[19] **المملكة العربية السعودية SA**
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

[10] **رقم البراءة:** ١٨٧٢
[43] **تاريخ المنح:** ١٤٢٨/٠٧/٢٤هـ
الموافـــق: ٢٠٠٧/٠٨/٠٧م

[12] براءة اختراع

[72] **اسم المخترع:** برينت انجلاند بيسلي، راندال ستيفن لاشين

[73] **مالك البراءة:** اكسون موبيل ريسيرتش آند انجنيرينج كومباني

عنوانه: ١٥٤٥ روت ٢٢ ايست، انانديل، نيوجيرسي ٨٨٠١، امريكا

[74] **الوكيل:** سليمان ابراهيم العمار

[21] **رقم الطلب:** ٠٢٢٣٠٣٥٩

[22] **تاريخ الإيداع :** ١٤٢٣/٠٨/٠٢ هـ
الموافق : ٢٠٠٢/١٠/٠٨ م

[30] **بيانات الأسبقية:**
٢٠٠١/١٠/١٩م امريكا [US] ٠٠٠١٨٨/١٠

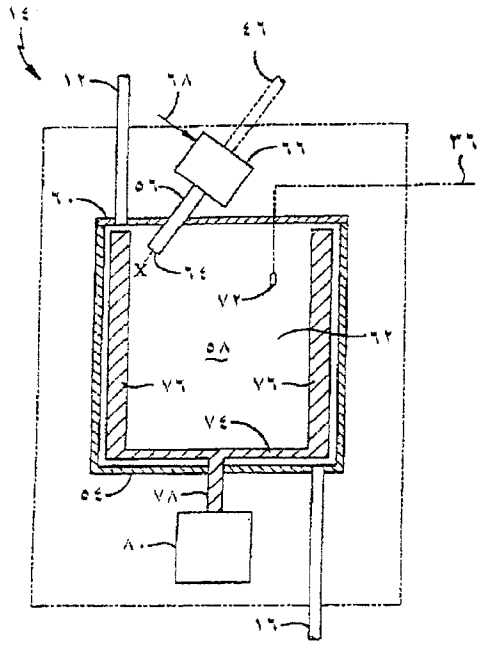
[51] **التصنيف الدولي[8] :**
Int. Cl.[8]:C1029 73/02

[56] **المراجع:**
براءة امريكية ٤٥١٩٧١٧ ١٩٨٥/٠٥/٢٨م
براءة امريكية ٤٧٤٩٨٥٦ ١٩٨٨/٠٦/٠٧م

اسم الفاحص: احمد بن محمد السلامة

[54] **اسم الاختـــراع:** التحديـــد الفـــوري لدرجـــة حـــرارة تبلُّر crystallization الشمع لتيـــار مـــذيب شـــمعي waxy solvent

[57] **الملخص:** يتعلق الاختراع بشعاع ليزر منعكس laser beam reflected من بلورات شمع wax crystals يستخدم في تحديد درجة حرارة تبلُّـــر الـــشمع wax crystallization بالمـــــذيب المزيـــــل للـــــشمع dewaxing solvent upstream الموجـــود قبـــل مبردات للمذيب solvent chillers . ويتحقق ذلـــك آلياً بواسطة طريقة فورية من نقطة تحكم بعيدة، وبها يمر التيار المزاح من المذيب خلال حلقة مذيب ملحقة إلى غرفة العينـــة الموجـــودة فـــي الحلقـــة، دون أن يتعرض للظروف المحيطة. وعندما تبرد العينة، يـــتم إكتشاف إنعاكسات الأشعة وهي تـــدل علـــى درجـــة حرارة تبلر الشمع. ويمكن اتخاذ إجراءات تصحيحية عندئذ لمنع تلوث المبردات، إذا دعت الحاجة إلى ذلك.



الشكل (٢)

٩ عناصر حماية، شكلين

التحديد الفوري لدرجة حرارة تبلُّر crystallization الشمع لتيار مذيب شمعي waxy solvent

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يتعلق الاختراع بالكشف عن درجة حرارة تبلُّر الشمع wax crystallization في مذيب شمعي waxy solvent . وأكثر تحديداً، يتعلق الاختراع بالتحديد الفوري لدرجة الحرارة التي تتكون عندها بلورات الشمع في تيار مذيب شمعي waxy solvent ، والذي يشتمل على إمرار عينة من المذيب في مبرد يعمل على دفعات يتم به إنبعاث شعاع من الليزر ويتم تبريد المذيب حتى يعكس التكوّن البلوري للشمع شعاع الليزر laser beam .

تحتوى أجزاء الهيدروكربون hydrocarbon ذات الوزن الجزيئي العالي والتي لها نقطة غليان ابتدائية في المدى من ٢٦٦ إلى ٣٤٣° درجة مئوية على نحو نمطي على الشمع، بصرف النظر عما ما إذا كان الجزء مشتقاً من مصادر طبيعية أو صناعية. وتشتق معظم الأجزاء الهيدروكربونية hydrocarbon المحتوية على الشمع من مصادر موجودة في الطبيعة، مثل البترول، و لبيتومين bitumen ، وما شابه ذلك، ولكن سيتم مستقبلاً اشتقاق الكثير والكثير من الخامات التخليقية والأجزاء الهيدروكربونية hydrocarbon المنتجة بعمليات مثل تحول الغاز، حيث بها يتحول الغاز الطبيعي natural gas أو الغاز المشتمل بشكل مبدئي على الميثان methane إلى غاز تخليقي والذي، بدوره، يستخدم لتخليق هيدروكربونات. وتستخدم أجزاء الهيدروكربونات hydrocarbons التي تغلي في المدى من حوالي ٢٦٦ إلى ٣٤٣° درجة مئوية إلى حوالي ٥٦٦° درجة مئوية في زيوت التزليق بالسيارات ذات المحركات، والتوربينات، والماكينات، وما شابه ذلك. ولكي يكون جزء زيت التزليق مفيداً كرصيد أساسي لزيت التزليق،

يجب إزالة الشمع منه أولاً. ويتحقق ذلك إما بإزالة الشمع بالمذيب أو بإزالة الشمع الحفزية، كما هو معروف. ومازالت معظم تجهيزات إزالة الشمع تستخدم إزالة الشمع بالمذيب، والتي بها يتم ببطء خلط مذيب مبرد لإزالة الشمع مع جزء زيت التزليق ويتم تبريد الخليط ببطء، تحت ظروف الرج، لينزل لدرجة حرارة نقطة التعتيم أو نقطة الإنصباب المطلوبة. وعندما يبرد الخليط، تترسب بلورات الشمع، لتكوّن ملاطاً من بلورات الشمع في الخليط البارد من المذيب والزيت. وتقلل إضافة مذيب إزالة الشمع dewaxing solvent إلى الزيت الشمعي أيضاً من لزوجة الخليط. وفي حالات عديدة، يستخدم خليطاً من مذيب للشمع، مثل التولوين toluene ، ومانع لإذابة الشمع، يشتمل على نحو نمطي على كيتونات مثل كيتون الميثيل إيثيل كيتون methyl ethyl ketone وميثيل أيزوبيوتيل كيتون methyl isobutyl ketone بانية الشمع في الزيت، بينما يتلافى عدم خلط الزيت عند درجة حرارة فصل الشمع. ويتم على نحو نمطي فصل الشمع من خليط الزيت والمذيب بالترشيح باستخدام مرشحات تفريغ دوارة. ويتم إمرار ناتج الترشيح الزيتي والراسب الشمعي إلى مجزئات الفصل، لفصل وإستخلاص المذيب المزيل للشمع dewaxing solvent upstream من الزيت المزال منه الشمع ومن الشمع. ويتم إمرار المذيب الساخن المزيل للشمع الذي تم استخلاصه من المجزئات وذلك إلى المبادلات الحرارية heat exchangeالغير مباشرة التي يشار إليها بالمبردات، لتخفيض درجة حرارته بصورة كافية لإزالة الشمع. ودرجة الحرارة هذه تكون أقل من درجة حرارة إزالة الشمع. والشمع المحتوى في أو المحمول مع المذيب في مجزئات استخلاص المذيب غالباً ما يسبب التلوث والإنسداد في مبردات المذيب المزيل للشمع dewaxing solvent upstream البَعْدية. ويشتمل التلوث على ترسب الشمع وتكوُّن طبقة من الشمع على أسطح التبادل الحراري الداخلية للمبرد، والتي تعمل كعازل حراري. وبناءاً على ذلك، فإن درجة حرارة المذيب المزيل للشمع dewaxing solvent upstream الذي يخرج من المبردات تصبح عالية جداً لعملية إزالة الشمع بعد هذه المبردات. ويجب عندئذ

