより大きくなり、それによって測定可能な含水量の範囲が広がることが予想される。1 つの研究では、689.5 キロパスカル (kPa) での温度に対する p-キシレン中の水の溶解度を測定した。各温度が増加する毎に、溶解度は、25 °C ~ 100 °C の間で約 0.7 % 増加することが見出された。したがって、25 °C ではなく 60 °C で測定すると、水の測定範囲は 30 % 広がる。

【0034】

いくつかの実施の態様では、溶媒は、測定セル 106 に流体結合された溶媒貯蔵タンク 108 に貯蔵される。溶媒貯蔵タンク 108 内の溶媒は、用途に応じて、キシレン、又は表 1 に記載されている他の低誘電性溶媒とすることができる。貯蔵タンク 108 内の溶媒は液状である。溶媒は、ポンプ（図示せず）を用いて貯蔵タンク 108 から測定セル 106 に流すことができる。あるいは、測定セル 106 と貯蔵タンク 108 との間の圧力変動を使用して、貯蔵タンク 108 から測定セル 106 へ溶媒を引き込むことができる。例えば、圧力変動は貯蔵タンク 108 を乾燥ガス（例えば、ガスシリンダーからの窒素又はプラントからの乾燥器具用空気）で加圧することによって作り出すことができる。このようにして、特定された、例えば計量された量の溶媒を貯蔵タンク 108 から測定セル 106 に流すことができる。

10

【0035】

測定セル 106 に引き込まれる溶媒の量は、測定セル 106 に引き込まれる液体炭化水素サンプルの体積、並びに BS & W によって測定される予想ウォーターカットに基づいて選択することができる。例えば、表 1 に示すように、湿潤原油／キシレン系において、0.782% までの水を測定するためには、原油／キシレン比は 1:20 にする必要がある。10.5 ml の体積を有する測定セルの場合、これは、約 0.5 ml の原油及び 10 ml のキシレンに換算される。

【0036】

いくつかの実施の形態では、貯蔵タンク 108 及び測定セル 106 が直接、すなわち、パイプラインを通して中間要素なしで、流体的に結合される。一般に、貯蔵タンク 108 内の低誘電性溶媒は、実質的に水を含まないか、又は少なくとも含水量閾値未満の含水量を有する。いくつかの実施の形態では、溶媒を測定セル 106 に流す前に、溶媒を乾燥チャンバ 110 に流すことによって、溶媒の含水量をさらに低下させることができる。例えば、乾燥チャンバ 110 は、一方の端部で測定セル 106 に、他方の端部で貯蔵タンク 108 に流体的に結合することができる。溶媒は、貯蔵タンク 108 から乾燥チャンバ 110 へ流すことができる。乾燥は、シリカゲル、活性アルミナ、ゼオライト又はそれらの組み合わせを用いて実施することができる。例えば、乾燥チャンバ 110 はシリカとアルミナ四面体（alumina tetrahedra）との三次元相互接続ネットワークを有する結晶性金属アルミノケイ酸塩（シリケート）を含むことができ、又はそのようなアルミノケイ酸塩として実施することができる。このような実施は、有機液体から水を除去するのに有効である。

20

30

【0037】

いくつかの実施の形態では、乾燥チャンバ 110 は、乾燥剤が配置される別個の容器である必要はない。むしろ、乾燥チャンバ 110 は、流路内に配置された 3 オングストローム（3 Å）～5 Å タイプのモレキュラーシーブ、すなわち、溶媒が貯蔵タンク 108 から測定セル 110 に流れる管又はパイプとして実施することができる。このようなモレキュラーシーブは、水分子が 1.93 Å のサイズを有し、キシレンが 6.5 Å～7.5 Å の範囲の分子サイズを有するため、キシレンから水を除去することができる。

