



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0045268

(51)^{2020.01} C08F 4/14; C08F 210/14; C10M 171/02; (13) B
C10G 50/02; C10M 107/10; C08F
110/14

(21) 1-2020-06510

(22) 02/04/2019

(86) PCT/US2019/025456 02/04/2019

(87) WO2019/212674 07/11/2019

(30) 15/962,151 25/04/2018 US

(45) 25/04/2025 445

(43) 25/02/2021 395A

(71) INEOS OLIGOMERS USA LLC (US)

2600 Southshore Blvd., Suite 400, League City, TX 77573, United States of America

(72) BAGHERI, Vahid (US); MOORE, Lionel, D. (US); SANCHEZ-RIVAS, Michel (BE).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) QUY TRÌNH SẢN XUẤT CHẤT LỎNG POLYALPHAOLEFIN, CHẾ PHẨM BÔI TRƠN VÀ DẦU BÔI TRƠN CÔNG THỨC CHỨA CHẤT LỎNG POLYALPHAOLEFIN ĐÃ ĐƯỢC HYDRO HÓA

(21) 1-2020-06510

(57) Sáng chế đề cập đến chế phẩm polyalphaolefin (PAO) độ nhớt thấp có khả năng phân huỷ sinh học cao, điểm rót thấp, độ ổn định oxy hóa cao, và xu hướng tạo cặn thấp, cũng như quy trình cải tiến để sản xuất chọn lọc chế phẩm PAO được yêu cầu bảo hộ này.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các chế phẩm polyalphaolefin (PAO) độ nhớt thấp được đặc trưng bởi khả năng phân huỷ sinh học cao, điểm rót thấp, độ ổn định oxy hóa cao, và xu hướng tạo cặn thấp. Cụ thể hơn, sáng chế đề xuất chế phẩm PAO có độ nhớt động học cải thiện ở 100°C và quy trình cải tiến để sản xuất chọn lọc chế phẩm cải thiện này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các oligome của các alpha olefin (còn được gọi là các alpha olefin mạch thẳng hoặc các vinyl olefin), các quy trình sản xuất chúng và việc sử dụng chúng trong chế phẩm chứa các chất bôi trơn tổng hợp và bán tổng hợp là đã biết trong lĩnh vực này. Một vài phương pháp đại diện để chế tạo các oligome PAO bao gồm các patent Hoa Kỳ các số sau: 3,682,823; 3,763,244; 3,769,363; 3,780,123; 3,798,284; 3,884,988; 3,097,924; 3,997,621; 4,045,507; và 4,045,508.

Thông thường, các oligome alpha olefin mà đã được chứng minh hữu ích làm các chất lỏng nền tổng hợp được điều chế chủ yếu từ các olefin tận cùng mạch thẳng chứa khoảng 8-14 nguyên tử cacbon như 1-octen, 1-dexen, 1-dodexen, 1-tetradexen và hỗn hợp của chúng. Một trong số các alpha olefin được sử dụng rộng rãi nhất là 1-dexen mà có thể được sử dụng riêng rẽ hoặc trong hỗn hợp với các alpha olefin khác. Khi các alpha olefin mạch thẳng được dùng, các sản phẩm oligome bao gồm các hỗn hợp mà chứa các lượng thay đổi của dime, trime, tetrame, pentame và các oligome cao hơn. Các sản phẩm oligome thường được hydro hóa để cải thiện độ ổn định nhiệt và oxy hóa và phải được cất phân đoạn nữa để hữu ích cho các ứng dụng cụ thể. Các sản phẩm oligome đã được hydro hóa và được cất phân đoạn như vậy là đã biết về hiệu quả vượt trội của chúng, thời hạn sử dụng dài, khả năng dễ bay hơi thấp, điểm rót thấp, và chỉ số độ nhớt cao. Mong muốn là, sẽ có chế phẩm lỏng nền mà có các đặc tính cải

thiện, bao gồm khả năng phân huỷ sinh học, và sẽ yêu cầu quy trình sản xuất đơn giản hơn.

Trong quy trình polyalphaolefin thông thường, các độ nhớt động học của sản phẩm có thể được điều chỉnh bằng cách loại bỏ hoặc bổ sung các oligome cao hơn hoặc thấp hơn để thu được chế phẩm có độ nhớt mong muốn cho ứng dụng cụ thể. Các độ nhớt nằm trong khoảng từ 2 đến 150 xentistoc (centistoke: cSt) ở 100°C là cần thiết phổ biến, với các độ nhớt được ưu tiên nằm trong khoảng từ 2 đến 10 cSt.