رفع هذه المبردات من خط التشغيل وتنظيفها، وهذا يقلل من قدرة الوحدة الصناعية. وإحدى الطرق الشائعة لفحص الشمع في المذيب المبرد هي أن يأخذ المشغل عينة من المذيب الساخن فيما قبل المبردات، ويبردها ببطء، ويحدد بصرياً درجة الحرارة التي تتكون عندها بلورات الشمع. وهذا شئ بعيد عن الدقة. فلا يوجد هناك تحكم في الظروف. فإن أخذ عينة من المذيب الساخن يمكن أن يمثل خطورة الاحتراق، كذلك، فإن تبخر المذيب أثناء أخذ العينة يمكن أن ينتج عنه درجة حرارة تبلر عالية صناعياً للشمع. ولإجراء التحديد، يجب إحضار العينة إلى المعمل أو أي تجهيزة أخرى لإجراء التحديد. وبعد ذلك يتم تبريد العينة ببطء وتتم مراقبة درجة الحرارة، بينما يتم ملاحظة تكون بلورات الشمع. ويتم أخذ درجة الحرارة التي يبدأ عندها تكون بلورات الشمع وذلك كدرجة حرارة تبلر الشمع. وهذه الطريقة تستغرق وقتاً طويلاً لكي تصبح مفيدة للمراقبة الفورية أو لمراقبة الزمن الحقيقي. لذلك، قد يكون من المفيد أن تكون هناك تقنية للاكتشاف الفوري، المتحكم به والسريع نسبياً يمكنها إكتشاف وجود الشمع في المذيب بمقدار ضئيل جداً من الأجزاء في المليون. وهذا قد يساعد المشغل على اتخاذ إجراءات تصحيحية قبل أن تصبح المبردات ملوثة أو مسدودة وبذلك يتم الحفاظ على قدرة الوحدة الصناعية وطاقتها.

وصف عام للاختراع

يتعلق الاختراع بطريقة لتحديد درجة الحرارة التي يبدأ عندها الشمع في التبلر من مذيب لإزالة الشمع يحتوى على الشمع وذلك فيما قبل مبرد المذيب، بدون تعرضه للظروف المحيطة. وتشتمل الطريقة على أخذ التيار المزاح من المذيب قبل المبرد وإمراره في غرفة العينة، والتي ينبعث بها شعاع من الليزر. ثم يتم عندئذ تبريد عينة المذيب المحتوى على الشمع المذاب، ويفضل تحت الظروف التي تعطي حركة نسبياً بينه وبين الشعاع. ويتم تسجيل درجة حرارة المذيب عندما يبرد. وعندما يبدأ تكون بلورات الشمع في محلول المذيب، فإنها تشتت وتعكس

شعاع الليزر laser beam الذي يصطدم بها، عندما تمر به. ويتم إكتشاف الإنعكاسات وهي تدل على تكون البلورات. ويتم ملاحظة درجة الحرارة التي يبدأ عندها تكون بلورات الشمع ويتم تسجيلها كدرجة حرارة تبلر الشمع للعينة. وغرفة العينة، ووسيلة إمرار المذيب من خط المذيب solvent line إلى غرفة العينة، والليزر، ووسيلة التبريد، ووسيلة الكشف عن درجة الحرارة قد تكون جزءاً من حلقة المذيب الملحقة والمجاورة لخط المذيب solvent line المزيل للشمع dewaxing solvent. ويمكن تحقيق الإجراء الكامل آلياً من موقع بعيد. وفي حين أنها تكون مفيدة كطريقة للتحديد، قبل مبرد المذيب، لدرجة حرارة تبلر الشمع لتيار مذيب شمعي waxy solvent ساخن مستخلص في مجزئ لمذيب شمع و/أو مذيب زيت بعد مرشح الشمع التفريغي الدوار، فإن الغرض من الاختراع ليس أن يكون مقتصراً على ذلك. وفي جانبه الأوسع،يشتمل الاختراع على طريقة لتحديد درجة الحرارة التي تتكون عندها بلورات الشمع في محلول من الشمع المذاب في مذيب (يشار إليه فيما بعد هنا "بالمذيب الشمعي")، حيث بها تشتمل الطريقة على إمرار عينة مذيب شمعي waxy solvent في مبرد يعمل على دفعات ينبعث به شعاع من الليزر، وتبريد المذيب حتى يعكس تكوُّن البلورات الشمعية wax crystals شعاع الليزر laser beam . وفي نموذج آخر تشتمل الطريقة على تحديد إذا ما كانت بلورات الشمع سوف تتكون في المذيب عند أو أعلى من درجة حرارة معينة، بتبريد مذيب خال من بلورات الشمع حتى درجة حرارة ما في وجود شعاع من الليزر وملاحظة إذا ما حدث تكوُّن بلورات الشمع عند أو فوق درجة الحرارة هذه، كما تم تحديدها بإذا ما انعكس شعاع الليزر laser beam أم لا عند أو فوق هذه الدرجة من الحرارة. وإذا كان المذيب. يحتوى على بلورات شمع wax crystals به ويراد تحديد درجة حرارة تبلر الشمع للمذيب، يجب أولاً تسخينه لدرجة حرارة أعلى بدرجة كافية لضمان المحلول الكامل للشمع. وفي نموذج آخر أيضاً، تشتمل العملية على ملامسة زيت شمعي waxy oil مع مذيب بارد مزيل للشمع cold dewaxing solvent لتكوين

راسب شمع وزيت مزال الشمع، وتسخين الزيت المزال الشمع والشمع وإمرارهما إلى مجزئات فصل لفصل المذيب من الشمع والزيت، وإمرار المذيب الساخن المستخلص من المجزئات إلى مبردات المذيب لتبريد المذيب المستخلص إلى درجة حرارة إزالة الشمع وإعادة تدوير المذيب البارد مرة أخرى إلى عملية إزالة شمع المذيب، حيث بها يتم تبريد عينة المذيب الساخن الذي تم إمراره إلى المبردات حتى درجة حرارة محددة مسبقاً في وجود شعاع من الليزر وتحديد ما إذا كانت بلورات الشمع تتكون عند أو فوق درجة الحرارة المحددة مسبقاً أم لا. وسوف تكون درجة الحرارة المحددة مسبقاً أقل إلى حد ما من درجة الحرارة التي يراد عندها تبريد المذيب في المبردات. وإذا تكونت بلورات الشمع، عندئذ يتم اتخاذ إجراءات تصحيحية قبل تغيير الظروف في واحد أو أكثر من المجزئات، لضمان أن الشمع لن يتكون في المذيب في المبردات الموجودة بعد المجزئات. وعندما استخدمت مع شعاع ليزر مركز بضوء مرئي، فإن هذه الطريقة حددت درجة حرارة تكون بلورات الشمع في المذيب الشمعي، والذي كان تركيز الشمع به قليلاً بمقدار ١٢,٥ جزء في المليون بالوزن.

شرح مختصر للرسومات

شكل رقم ١ : مخطط سير العمليات لأحد النماذج لطريقة الاكتشاف الفوري للشمع بالاختراع.

شكل رقم ٢ : منظر تخطيطي جانبي لغرفة عينة الكشف عن الشمع ومجس الليزر والذي يفيد في النموذج الموجود بالشكل رقم ١.