【0038】

いくつかの実施の形態では、乾燥ガス（例えば、乾燥窒素又は同様の不活性ガス）が溶媒と共に測定セル 106 に注入される。過圧（overpressure）を発生させ、溶媒中の水分汚染を回避する。これにより、乾燥剤の負担を軽減し、脱水処理の効率を向上させることができる。いくつかの実施の形態では、モレキュラーシーブ又は他の乾燥剤を含むカートリッジを貯蔵タンク 108 の入口に配置して、水がタンクに入るのを回避することができる。そのような実施では、乾燥チャンバ 110 は、溶媒が測定セル 106 に入る前に溶媒の完全な乾燥を確実にするための第 2 のカートリッジとして機能することができる。貯蔵タンクの入口にあるカートリッジと乾燥チャンバ 110 との両方を、水が効率的に収集されることを確実にするために、定期的に交換することができる。特定のタイプのカートリッジ（又は乾燥チャンバ）は、不活性スリーブ（掃引）下で 120℃ 以上に加熱してモレキュラーシーブから水を置換することによって、再生することができる。

40

50

【0039】

フローライン102から引き出された液体炭化水素サンプルの量と貯蔵タンク108から引き出された溶媒の量とが測定セル106に流された後、混合物のウォーターカットが測定される。いくつかの実施の形態では、溶媒とサンプルとの間の混合を容易にするために、乾燥した不活性ガスを測定セル106内にバブリングすることができる。そうするために、測定セル106は、特定の温度、例えば40℃に維持される。いくつかの実施の形態では、測定セル106は、測定セル106を特定の温度に維持するために、ヒータ（図示せず）に接続するか、又は加熱チャンバ（図示せず）内に配置され得る。

【0040】

測定セル106の温度が所望の温度に維持された状態で、測定セル106内の混合物のウォーターカットが測定される。ウォーターカットは静電容量式メータで測定できる。

【0041】

いくつかの実施の形態では、測定セル106は、コンピュータシステム（図示せず）に動作可能に結合される。コンピュータシステムは、動作を実行するために1つ以上のプロセッサによって実行可能な命令を記憶するコンピュータ読取可能媒体（例えば、一時的又は非一時的なコンピュータ読取可能媒体）を含む。動作は、測定セル106からウォーターカット測定値を受け取ることを含む。例えば、センサは、測定セル106の内側に設置され、ウォーターカットを測定することができる。センサは、コンピュータシステムに動作可能に結合され、コンピュータシステムにウォーターカットを伝送することができる。コンピュータシステムは、表示装置（図示せず）に動作可能に結合される。コンピュータシステムはサンプルのウォーターカットを表示するか、又は複数のサンプルのウォーターカットプロファイル（後述）を生成し、表示装置に表示することができる。いくつかの実施の形態では、ウォーターカット（又はBS&W）が、ウォーターカットアナライザ自体の電子エンクロージャ上に表示することができ、又はプラント情報（plant information、PI）システム又は同様のデータ伝送システムを介してプラント制御室にリモート送信することができる。

【0042】

サンプルのウォーターカットが測定された後、サンプルは測定セル106から回収され、フローライン102に戻される。いくつかの実施の形態では、サンプル回収システム112は、一端で測定セル106に、他端でフローライン102に流体的に結合される。いくつかの実施の形態では、サンプル回収システム112は、測定セル106から溶媒-炭化水素混合物を受け取るタンクを含む。サンプル回収システム112は、ポンプに接続され、ドレイン又はフローライン102のいずれかに定期的に空にされ得る。

【0043】

図2は、液体炭化水素サンプル中のウォーターカットを測定するためのプロセス200の一例のフローチャートである。202において、液体炭化水素サンプルがフローライン、例えばフローライン102から受け取られる。204において、液体炭化水素サンプルは、例えば貯蔵タンク108に貯蔵された溶媒からの溶媒と混合される。混合は、例えば、測定セル106内で実施される。206において、サンプルのウォーターカットが特定される。214において、ウォーターカットは、例えば、コンピュータシステムの表示装置上に表示される。208において、含水量について追加のサンプルを測定すべきかどうか特定される。追加のサンプルが測定される場合（判断分岐「YES」）、ステップ202、204、及び206が繰り返されて、複数のそれぞれのサンプルのウォーターカットが特定される。特に、各追加のサンプルは、それぞれの時点でフローラインから引き出され、そのウォーターカットが測定される。様々なサンプルが採取されウォーターカットが測定される頻度は、実行される操作又は制御されるプロセスに依存し得る。例えば、4つのサンプルを定期的に、すなわち、1時間毎に等間隔で採取し測定することができる。このようにして、複数の時点にまたがる期間にわたって、フローラインから引き出された複数のサンプルのウォーターカットが得られる。追加のサンプルが残っていない場合（判断分岐「no」）、210において、液体炭化水素のウォーターカットプロファイルが特