Các chất lỏng có độ nhớt thấp này là đặc biệt hữu ích trong các ứng dụng tiết kiệm năng lượng như dầu bôi trơn động cơ để làm giảm đến mức tối thiểu ma sát và do đó, cải thiện sự kinh tế của nhiên liệu. Được sử dụng riêng rẽ hoặc dưới dạng hỗn hợp với dầu khoáng, chúng có thể, ví dụ, tạo ra các dầu bôi trơn có độ nhớt mà đủ tiêu chuẩn làm các dầu cacte SAE 0W-XX hoặc SAE 5W-XX.

Hiện có thị trường đặc biệt lớn cho các nguyên liệu nền bôi trơn tổng hợp có độ nhớt động học nằm trong khoảng từ 2,5 đến 4,5 cSt ở 100°C đặc biệt nếu đặc tính này được kết hợp với khả năng dễ bay hơi Noack thấp, điểm rót thấp, độ nhớt nhiệt độ thấp hữu ích, và chỉ số độ nhớt cao. PAO 4 cSt có thể được tạo ra bằng cách oligome hóa dexten của 1-dexten bằng cách sử dụng chất xúc tác Friedel-Crafts như BF₃ với chất trợ xúc tác như rượu.

Tuy nhiên, 1-dexten có nguồn cung cấp giới hạn bởi vì nó là đồng sản phẩm được tạo ra cùng với một phạm vi rộng của các alpha olefin khác. Sẽ mong muốn thu được độ linh hoạt hơn trong việc chế tạo các nguyên liệu nền tổng hợp sử dụng một phạm vi rộng hơn của các alpha olefin trong khi tạo ra các oligome có các đặc tính đo độ nhớt gần như tương tự.

Vấn đề bổ sung liên quan đến việc chế tạo các dầu oligome từ 1-dexten hoặc các alpha olefin khác là ở chỗ hỗn hợp sản phẩm oligome thường phải được cắt phân đoạn vào trong các phần khác nhau để thu được các dầu có độ nhớt đã cho (ví dụ 2, 4, 6, hoặc 8 cSt ở 100°C). Phương pháp sản xuất thương mại được mô tả trên đây tạo ra hỗn hợp sản phẩm oligome mà, khi được cắt phân đoạn, tạo

ra các lượng tương đối của mỗi sản phẩm nhớt mà tương ứng với nhu cầu của thị trường. Kết quả là, lượng dư của một sản phẩm thường được tạo ra để thu được lượng được cần thiết của sản phẩm kia.

Hơn nữa, trong khi các sản phẩm PAO có bán trên thị trường tạo ra sự cân bằng hữu ích của các đặc tính, các ứng dụng yêu cầu một khoảng hẹp của các độ nhớt cụ thể, ví dụ, nguyên liệu 4 cSt (chủ yếu là trime dexten hoặc C₃₀), phải được chưng cất từ hỗn hợp oligome phức tạp. Về phần mình, quy trình chưng cất tạo ra đồng sản phẩm nặng hơn. Vì điều này, các PAO thu được từ dexten với độ nhớt nằm trong khoảng từ 4 đến 5,5 cSt phải được phối trộn sau từ PAO 4 cSt và PAO có độ nhớt cao hơn.

Do đó, đáng mong muốn tạo ra các chế phẩm 2,5 – 4,5 cSt có các đặc tính tương tự hoặc tốt hơn so với các dầu trên cơ sở dexten từ nguyên liệu nạp không phải là dexten – do nguồn cung cấp dexten bị giới hạn. Cũng đáng mong muốn tạo ra các chế phẩm 2,5 – 4,5 cSt nêu trên một cách chọn lọc và không có các đồng sản phẩm bất kỳ hoặc nhu cầu phối trộn sau.

Các polyalphaolefin thu được từ các alphaolefin mạch thẳng khác là đã biết trong lĩnh vực này.

Các polyalphaolefin thu được từ tetradexten tinh khiết đã biết là có các đặc tính độ nhớt ở điểm rót và -40°C cao hơn đặc biệt.

Đối với các trime polyalphaolefin điều chế được trong các điều kiện giống nhau, đã chứng minh được rằng chỉ số độ nhớt tăng với việc tăng chiều dài mạch của alphaolefin ban đầu. Ngược lại, khả năng dễ bay hơi giảm với việc tăng chiều dài mạch của alphaolefin ban đầu. Do chỉ số độ nhớt cao và khả năng dễ bay hơi thấp là các đặc tính đáng mong muốn đối với chất bôi trơn, phương pháp sử dụng các alphaolefin có số cacbon dài trong việc sản xuất các polyalphaolefin đã được tìm kiếm từ lâu.