الوصف التفصيلي :

يعرف أولئك ذوو الخبرة في علم إزالة شمع المذيب أنه يُقصِّد بالشمع هو ما قد تبلر من جزء هيدروكربون عند درجة حرارة معينة. ويتم تحديد ذلك بواسطة التركيب والوزن الجزيئي

للجزيئات المتبلرة من المحلول. ولذلك، فعند الإشارة إلى محتوى الشمع لجزء معين، فإن الفرد يشير إلى ما قد تبلر عند وفوق درجة حرارة معينة مرغوبة. وفي عملية إزالة شمع المذيب، تتم ملامسة زيت شمعي waxy oil مع مذيب إزالة شمع بارد. هذا يبلر الشمع من الزيت ويكون زيتاً مزال الشمع غنياً بالمذيب وراسب شمعي. وقد يشتمل المذيب أو قد لا يشتمل على خليط من مذيب أولي للشمع ومانع لإذابة الشمع. ويتم تسخين الزيت المزال الشمع والشمع ويتم إرسالهما لمجزئات فصل لاستخلاص مذيب إزالة الشمع. ويكون مذيب إزالة الشمع dewaxing solvent المستخلص من المجزئات ساخناً ولذلك يجب تبريده فجائياً (تبريده)، قبل أن يمكن إعادة تدويره مرة أخرى إلى عملية إزالة الشمع. وقد يحتوى هذا المذيب المستخلص الساخن على بعض الشمع في المحلول. وفي المجزئات، يمكن أن يتم حمل بعض الشمع على المذيب المستخلص، نتيجة للناتج العالي جداً، ودرجة الحرارة العالية جداً، ولعدة أسباب عديدة أخرى وهي معروفة وليس هناك حاجة لمناقشتها.وإذا كانت درجة حرارة تبلر الشمع للمذيب الشمعي المستخلص أعلى من درجة الحرارة التي سيتم تبريده إليها في واحد أو أكثر من المبردات، عندئذ سوف يتبلر الشمع خارج المحلول ويكون طبقة شمعية على أسطح التبادل الحراري في المبردات. وهذه تعمل كعازل حراري. وكنتيجة لذلك، فإن درجة حرارة مذيب إزالة الشمع dewaxing solvent الذي يخرج من المبردات تكون عالية جداً. ويجب بعد ذلك إغلاق المبردات، وتفريغها وإزالة الشمع. وهذا يقلل بشكل أساسي من سعة وقدرة الوحدة الصناعية لإزالة الشمع. والطريقة الفورية للاختراع تمكن من التحديد السهل لدرجة حرارة تبلر الشمع لمذيب شمعي waxy solvent ساخن يمر بالمبردات، بحيث يمكن اتخاذ إجراءات تصحيحية قبل أن تتلوث المبردات بالشمع. ويقصد بالطريقة المباشرة وفقاً للتطبيق العملي للاختراع، أن التيار المزاح من المذيب الشمعي الساخن يمر من خط المذيب solvent line ، خلال حلقة أخذ عينة المذيب وإلى غرفة العينة، دون تعرضه للظروف المحيطة أو المشغِّل. ويتم ذلك بعد مجزئات استخلاص المذيب وقبل مبردات

المذيب. وترفق حلقة أخذ العينة، والتي تحتوى على الغرفة، وتجاور الخط. وفي غرفة العينة، يفضل أن تكون العينة في نفس ظروف درجة الحرارة والضغط الموجودة في الخط. وكما تم ذكره بعاليه وسيتم مناقشته بالتفصيل لاحقاً، يمكن إتمام ذلك كله آلياً من نقطة تحكم بعيدة. وتفتح صمامات في حلقة عينة المذيب لتسمح للتيار المزاح للمذيب الساخن في خط المذيب solvent line المستخلص بالمرور إلى حلقة المذيب المرفقة، وإلى وخلال غرفة العينة، والعودة مرة أخرى إلى الخط.

ويمر المذيب خلال الحلقة حتى يكون المذيب الموجود في غرفة العينة في نفس درجة الحرارة مثل تلك التي في الخط ويتم غلق الصمامات. ويتم تبريد العينة الموجودة في الغرفة ببطء تحت ظروف من الحركة النسبية بينها وبين شعاع الليزر laser beam المنبعث بها، ويتم قياس درجة حرارتها بتقدم التبريد. وتكون درجة الحرارة التي يعكس عندها تكوين بلورات الشمع شعاع الليزر laser beam هي درجة حرارة تبلر الشمع. عندئذ يتم غلق الليزر، ووسيلة التبريد، وأيضاً وعلى نحو نمطي وسيلة توفير الحركة النسبية. ويمكن عندئذ أن تظل العينة في غرفة العينة، حتى يحين الوقت لإجراء التحديد التالي. ويتم عمل ذلك بشكل دوري لمراقبة درجة حرارة تبلر الشمع للمذيب المستخلص، بحيث يمكن اتخاذ إجراءات تصحيحية، إذا لزم الأمر لتجنب تكون بلورات الشمع وترسبها في المبردات.

في عملية الاختراع، يشتمل الجهاز المستخدم على غرفة عينة، وليزر وطريقة لانبعاث شعاع الليزر laser beam على العينة في الغرفة، ووسيلة لـ (١) اكتشاف الشعاع المنعكس المنتج بوجود بلورة الشمع المارة خلاله، و (٢) قياس درجة حرارة المذيب، و (٣) إنتاج حركة نسبية بين العينة والشعاع، و (٤) تبريد العينة. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يكون لغرفة العينة أيضاً : (٥) وسيلة لتسخين العينة، لضمان أن الشمع معزولاً، في حالة ما تكون درجة حرارة العينة أقل

من درجة حرارة تبلر الشمع. وعند استخدامها مباشرة على خط التشغيل، سوف يفضل وضع جميع هذه الوسائل بجوار خط المذيب solvent line قبل المبرد ومعزولة عن الخط بوسيلة مثل الصمامات في حلقة المذيب. ويمكن تحديد درجة حرارة العينة بواسطة وسيلة لبعث الإشارات أو وسيلة، مثل الازدواج الحراري، والتي تنتج إشارة كهربائية دالة على درجة الحرارة وتكون متصلة بوحدات مناسبة لاكتشاف ومعالجة الإشارة. ويمكن تحقيق الحركة النسبية بين شعاع الليزر laser beam المنبعث على عينة المذيب وذلك بواسطة خالط عينة أو دافعة في غرفة العينة لتقليب العينة، بتحريك شعاع الليزر laser beam ، أو كلاهما. وفي أحد نماذج الاختراع، يقوم خلاط من النوع الكاشط في غرفة العينة بتقليل فرص تكون بلورات الشمع على جدران الغرفة ويدور شعاع الليزر laser beam بسرعة عالية نسبياً. وهذا سيتم الكشف عنه بالتفصيل لاحقاً. ويمكن استخدام الألياف الضوئية والكبلات الكهربائية للربط بالترتيب لإشارات الليزر المنعكس ودرجة الحرارة بوحدات الاكتشاف والتسجيل المناظرة البعيدة عن خط المذيب solvent line وغرفة العينة. وبعد أن تصبح درجة حرارة تبلر الشمع معروفة، يتم غلق الليزر ووسيلة الرج. ويمكن عندئذ فتح صمامات عزل غرفة العينة لتصريف العينة مرة أخرى إلى خط المذيب solvent line المتجه إلى المبرد، أو يمكن أن تظل مغلقة حتى يتم أخذ العينة التالية.