10

20

30

40

50

定される。ウォーターカットプロファイルは、複数のサンプルがフローライン102から引き出された時点、又は複数のサンプルについてウォーターカットが測定された時点のそれぞれに対する、複数のサンプルのウォーターカットのプロットである。コンピュータシステムは、任意のプロット又はグラフ生成ソフトウェアを使用して、ウォーターカットプロファイルを生成することができる。214において、ウォーターカットが表示装置に表示される。

【0044】

図1及び図2を参照して説明した実施の形態では、液体炭化水素サンプルがフローライン102の底部から測定された特定の高度でフローライン102から引き出された。このような実施の形態では、各サンプルのウォーターカット又は複数のサンプルのウォーターカットプロファイルは、測定された高度でフローライン102を流れる液体炭化水素中のウォーターカットを表す。いくつかの実施の形態では、本明細書で説明する手法は、分離容器内の異なる高さにおけるウォーターカットを特定するために実施することができる。ウォーターカットが容器内の異なる高さで異なる可能性があることを認識して、容器の底部から測定された異なる高さで容器から複数のサンプルを引き出すことができる。そうすることによって、容器の高さ全体にわたるウォーターカットプロファイルを特定することができる。本開示に記載されるように測定されたウォーターカット又はウォーターカットプロファイル（又はその両方）を使用して、制御システムは、ウォーターカット、すなわちBS&W読取値と、特定の動作、例えば、洗浄水の流量、解乳化剤の流量、再循環バルブの開放、熱交換器又は同様の坑井の存在下での加熱要件、フローライン又はプラント動作との間の関係を作り出すようにプログラムすることができる。規格外の原油は、分離され、異なるタンクに送られ得る。いくつかの実施の形態では、混合要素、例えばスタティックミキサをフローライン102に配置することができ、炭化水素を混合要素の下流でサンプリングして、炭化水素の混合を確実にし、代表的なサンプルを得ることができる。

【0045】

実施例

【0046】

図3は、液体炭化水素サンプル中のウォーターカットの測定方法の一例を示す説明図である。302において、乾燥キシレンを乾燥窒素と共に10mlの測定セルに注入した。304において、測定セルの温度を40℃に制御した。306において、乾燥溶媒中の含水量を測定した。含水量は、体積で50ppmvであることが見出された。308において、乾燥溶媒含水量が200ppmvの含水量閾値未満であることが確認された。乾燥溶媒含水量が含水量閾値よりも大きかった場合は、溶媒貯蔵タンクの入口にある溶媒又はモレキュラーシーブカートリッジの交換を必要とするアラームがトリガされる。310において、1mlの原油が乾燥窒素を含む高速ループシステムから測定セルに注入された。312において、測定セルの温度を40℃に維持した。314において、測定セル中の乾燥溶媒と液体炭化水素サンプルの混合物の含水量を測定したところ、300ppmであった。316において、液体炭化水素サンプルのウォーターカットを測定した。特に、原油サンプルのウォーターカットは、以下の式を用いて測定した。

【数1】

$$\text{液体HC WC} = \frac{(\text{混合体積} \times \text{混合WC}) - (\text{乾燥溶剤体積} \times \text{乾燥溶剤WC})}{\text{液体HC体積}}$$

上記の式において、「混合体積」は液体炭化水素（HC）サンプルと溶媒との混合物の体積を表し、「混合WC」は、混合物のウォーターカットを表す。本実施例において、液体HC WCは2800ppm又は0.28%であった。318で、混合物をサンプル回収システムを介してフローラインに戻した。