Điều không may là, cần hiểu rằng độ nhớt ở điểm rót và nhiệt độ thấp cũng tăng với việc tăng chiều dài mạch của alphaolefin ban đầu. Ví dụ, các trime polyalphaolefin dexten (C₁₀) là lỏng đến chất lỏng nhỏ hơn âm 65 độ C. Ngược

lại, các trime polyalphaolefin tetradexen (C_{14}) ngược lại được kết đông rắn ở -20 độ C theo một nguồn¹.

BẢNG 1: Các đặc tính của PAO theo Margaret Wu, Et Al.

Tên	Số cacbon	Độ nhớt động học, cSt, ở			Chỉ số độ nhớt	Điểm rót, °C
		100°C	40°C	-40°C		
Trime dexe	C30	3,7	15,6	2.070	122	<-55
Trime undexe	C33	4,4	20,2	3.350	131	<-55
Trime dodexe	C36	5,1	24,3	13.300	144	-45
Trime tetradexe	C42	6,7	33,8	rắn	157	-20

Shubkin đã chứng tỏ rằng thậm chí đối với các oligome tetradexen chứa một lượng đáng kể dime tetradexen, các chế phẩm được kết đông rắn trong khoảng từ -18 đến -20 độ C².

BẢNG 2: Tác dụng của chiều dài mạch olefin đến các đặc tính của sản phẩm (từ Shubkin bảng 2.5.9):

Olefin ban đầu	Dime (% khối lượng)	KV 100°C	KV 40°C	KV -18°C	KV -40°C	Điểm rót, °C	Điểm bốc cháy, °C	NOACK
Octen	1,2	2,77	11,2	195	1320	<- 65	190	55,7
Dexe	0,3	4,10	18,7	409	3031	<- 65	228	11,5

¹ Nguồn: "Synthetic Lubricant Base Stock Processes and Products"

Margaret M. Wu, Suzzy C. Ho, and T. Rig Forbus

² Shubkin et. Al., "Tailor Making Polyalphaolefins" in Engine oils and Automotive Lubrication; ed. Wilfred Bartz, 1993, pub Verlag

Dodexen	15,7	4,94	23,3	534	-	- 48	235	11,4
Dodexen	2,8	5,70	27,8	703	-	- 45	256	3,5
Tetradexen	40,9	5,34	24,3	519	rắn	- 24	230	8,5
Tetradexen	11,1	6,91	36,2	966	rắn	- 21	250	3,7
Tetradexen	3,0	7,59	41,3	1150	rắn	- 18	272	2,3

Đã biết rằng để cho nguyên liệu nền thích hợp để sử dụng trong các dầu máy SAE 5W, dầu này phải lỏng ở -30 độ C để đáp ứng các yêu cầu khởi động lạnh. Yêu cầu đối với các dầu SAE 0W thậm chí nghiêm ngặt hơn – nguyên liệu nền phải lỏng ở -35 độ C để đáp ứng các yêu cầu khởi động lạnh.

Nhiều dầu công nghiệp cũng có yêu cầu độ nhớt Brookfield -40 độ C mà sẽ loại trừ việc sử dụng nguyên liệu nền bất kỳ có độ chảy loãng ở nhiệt độ thấp kém, như các dầu thu được từ tetradexen.

Các phương pháp trong tình trạng kỹ thuật để sản xuất các PAO mà thích hợp để sử dụng làm các chế phẩm lỏng nền có nhiều nhược điểm, vì vậy vẫn có nhu cầu về các chế phẩm PAO cải thiện hơn và các phương pháp cải tiến để chế tạo các polyalphaolefin này. Sáng chế đáp ứng các nhu cầu này bằng cách đề xuất quy trình sản xuất polyalphaolefin có độ nhớt thấp gồm một bước và chế phẩm được đặc trưng bởi điểm rót thấp, phép đo độ nhớt ở nhiệt độ thấp tốt, chỉ số độ nhớt cao, và khả năng phân huỷ sinh học tốt.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất các chế phẩm polyalphaolefin (PAO) độ nhớt thấp được đặc trưng bởi khả năng phân huỷ sinh học cao, điểm rót thấp, độ ổn định oxy hóa cao, và xu hướng tạo cặn thấp và cụ thể hơn là đề xuất chế phẩm PAO có độ nhớt động học ở 100°C nằm trong khoảng từ khoảng 2,5 đến 4,5 cSt.