ويجب أن يتشتت أو ينعكس شعاع الليزر laser beam بواسطة بلورة شمع صغيرة، وألا يؤثر بطريقة عكسية على العملية. وبوجه عام، فإن ذلك يلغي استخدام وسائل الليزر تحت الحمراء القوية، والتي قد تصهر البلورات وتسخن المذيب الشمعي. ومن المفضل أن يكون الشعاع متركزاً على مساحة صغيرة نسبياً في محلول العينة. وهذا يكثف الإشعاع الذي يرتطم ببلورات الشمع عند تكونها في المذيب الشمعي، وعلى نحو متلازم، أيضاً الإشعاع المنعكس بواسطة بلورات الشمع. وإشعاع الليزر laser beam والمنبعث (شعاع الليزر laser beam) في الجزء المرئي من الطيف المغناطيسي الكهربائي (ضوء مرئي) يكون مفضلاً لعدة أسباب. فهو لا يسخن

بلورات الشمع أو المحلول، ويتم انتقاله بسهولة عن طريق كبل ليفي ضوئي، وهو سهل تركيزه ويمكن احتجاز الضوء المنعكس وإرساله إلى الكاشف والمعالج، عن طريق الكبل الليفي الضوئي. ويمكن أن ينبعث شعاع الليزر laser beam ويتركز في العينة من خلال مجس، أحد أطرافه (القمة) يبرز في غرفة العينة وينتهي في النافذة الناقلة للضوء، ومن خلالها ينبعث شعاع الليزر laser beam المرئي على العينة ويتركز على نقطة خارج المجس وفي عينة المذيب بالغرفة. ويمكن أيضاً تدوير شعاع الليزر laser beam المنبعث، ليعطي كل أو جزءاً من الحركة النسبية بين بلورات الشمع ومستوى دوران شعاع الليزر laser beam المتركز. ويمكن الكبل الليفي الضوئي من توليد شعاع الليزر laser beam خارج المجس ثم إمراره، عن طريق الكبل الليفي الضوئي، إلى المجس ثم إلى العينة. وفي هذا النموذج، يستخدم كبل ليفي ضوئي لاحتجاز الشعاع المنعكس وتمريره لوحدة الكشف خارج المجس. وجهاز الليزر الذي يبعث شعاع الليزر laser beam ووحدة أو وسيلة الكشف (مثلاً، مثل، على سبيل المثال، صمام ثنائي أو دايود الكشف عن الضوء) والتي تكشف عن الإنعكاسات التي تسببها بلورات الشمع المارة خلال نقطة بؤرية في المحلول، يمكن وضع كلاهما على مسافة ما بعيداً عن المجس وإقرانهما به بواسطة كبل الألياف الضوئية. وفي أحد النماذج، فإن شعاع الليزر laser beam المنعكس (أي، الضوء، عندما يكون الشعاع هو إشعاع في الجزء المرئي من الطيف المغناطيسي الكهربائي) مرة أخرى إلى قمة المجس يمر خلال نافذة المجس وإلى كبل الألياف الضوئية. ويمرره كبل الألياف الضوئية للخارج من المجس إلى الدائرة الكهربية للكشف عن الضوء والمعالجة، والتي تسجل في كل مرة بلورة الشمع المارة خلال نقطة الشعاع البؤرية وتعكس الضوء المنبعث مرة أخرى إلى المجس وتسجلها (تعدها) كدلالة على وجود بلورة الشمع. ويتم معالجة ذلك بواسطة معالج دقيقة، أو حاسب آلي، أو أي وسيلة أخرى مناسبة، والتي تعد كل بلورة يتم اكتشافها بواسطة ضوء الليزر وتحدد عدد البلورات المكتشفة كدالة في الزمن. في نفس الوقت، تقوم وسيلة للكشف عن

درجة الحرارة ترسل إشارات (مثل، ازدواج حراري) موضوعة في العينة، بإرسال إشارة كهربائية دالة على درجة الحرارة وإمرار هذه الإشارة إلى وسيلة (مثل، واحد أو أكثر من الحاسبات الآلية و/أو المعالجات الدقيقة) لتسجيلها والتي يفضل أيضاً أن تعرض درجة الحرارة عندما تبرد العينة. ويقوم نفس الحاسب الآلي أو المعالج الدقيق أو وسيلة مختلفة عنهما بالربط بين درجة الحرارة والانعكاسات الضوئية، ويحدد درجة الحرارة التي تبدأ عندها بلورات الشمع في الظهور،وينتج إشارة، أو رسم بياني، أو قراءة أو أي دلالة أخرى تدل على درجة حرارة تبلر الشمع لعينة المذيب. وإذا كانت درجة حرارة التبلر عالية جداً، يمكن لوسيلة إنذار أو أي وسيلة تحذير أخرى أن تبين الحاجة إلى الانتباه الفوري. وهذا يمكن المشغل من اتخاذ إجراءات تصحيحية قبل مبرد المذيب، إذا كانت درجة الحرارة التي يبدأ عندها الشمع في التبلر عالية جداً أو قريبة بما فيه الكفاية من درجة حرارة التبريد المطلوبة لينتج عنها ترسب الشمع في مبرد المذيب، والتلوث المصاحب له.

بالرجوع للشكل رقم ١، يتضح مخطط مختصر لسير العمليات لأحد نماذج طريقة الاكتشاف الفوري للشمع للاختراع الحالي. ويقوم خط المذيب solvent line ١٠ بإمرار مذيب إزالة الشمع dewaxing solvent الساخن المستخلص من واحد أو أكثر من المجزئات (غير موضحة)، إلى واحد أو أكثر من مبردات المذيب (غير موضحة). وتستخدم المجزئات لاستخلاص مذيب إزالة الشمع dewaxing solvent من الزيت المزال الشمع والشمع الناتجين من عملية إزالة شمع المذيب. وتستخدم حلقة المذيب المحددة بخط التفرع الجانبي للمذيب ١٢، ووحدة تحليل العينة ١٤، وخط رجوع المذيب ١٦، لتمرير التيار المزاح من المذيب الساخن في الخط ١٠ إلى وحدة أو وسيلة تحليل عينة المذيب ١٤. وتفتح صمامات العزل اليدوية ١٨ و ٢٠ بصورة عادية، وتستخدم لعزل جهاز أو وسيلة العينة ١٤ وتوجد صمامات آلية ٢٢ و ٢٤، لأغراض الصيانة،

والإصلاح والاستبدال. وتعمل الصمامات ٢٢ و ٢٤ آلياً إما على وضع الفتح أو القفل، عن طريق حاسب آلي ٣٤ و/أو نبيطة ضبط تعاقب الصمام الآلي ٣٠.

وتوصل الصمامات ٢٢ و ٢٤ بالهواء المضغوط أو كهربائيا مع نبيطة ضبط تعاقب الصمام الآلي ٣٠ عن طريق وسيلة مناسبة، مثل قنوات توصيل المائع أو كبل كهربائي مبينة بالخطوط المتقطعة ٢٦ و ٢٨. وتكون نبيطة ضبط تعاقب الصمام ٣٠ في اتصال كهربائي، عن طريق الخط ٣٢، مع الحاسب الآلي ٣٤، والذي يرسل إشارة لنبيطة ضبط تعاقب الصمام لتفتح أو تغلق الصمامات ٢٢ و ٢٤. وتوصل وسيلة للإحساس بدرجة الحرارة في الجهاز ١٤ (موضحة بالرقم ٧٢ في الشكل رقم ٢) كهربائياً، عن طريق الخط ٣٦، بالكاشف ٣٨. ويقوم الكاشف ٣٨ بتحويل الإشارة الكهربائية المنبعثة بواسطة وسيلة الإحساس بدرجة الحرارة إلى درجة حرارة العينة في ١٤ كدالة في الزمن أثناء التحليل وإمرار هذه المعلومات إلى الحاسب الآلي ٣٤. ويقوم الحاسب الآلي ٣٤ بتسجيل درجة الحرارة كدالة في الزمن ويتحكم أيضاً في تشغيل وعمل وسيلة (غير موضحة) مثل غطاء تسخين كهربائي وملفات تبريد، لتسخين وتبريد العينة التي تم تحليلها في الوحدة ١٤. وتمد خطوط مائع التبادل الحراري ٤٢ و ٤٤ مائع تبادل حراري بارد أو ساخن ليبرد أو يسخن العينة في الوحدة ١٤، عن طريق التبادل الحراري الغير مباشر باستخدام ملفات أو أغلفة مناسبة. ويمكن أيضاً تحقيق التسخين بواسطة غلاف كهربائي (غير موضح) حول غرفة العينة (٥٤ في الشكل رقم ٢). ويقوم كبل ليفي ضوئي مبين بالرقم ٤٦، بتوصيل المعلومات الضوئية إلى ومن وسيلة أو وحدة تحليل العينة أو اكتشاف الشمع في غرفة العينة (موضحة كمجس ٥٤ في الشكل رقم ٢)، إلى وحدة التحكم الميداني ٤٨. وسيتم وصف الوحدة ٤٨ بالتفصيل لاحقاً. وتكون الوحدة ٤٨ في اتصال كهربائي مع الحاسب الآلي ٣٤ عن طريق الخط ٥٠. ويكون الحاسب الآلي ٣٤ عند نقطة تحكم بعيدة ويعطي مجموعة متنوعة من خرج المعلومات إلى وسيلة التحذير، أو المخطط، الخ، عن طريق الخط ٥٢، بالإضافة إلى نبيطة