【0047】

いくつかの実施の形態では、本明細書で説明するウォーターカット測定システムを較正

(calibrate) することができる。そのために、2つのサンプルが同時に、又は異なる時点のいずれかで引き出され得る。サンプルは、様々に希釈することができる。例えば、第1のサンプルは、1：10の比率で希釈することができ、第2のサンプルは希釈流体、例えば、低誘電性溶媒で1：20の比率で希釈することができる。ウォーターカットの測定は、先に説明した両方のサンプルについて実施することができる。システムが意図した通り動作する場合、第1のサンプルのウォーターカットは、第2のサンプルのウォーターカットの2倍となる。同様の較正が、希釈比の線形範囲において複数のサンプルについて実施される場合、サンプルについてのウォーターカットプロファイルもまた線形となる。あるいは又はさらに、同じ濃度（1：10の比率又は1：20の比率）の2つの水サンプルを並行して処理することにより、2つの未知数（炭化水素及び溶媒中の元の含水量）を有する2つの方程式の系を解くことが可能になり、混合物成分の含水量の測定が可能になる。

10

【0048】

要約すると、本開示に記載される技術は、分散した液滴を含む水飽和石油流体の含水量を測定することを可能にする。この技術を実施することにより、原油中に液滴の形で存在する水を乾燥溶媒に溶解することが可能になり、均一な混合物の一部として容易に測定することができる。溶媒と石油流体の体積比を変えることによって、石油流体中の水濃度の非常に広い範囲（例えば、0%～100%）をカバーすることが可能である。

【0049】

斯くして、主題の特定の実施の形態を説明した。他の実施は、以下の特許請求の範囲の範囲内である。場合によっては、特許請求の範囲に記載された動作は異なる順序で実行することができ、依然として望ましい結果を達成することができる。さらに、添付の図面に示されるプロセスは、所望の結果を達成するために、必ずしも示される特定の順序、又は連続する順序を必要としない。いくつかの実施の形態では、マルチタスク及び並列処理が有利であり得る。

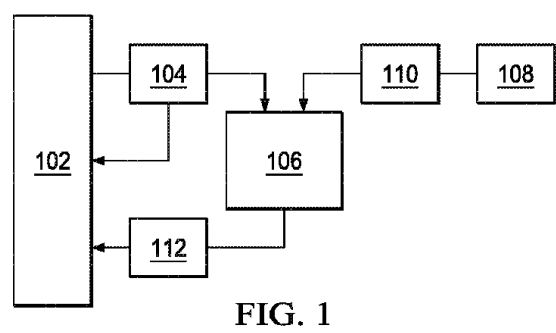
20

30

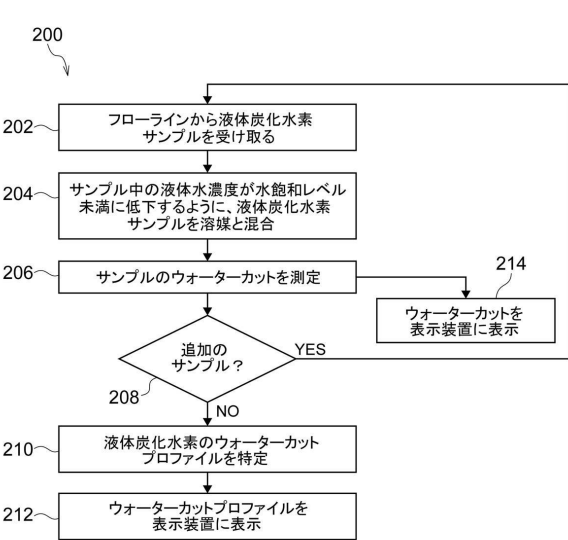
40

50

【図面】
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

- 6 2
- (72)発明者 レス、シモーネ
 サウジアラビア王国 3 1 3 1 1 ダーラン、サウジ アラムコ リサーチ アンド ディベロップメ
 ント センター ボックス 6 2
- 審査官 黒田 浩一
- (56)参考文献 米国特許第 0 3 7 2 7 0 4 9 (U S , A)
 米国特許出願公開第 2 0 1 1 / 0 1 9 4 1 0 5 (U S , A 1)
 特開昭 6 1 - 0 4 0 5 5 5 (J P , A)
 米国特許出願公開第 2 0 0 9 / 0 2 5 7 0 4 7 (U S , A 1)
 特表 2 0 2 3 - 5 3 2 4 4 9 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B名)
 G 0 1 N 3 3 / 2 2
 G 0 1 N 3 3 / 2 8