Sáng chế cũng đề xuất quy trình cải tiến để sản xuất chọn lọc chế phẩm nêu trên bằng cách oligome hóa 1-tetradexen với sự không có mặt hoặc có mặt của comonome thứ hai bằng cách sử dụng hệ chất xúc tác chứa BF₃ và chất trợ xúc tác rượu alkoxylat. Quy trình theo sáng chế có độ chọn lọc C₂₈ dime (hoặc

co-dime) lớn hơn 70% và không yêu cầu cắt phân đoạn nữa (sau khi loại bỏ monome không phản ứng dư) để sản xuất một cách chọn lọc sản phẩm được ưu tiên. Sáng chế cũng đề cập đến các chế phẩm hữu ích cho ứng dụng dầu động cơ độ nhớt siêu thấp (ví dụ, 0W-16), và trong các chế phẩm phối trộn với các dầu Nhóm III và các GTL cải thiện các đặc tính ở nhiệt độ thấp của các chế phẩm này.

Sáng chế còn bao gồm quy trình sản xuất dầu độ nhớt thấp có thể phân huỷ sinh học một cách đáng kể hữu ích làm chất bôi trơn cho các ứng dụng nhạy cảm về mặt môi trường như sự bôi trơn trong ngành hàng hải và các ứng dụng tương tự.

Các đặc tính của dầu độ nhớt thấp này có thể còn được tăng cường bằng cách sử dụng các chất phụ gia bôi trơn thông thường với tổng lượng lên đến khoảng 35 phần trăm khối lượng, và tốt hơn là từ 0,1 đến 30 phần trăm khối lượng. Các chất phụ gia như vậy bao gồm, ví dụ, chất phân tán, chất chống oxy hóa, chất chống mài mòn, chất chống tạo bọt, chất ức chế ăn mòn, chất tẩy rửa, chất phòng bịt kín và chất cải tiến chỉ số độ nhớt. Các loại chất phụ gia này là đã biết rõ trong lĩnh vực này. Trong khi các chất phụ gia như vậy có thể chính chúng có thể phân huỷ sinh học đáng kể, mặc dù điều này không yêu cầu.

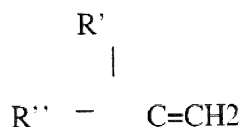
Các phương án được ưu tiên về các dầu phụ gia độ nhớt thấp trên đây bao gồm kẽm dialkyl-dithiophosphat, canxi aryl sulfonat, canxi aryl sulfonat quá bazơ, bari phenat, sản phẩm phản ứng được trung hòa bằng bari oxit của phospho pentasulfua và terpen của các olefin khối lượng phân tử cao, alkyl phenol bị cản trở, metylen-bis-dialkyl phenol, dibutyl thiếc sulfua, dibutyl hydro phosphonat, tri-cresyl-phosphat, alkyl succinimit khối lượng phân tử cao của etylen-polyamin như tetraetylen-polyamin, alkyl phenol được bắc cầu bằng lưu huỳnh, este và amit của axit béo đã lưu hóa, silicon và dialkyleste. Các tổ hợp độc quyền của các chất phụ gia như vậy, "các gói chất phụ gia," mà được điều chỉnh đối với các dầu nền và các ứng dụng cụ thể, là có bán trên thị trường từ một vài nguồn bao gồm Afton Corporation, Lubrizol or Infineum. Các chất cải tiến chỉ số độ nhớt (Viscosity Index - VI) là có bán một cách riêng rẽ.

Các chất lỏng theo sáng chế có thể được sử dụng với các dầu nền hoặc các dầu phụ gia khác. Các dầu nền này bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, C₆-C₁₀ PAO trên cơ sở 1-olefin, dầu khoáng, hoặc các este tổng hợp.

Khả năng phân huỷ sinh học tổng cộng của các chế phẩm chứa các chất lỏng theo sáng chế sẽ phụ thuộc vào tổng hỗn hợp chất lỏng chức năng hoặc chất bôi trơn bao gồm các chất phụ gia bôi trơn. Cuối cùng, sáng chế đề cập đến việc sử dụng đối tượng chất lỏng polyalphaolefin làm chất lỏng nền, riêng rẽ hoặc với các dầu bôi trơn khác (Nhóm I, Nhóm II, Nhóm III, Nhóm III+dầu khoáng, GTL chẳng hạn) trong các dầu động cơ cấp độ nhớt SAE 0W-8, SAE 0W-12, và SAE 0W-16 hoặc trong các chất bôi trơn trong ngành hàng hải.