ضبط تعاقب الصمام الآلي ٣٠ ووسيلة (غير موضحة) للتحكم في وسيلة تسخين وتبريد العينة. وفي عملية آلية فورية يقوم الحاسب ٣٤ بإرسال إشارة لنبيطة ضبط تعاقب الصمام ٣٠ لفتح الصمام ٢٤ ثم الصمام ٢٢، وبعده تعمل مضخة المذيب ٥٩. ويتم التحكم في المضخة ٥٩ بواسطة الحاسب الآلي عن طريق خط كهربائي ٥١. وهذا يسمح لأي عينة في الوحدة ١٤ بأن تتصرف أو تطرد، كتيار جانبي من المذيب الساخن المتدفق خلال الخط ١٠ يتدفق خلال الخط ١٢، إلى غرفة العينة في الوحدة ١٤ ثم إلى خط المذيب solvent line ١٠، عن طريق الخط ١٦. وبعد دقائق قليلة من تدفق المذيب خلال الوحدة ١٤، يقوم الحاسب الآلي :

(١) بإرسال إشارة للنبيطة ٣٠ لغلق الصمام ٢٤، و

(٢) إيقاف المضخة ٥٩، ثم يرسل إشارة إلى النبيطة ٣٠ لغلق الصمام ٢٢، والذي به تحتجز عينة من في غرفة العينة. ثم يقوم الحاسب الآلي ٣٤ بإرسال إشارة إلى وسيلة التبريد لتبريد غرفة العينة ببطء وإرسال إشارة إلى وحدة المجال لتشغيل مجس شعاع الليزر laser beam ، المبين باختصار كمجس ٥٦ في الشكل رقم ٢، يستخدم لاكتشاف بلورات الشمع. وتنشط الحركة النسبية بين الشعاع المنبعث والعينة قبل أو عندما يبدأ التبريد، كما سيتم شرحه بالتفصيل لاحقاً. ويستمر التبريد حتى تتكون بلورات الشمع وتعكس شعاع الليزر laser beam ، وهو ما يتم اكتشافه في الوحدة ٣٨. وتقوم الوحدة ٣٨ بإرسال هذه المعلومات إلى الحاسب الآلي. في نفس الوقت، يتم تسجيل درجة حرارة العينة بواسطة الحاسب الآلي ويتم الربط بينها وبين اكتشاف بلورات الشمع. وهذا يحدد درجة حرارة المذيب عندما يتم اكتشاف تبلر الشمع. وفي نموذج آخر، يتوقف تبريد العينة إذا لم تتكون بلورات الشمع داخل مدى محدد مسبقاً من درجة الحرارة أدنى من درجة الحرارة التي يتم تبريد المذيب

الشمعي الساخن إليها في المبردات البَعْدية. وعندما تصل درجة حرارة المذيب إلى درجة الحرارة المنخفضة المطلوبة، يقوم الحاسب الآلي بتسجيل وجود أو عدم وجود بلورات الشمع عند هذه الدرجة من الحرارة، والتي تكون أقل من درجة الحرارة التي سوف يتم تبريد المذيب الساخن إليها في واحد أو أكثر من المبردات البَعْدية. وإذا تكونت بلورات الشمع، يشغل الحاسب الآلي إشارة، أو إنذار، أو عرض، أو أي وسيلة دلالة أخرى عند نقطة التحكم، بحيث يمكن اتخاذ وسيلة مناسبة قبل المبردات، لمنع تراكم الشمع في مبردات المذيب البَعْدية. ويقوم الحاسب الآلي أيضاً بتسجيل إذا ما كانت بلورات الشمع قد تكونت، ولكن في هذه الحالة، لا يقوم بتشغيل الإنذار. وبغض النظر عن ما إذا كانت بلورات الشمع قد تكونت أم لا في عينة المذيب، يقوم الحاسب الآلي بعد أن يكون التحليل قد إكتمل بغلق مصدر الليزر، وتبريد العينة وعمل الحركة النسبية بين شعاع الليزر laser beam والعينة. ثم يتم بعد ذلك إما تدفئة عينة المذيب إلى حوالي درجة حرارة المذيب المار خلال الخط ١٠ أو تركها عند أي درجة حرارة تكون قد وصلت إليها. وفي الحالة الأخيرة، عند تكرار الدورة، يتصرف المذيب الساخن المتدفق خلالها خارج العينة السابقة، بما في ذلك أي شمع موجود. وعند الوصول إلى وقت أخذ العينة التالية، يرسل الحاسب الآلي إشارة إلى نبيطة ضبط تعاقب الصمام ٣٠ لكي تفتح الصمامات ٢٢ و ٢٤ وتشغيل المضخة ٥٩ لمدة زمنية كافية لتصريف واستبدال العينة السابقة. ويتم تكرار الإجراءات آليا بترتيب محدد مسبقاً للدورات.

وبالتحول الآن للشكل رقم ٢، تتضح وسيلة أو جهاز ١٤ يشتمل على غرفة لعينة المذيب وللتحليل ٥٤ من الصلب الذي لا يصدأ، تحتوى على جزء من مجس أشعة الليزر ٥٦ و فجوة cavity ٥٨ بداخلها، لاحتواء عينة المذيب المراد تحليلها. ويتوافر مجس الليزر

ووحدة المجال المصاحبة له المستخدمة لهذا التوضيح الخاص وذلك على المستوى التجاري في صورة جهاز مراقبة لعملية سلسلة FBRM (FBRM Series Process Monitor)، من مؤسسة in (Lasentech®Richmond, WA). ويرسل صمام ليزر ثنائي في وحدة المجال شعاع ليزر مرئي، والذي يمرر إلى وسيلة المجس عن طريق كبل من الألياف الضوئية. ويكون الشعاع مسدداً في المجس. ويحتوى المجس على عدسة يمكن عن طريقها تركيز شعاع الليزر laser beam المسدد على مسافات مختلفة من طرف أو قمة المجس. وينبعث الشعاع المسدد والمركز من طرف المجس، من خلال نافذة لونها أزرق ضارب إلى الخضرة محكمة عند طرفها. وتمكن عدسة تركيز بخارج المجس من تركيز الشعاع المنبعث. وهذه الوسيلة الخاصة لها أيضا وسيلة محرك يدار بالغاز مرفق بالمجس، لتدوير أو تدويم شعاع الليزر laser beam المنبعث. وينبعث الشعاع بالقرب من محيط وسيلة المجس الإسطوانية وليس من المركز. وبذلك، فعند التدويم، يشكل الشعاع المركز والمنبعث مستوى بؤري حلقي موازٍ لمستوى النافذة ذات اللون الأزرق الضارب إلى الخضرة، وعمودي على المحور الطولي للمجس. وهذا يوفر جميع الحركات النسبية أو الحركة المطلوبة. وتقوم بلورة الشمع المارة خلال المستوى البؤري بعكس وتشتيت الشعاع المنبعث. وينعكس جزءاً من الشعاع مرة أخرى لأعلى وخلال النافذة ذات اللون الأزرق الضارب إلى الخضرة ولأعلى إلى المجس. ويقوم مقسم للشعاع، مثل المنشور، بتوجيه هذا الشعاع المنعكس إلى كبل ليفي ضوئي مختلف عن ذلك الذي ينتقل من خلاله الشعاع المنبعث بواسطة صمام الليزر الثنائي. وينتقل الشعاع المنعكس خلال الكبل الليفي الضوئي إلى كاشف، مثل الصمام الثنائي، في وحدة المجال. ويحول كاشف الصمام الثنائي كل كمية صغيرة من الضوء يتم استقبالها إلى إشارة كهربائية في صورة نبضة. وهذه يتم تبسيطها وتحويلها إلى عدات. ثم يتم إرسال العدات إلى حاسب آلي، والذي يسجل العدات كدالة في الزمن ويعطي خرجاً مناسباً. وهذا الخرج لا يقتصر على هذا الجهاز بعينه وقد يشتمل على واحد أو أكثر من :

(١) رسم بياني والذي يعرض العدات كدالة في الزمن، و (٢) إشارة كهربائية مثل فولطية أو تيار يكون مقداره دالة في عدد العدات (جسيمات الشمع) المكتشفة لكل وحدة من الزمن، الخ. ويمكن استخدام الإشارة (الإشارات) الكهربائية لإصدار صوت إنذار، وتشغيل الضوء المعطل، الخ، لتحذير المشغل لأن يتخذ إجراءات مناسبة قبل المبرد (المبردات)، إذا لزم الأمر، إلخ.

بالتحول مرة أخرى للشكل رقم ٢، يتضح أن الجهاز ١٤ يشتمل على غرفة عينة من الصلب الذي لا يصدأ تشتمل على وعاء ٥٤ أسطواني من الصلب الذي لا يصدأ، مغلق بإحكام عند القمة بغطاء من الصلب الذي لا يصدأ ٦٠. ويتم تعبئة الفراغ الداخلي ٥٨ لغرفة العينة بعينة مذيب سائلة ٦٢. ويتم إحكام غلق مجس الليزر الاسطواني ٥٦ طراز Lasentech® وذلك من خلال غطاء ٦٠، بوسيلة غير موضحة. ويتم غلق خطوط المذيب ١٢ و ١٦ بإحكام في أعلى وأسفل غرفة العينة بواسطة وصلات ضغط أو وصلات أخرى مناسبة. ويوجد غلاف معدني مفرغ أو ملفات معدنية مفرغة غير موضحة تحيط بغرفة العينة، يتم خلالها تدوير مائع تبادل حراري عن طريق الخطوط ٤٢ و ٤٤، لتبريد وتسخين عينة المذيب عن طريق التبادل الحراري الغير مباشر. وغير موضح أيضاً غلاف تسخين اختياري، والذي قد يحيط بوسيلة التبادل الحراري للمائع، لتسخين عينة المذيب. ويتم تركيز ضوء الليزر المنبعث بواسطة المجس على عينة المذيب على مسافة محددة به، مبينة بالرمز X. ينبعث شعاع الليزر laser beam المسدد والمركز من خلال نافذة ناقلة للضوء لونها أزرق ضارب للخضرة ٦٤ عند قاع أو قمة المجس، بالقرب من المحيط الخارجي وليس المركز، كما هو موضح. ويتم إحكام إغلاق النافذة الناقلة للضوء ذات اللون الأزرق الضارب للخضرة ٦٤ في المجس بواسطة وسيلة غير موضحة ويكون مستواها عمودياً على المحور الطولي للمجس. ويحتوى الجزء العلوي ٦٦ من المجس على وسيلة محرك تعمل بالغاز (غير موضحة)، لتدوير شعاع الليزر laser beam المنبعث في دائرة في امحلول بسرعة تبلغ ٧٥ دورة في الثانية (rps)، حول المحور الطولي للمجس. وينبعث شعاع

الليزر laser beam من خلال طرف المجس في اتجاه مواز للمحور الطولي للمجس. وهذا يشكل مستوى بؤري حلقي في المذيب، مواز لمستوى النافذة ذات اللون الأزرق الضارب إلى الخضرة ٦٤ وعمودي على المحور الطولي للمجس. ويقوم خط الغاز ٦٨ بإمرار الغاز لتدوير شعاع الليزر laser beam إلى المحرك (غير موضح)، في الجزء العلوي ٦٦. وعندما تتكون بلورات الشمع، فإن بعضها تمر خلال المستوى البؤري الحلقي. وبعملها ذلك، ينعكس جزءاً من الشعاع المنعكس مرة أخرى لأعلى خلال النافذة الزرقاء الضاربة إلى الخضرة وإلى منشور أو مقسم للشعاع (غير موضح) في المجس، وهو ما يوجه الضوء المنعكس إلى أحد أطراف الكبل الليفي الضوئي في المجس، والطرف الآخر منه ينتهي في وحدة المجال ٤٨. ويقوم الكبل ٤٦ بإمرار الضوء المنعكس إلى الصمام الثنائي المكتشف للضوء (غير موضح) في الوحدة ٤٨.ويوجد هناك كبلين ليفيين ضوئيين، كلاهما مجاوراً للآخر في نفس الكبل المفرد، والمبين بالرقم ٤٦. ويقوم صمام ليزر ثنائي (غير موضح) في الوحدة ٤٨ بإرسال شعاع ليزر، والذي يمر خلال الكبل ٤٦ و إلى المجس والذي يتم تسديده به إلى شعاع ليزر، ويمر خلال عدسة تركيز (غير موضحة)، ثم خارج النافذة ٦٤ وإلى عينة المذيب ٦٢. ويتم توصيل إزدواج حراري ٧٢ في عينة المذيب بالكبل الكهربائي ٣٦. ويشتمل قلاب كاشط ٧٤ في وعاء العينة على الأقل على نصلي كشط مقوسين، حلزونيين ٧٦ موصلين، عن طريق عمود ٧٨ من خلال مائع تسرب مناسب (غير موضح)، بالمحرك ٨٠، والذي يدير كاشطة التفتيت. وهذا يساعد على منع تراكم الشمع على السطح الداخلي للجدران الجانبية لوعاء العينة وأيضاً يحسن من انتقال الحرارة. وبالإضافة إلى كاشطة التفتيت، يمكن أن تحتوى غرفة العينة أيضا على دافعة (غير موضحة).

أمثلة :

تم عمل خمسة جالونات من مذيب يتكون من ٥٠/٥٠٪ بالحجم MIBK/MEK عند درجة حرارة الغرفة وأضيف شمع بكمية تكفي لعمل ٥٠٠ جزء من المليون بالوزن خليط من الشمع والمذيب. وقد ذاب كل الشمع في المذيب. ثم تم تقسيم خليط الخمسة جالونات إلى عينات من جالون واحد، والتي تم بعد ذلك تخفيفها لعمل محاليل من الشمع بمقدار ٥٠، و ٢٥، و ١٢,٥ جزء في المليون بالوزن في مذيب إزالة الشمع dewaxing solvent الكيتون المخلوط. وتم استخدام هذه العينات في الاختبارات التالية.

الطريقة المعملية اليدوية :

تم وضع جزءاً صغيراً من كل عينة في أنبوبة اختبار، وتسخينها إلى حوالي ٦٠°م ثم تبريدها ببطء، أثناء التقليب في حمام كحولي. وتم قياس نقاط ظهور الشمع بصرياً. ثم تم تسخين العينة ببطء حتى اختفت بلورات الشمع وتم تبريدها ببطء مرة أخرى حتى عادت البلورات للظهور. وهذه التقنية تكون قابلة لإعادة التكرار بدقة وإعادة الإنتاج، إذا تم عملها بعناية وبدون تبريد سريع لكي لا يتسبب في تبلر الشمع على السطح الداخلي لأنبوبة العينة. وعندما تبدأ بلورات الشمع في التكون، فإنها تظهر بشكل مميز جداً في صورة نقاط حادة من الضوء المنعكس وليس كغمامة أو إغبرار. والنتائج مدونة في الجدول التالي.

مثال :

تم إجراء تجارب بوحدة مجس ليزر طراز Lasentec كما سبق وصفه بعاليه. وقد تم إحكام غلق المجس في غرفة عينة تشتمل على وعاء بغلاف من الصلب الذي لا يصدأ له سعة حوالي ٢٢٠٠سم٣ من السائل وخالط بسرعة متغيرة موضوعاً في مركزه.وقد تحقق التبريد بتدفق

الهبتان البارد خلال الغلاف وتم إنجاز التسخين بغطاء كهربائي حول الغلاف. ويمتد طرف المجس في الوعاء، بحيث كانت النافذة ذات اللون الأزرق الضارب إلى الخضرة عند الطرف الباعث للضوء منها على بعد حوالي بوصة من الخالط. وقبل استخدام مجس الليزر تمت معايرته، بحيث كانت النقطة البؤرية لشعاع الليزر laser beam المرئي على حوالي ١٠٠ ميكرون بعد النافذة ذات اللون الأزرق الضارب إلى الخضرة وفي محلول المذيب. وقد تم إنتاج ضوء الليزر بواسطة صمام ليزر ثنائي في وحدة المجال خارج المجس، مع إقران الكبل الليفي الضوئي للصمام الثنائي مع المجس. وقد تم تسديد ضوء الليزر إلى شعاع في المجس، والذي تم إنبعاثه بعد ذلك من خلال النافذة، ذات اللون الأزرق الضارب إلى الخضرة، مع وجود نقطته البؤرية في المذيب. ثم تم تبريد محلول المذيب ببطء.وعندما بدأت بلورات الشمع في الظهور في المذيب البارد، إنعكست بعض أشعة الليزر المركزة من البلورات، مرة أخرى إلى المجس، ثم من خلال الكبل الليفي الضوئي إلى وسيلة إكتشاف الضوء في وحدة المجال.

بدأت كل دورة بمحلول المذيب عند درجة حرارة بين ٧٠- ٨٠°م، لضمان أن كل الشمع قد ذاب، وقد تم الحفاظ على الفرق في درجة الحرارة عبر جدار غرفة العينة عند أقل من ٥°م أثناء التبريد. وتم ضبط سرعة خالط المذيب المتغير السرعة في وعاء العينة لتحقيق خط قاعدي ثابت لعدات جسيمات الشمع، أثناء قياسات درجة حرارة تبلر الشمع. وقد تغير معدل التبريد، بناءاً على تركيز الشمع في العينة، وتتطلب التركيزات العالية معدلات تبريد أبطأ، لمنع تبلور الشمع على جدران الوعاء. وقد كان أقل من حوالي ٣°م / الدقيقة أثناء كل دورة هو معدل نموذجي. وقد تحققت الحركة النسبية بين ضوء الليزر المنبعث وجسيمات الشمع في المحلول وذلك بتدوير طرف المجس، و بشكل مترافق ضوء الليزر المركز المنبعث. وقد دار طرف المجس بسرعة تبلغ ٧٥ rps في المذيب الشمعي عندما تم تبريده. وقد نتج عن ذلك مستوى حلقي من ضوء

الليزر المركز في المحلول، مواز لمستوى النافذة ذات اللون الأزرق الضارب إلى الخضرة عند طرف المجس. وكان هذا المستوى عمودياً على المحور الطولي للمجس.

مر جزء من ضوء الليزر المنعكس من بلورات الشمع مرة أخرى خلال النافذة ذات اللون الأزرق الضارب إلى الخضرة وإلى المجس، ومن هناك مر مرة أخرى إلى وحدة التحكم بواسطة الكبل الليفي الضوئي وتم اكتشافه بواسطة صمام ثنائي ضوئي. وتم تحويل الضوء المكتشف إلى نبضات كهربائية، والتي تم تصنيفها بواسطة الزمن، وتم تسجيل عدد النبضات لكل وحدة من الزمن كعدات. وتم تسجيل هذه العدات بشكل تراكمي وتجميعها في الحاسب الآلي، والذي أنتج منحنى لعدد العدات (بلورات الشمع) كدالة في الزمن. في نفس الوقت، تم قياس درجة حرارة العينة بواسطة إزدواج حراري متصل كهربائياً بالحاسب الآلي، والذي أدمج معلومات درجة الحرارة مع العدات، بحيث تم معرفة العدات كدالة في درجة الحرارة. ومن هذا، تم تحديد درجة الحرارة التي بدأ عندها تكون بلورات الشمع في المحلول. وفي معمل التكرير، تم بسهولة معايرة ذلك وتحويله، على سبيل المثال، إلى إنذار مرئي و/أو مسموع و/أو عرض بياني أو أي دلالة أخرى، تمكن المشغل الموجود في غرفة تحكم بعيدة من اتخاذ الإجراء الضروري (مثل، تخفيض درجة حرارة التشغيل أو معدل تغذية المذيب إلى واحد أو أكثر من المجزئات).

النتائج :

نتائج كلا من هذا المثال والطريقة المعملية اليدوية موضحة في الجدول أدناه. ولم تكن طريقة شعاع الليزر laser beam فقط هي القادرة على اكتشاف بلورات الشمع عندما بدأت في التبلر من المحلول والذي كان تركيز الشمع به قليلاً بمقدار ١٢,٥ جزء في المليون، فقد كان هناك أيضاً توافقاً كلياً بشكل جيد جداً بين طريقة الليزر والطريقة المعملية اليدوية.

	درجة حرارة تبلر الشمع	
الكمية بالجزء من المليون من الشمع في المذيب	طريقة مجس الليزر	الطريقة اليدوية
٥٠	-٩°م	-٧°
٢٥	-١٤°م	-١٢°
١٢,٥	-١٧°م	-١٧°م

عناصر الحماية

١ ١- عملية لإزالة الشمع من مذيب solvent dewaxing تشتمل على :

٢ (أ) ملامسة زيت شمعي waxy oil مع مذيب بارد مزيل للشمع cold

٣ dewaxing solvent لتكوين زيت مزال الشمع وشمع، كلاهما يحتوى

٤ على مذيب إزالة الشمع dewaxing solvent المذكور ؛

٥ (ب) تسخين المذيب المذكور المحتوى على زيت مزال الشمع والشمع ثم

٦ إمراره إلى مجزئات فصل واستخلاص المذيب لفصل واستخلاص المذيب

٧ المذكور ؛

٨ (ج) إمرار مذيب إزالة الشمع dewaxing solvent المستخلص الساخن المذكور

٩ المنتج في الخطوة (ب) في خط المذيب solvent line والذي يمرره إلى

١٠ مبردات المذيب الموجودة بعد المجزئات المذكورة وحيث بها يتم تبريد

١١ المذيب الساخن المذكور مرة أخرى إلى درجة حرارة إزالة الشمع الباردة

١٢ في المبردات المذكورة وإعادة تدويره مرة أخرى لإزالة شمع المذيب

١٣ أكثر إلى زيت شمعي waxy oil ؛

١٤ (د) إمرار التيار المزاح من المذيب المستخلص الساخن من الخط المذكور قبل

١٥ المبردات إلى حلقة مذيب تحتوى على غرفة عينة وإلى الغرفة المذكورة

١٦ دون تعريض العينة المذكورة إلى الظروف المحيطة، حيث بها تحتوى

١٧ الغرفة المذكورة على وسيلة لاكتشاف البلورات الشمعية wax crystals

١٨ تشتمل على شعاع ليزر والذي ينعكس بواسطة البلورات الشمعية wax

١٩ crystals والمركز عند نقطة في العينة المذكورة في الغرفة المذكورة،

٢٠ وحيث بها تقوم البلورات الشمعية wax crystals المتكونة في العينة

٢١ المذكورة والتي تمر خلال النقطة البؤرية المذكورة بعكس الشعاع

المذكور، وحيث بها يتم اكتشاف الانعكاسات المذكورة وتسجيلها كـدليل على وجود البلورات الشمعية wax crystals المذكورة في العينة المذكورة ؛ و

(ه) تبريد العينة المذكورة في الغرفة المذكورة في ظروف من الحركة النسبية بين الشعاع والعينة المذكورين وذلك إلى درجة حرارة محددة مـسبقاً أو حتى يتم إكتشاف تكون البلورات الشمعية wax crystals ، وتسجيل درجة الحرارة التي تتكون عندها في الظروف التي تعطي حركة نـسبية بـين الشعاع والعينة المذكورين.

٢- عملية لإزالة الشمع وفقاً لعنصر الحماية رقم ١ حيث بها يـتم بطريقـة آليـة تسجيل درجة الحرارة التي تتكون عندها البلـورات الـشمعية wax crystals المذكورة وحيث بها إذا كانت درجة الحرارة التي تتكـون عنـدها البلـورات الشمعية wax crystals المذكورة عالية جداً، يتم تنبيه واحـد أو أكثـر مـن المشغلين ويتم اتخاذ إجراءات تصحيحية قبل المبردات المذكورة لمنع تلـوث هذه المبردات بالشمع.

٣- عملية لإزالة الشمع وفقاً لعنصر الحماية رقم ٢ حيث بها يشتمل شعاع الليزر laser beam المذكور على إشعاع ضوئي مرئي.

٤- عملية لإزالة الشمع وفقاً لعنصر الحماية رقم ٣ حيث بها ترفق حلقة المـذيب المذكورة وتكون قريبة من خط المذيب solvent line المذكور.

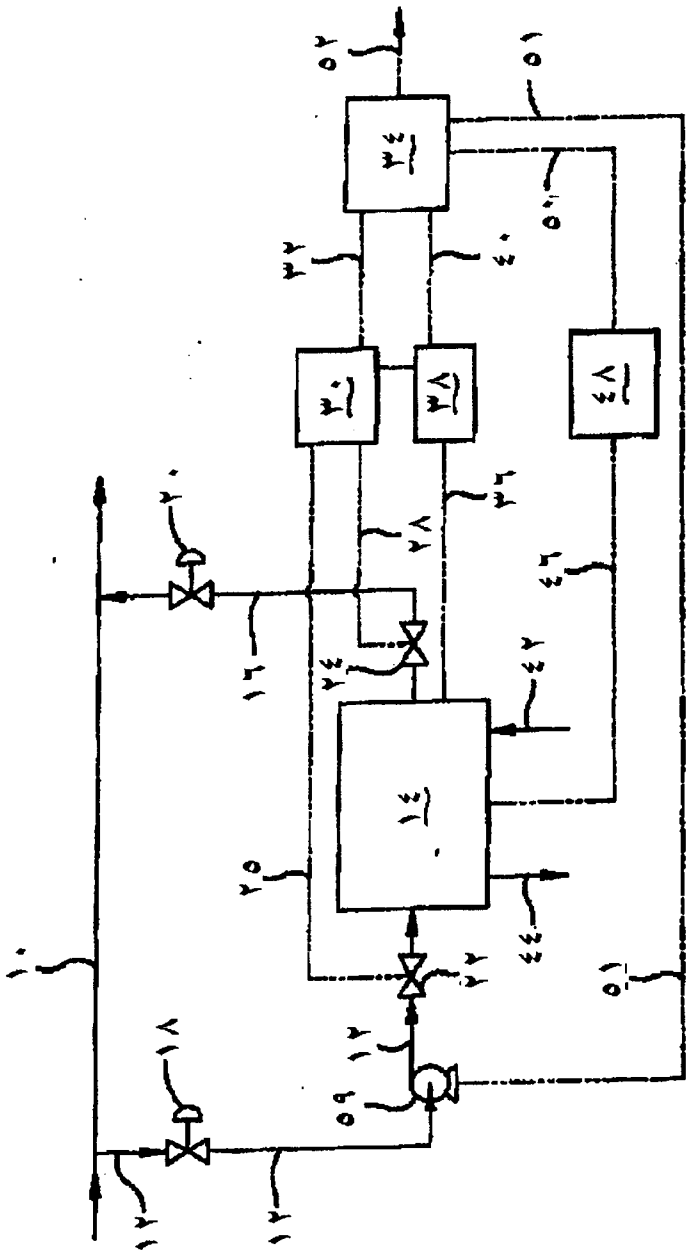
٥- عملية لإزالة الشمع وفقاً لعنصر الحماية رقم ٤ حيث بها يتم إنجاز الخطوتين (د) و (هـ) بواسطة التحكم عن بعد من نقطة تحكم بعيدة عن حلقة المذيب والغرفة المذكورين.

٦- عملية لإزالة الشمع وفقاً لعنصر الحماية رقم ٥ حيث بها يتم بصورة آلية تكرار الخطوتين (د) و (هـ) على فترات مرحلية محددة مسبقاً.

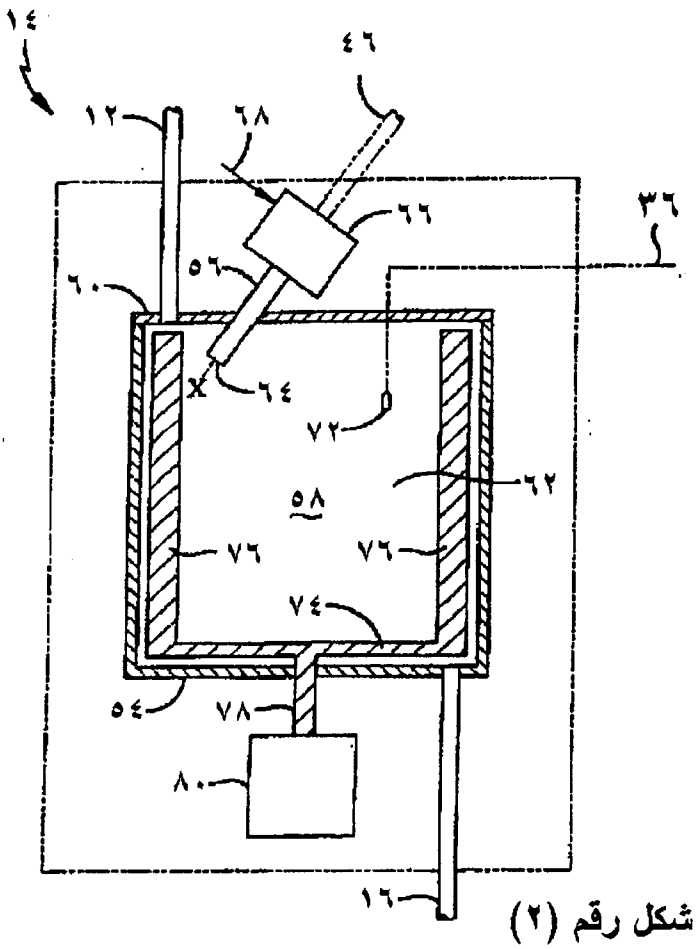
٧- عملية لإزالة الشمع وفقاً لعنصر الحماية رقم ٦ حيث بها يتم إمرار عينة المذيب المذكورة مرة أخرى إلى خط المذيب solvent line المذكور عن طريق الحلقة المذكورة بعد أن تكون الخطوتين (د) و (هـ) قد تحققتا.

٨- عملية لإزالة الشمع وفقاً لعنصر الحماية رقم ٧ حيث بها تكون العينة المذكورة الموجودة في الغرفة المذكورة في نفس الظروف من درجة الحرارة والضغط مثل المذيب الساخن المذكور الموجود في الخط المذكور قبل أن يتم تبريده.

٩- عملية لإزالة الشمع وفقاً لعنصر الحماية رقم ٨ حيث بها يشتمل الزيت المزال الشمع المذكور على جزء زيت تزليق lubricating oil fraction.


٥٢
٥١
٣٤
٥١'
٣٢
٤٠
٣٠
٣٨
٤٨
٣٦
٢٨
٢٠
٤٦
١٦
٢٤
٤٢
١٤
٢٥
٤٤
٢٢
١٠
٥١
١٢
٥٩
١٧
١٢
١٢

شكل رقم (١)



شكل رقم (٢)