Mô tả chi tiết sáng chế

Chất lỏng polyalphaolefin được yêu cầu bảo hộ mà bao gồm oligome được điều chế từ sự oligome hóa của một hoặc nhiều thành phần alpha olefin. Theo một phương án được ưu tiên, thành phần alpha olefin bao gồm olefin thứ nhất bao gồm C₁₄ alphaolefin và từ 0 phần trăm khối lượng đến khoảng 70 phần trăm khối lượng của olefin thứ hai có số cacbon chẵn nằm trong khoảng từ C₁₂ đến C₂₀. Cấu trúc của olefin thứ hai được thể hiện dưới đây trong đó R' là hydro (H) và R'' là C₁₀ đến C₁₈ hydrocarbyl hoặc trong đó R' và R'' thay đổi một cách độc lập và đều là hydrocarbyl và trong đó tổng của R' và R'' là C₁₀ đến C₁₈.



Chất lỏng theo sáng chế được sản xuất bằng cách oligome hóa cation của olefin hoặc các olefin được mô tả trên đây bằng cách sử dụng chất xúc tác bo triflorua và chất đồng xúc tác hoặc “chất trợ xúc tác” rượu alkoxylat (R_a-O-CHR_b-CHR_c-O-)_n-H để thu được chất lỏng mà, sau khi hydro hóa, có độ nhớt động học nằm trong khoảng từ khoảng 2,5 đến khoảng 4,6 mm²/s ở 100° C và có khả năng phân huỷ sinh học, như được xác định bằng thử nghiệm OECD 301B là ít nhất khoảng 50 phần trăm. Thử nghiệm phân huỷ sinh học OECD 301B (thử nghiệm Sturm biến đổi) đã được khuyến nghị bởi nhóm chuyên gia OECD trên

sự phân hủy để xác định khả năng phân hủy sinh học của các hóa chất hữu cơ trong môi trường thủy sinh. Thử nghiệm này là đủ đối với các hợp chất hữu cơ không bay hơi hòa tan được và không hòa tan và đo lượng CO₂ được bay ra, do đó đưa ra chỉ dẫn về sự phân hủy sinh học “hoàn toàn”. Nguyên liệu thử nghiệm được đưa vào bình thốt cổ chứa cơ chất khoáng và vi khuẩn gây nhiễm. Sau khi rung siêu âm, các chất trong bình thốt cổ được súc khí bằng không khí không chứa CO₂. Đối chứng (ví dụ, natri benzoat 20 mg C/L) được chạy song song. EPA khuyến nghị sử dụng anilin (mới được chưng cất) làm cơ chất đối chứng. CO₂ bất kỳ giải phóng được hấp thụ trong bình thốt cổ chứa dung dịch bari hydroxit, mà có nồng độ được xác định một cách định kỳ bằng cách chuẩn độ bằng axit clohydric. Sự phân hủy sinh học được biểu thị dưới dạng tỷ lệ phần trăm của tổng lượng CO₂ được bay ra trong suốt thử nghiệm (được hiệu chỉnh đối với đối chứng), so với CO₂ lý thuyết mà nguyên liệu thử nghiệm có thể được tạo ra. Thông thường, thử nghiệm kéo dài 28 ngày, mặc dù nó có thể kết thúc sớm hơn, tức là ngay khi đường cong phân hủy sinh học đạt tới trạng thái ổn định trong ít nhất 3 lần xác định. Mặt khác, thử nghiệm có thể được kéo dài vượt quá 28 ngày nếu đường cong thể hiện rằng sự phân hủy sinh học đã bắt đầu trong vòng 28 ngày đầu, nhưng trạng thái ổn định chưa đạt được vào ngày 28.

Đối với rượu alkoxylat ($(R_a-O-CH(R_b)-CH(R_c)-O)_n-H$), R_a là hydrocarbyl chứa từ 1 đến 24 cacbon, bao gồm các hỗn hợp của chúng, R_b và R_c một cách độc lập là hydro, metyl, hoặc etyl, và n trung bình nằm trong khoảng từ 1 đến 15. Các chất trợ xúc tác rượu alkoxylat được ưu tiên bao gồm 2-metoxietanol và 1-metoxi-2-propanol.

Sáng chế cũng đề xuất quy trình chế tạo chất lỏng polyalphaolefin từ olefin thứ nhất bao gồm 1-tetradecen và 0-70 phần trăm khối lượng của olefin thứ hai ($R'R''C=CH_2$ như được mô tả trên đây) bao gồm việc cho (các) olefin tiếp xúc với chất xúc tác được cấu thành từ bo triflorua và rượu alkoxylat ($(R_a-O-CH(R_b)-CH(R_c)-O)_n-H$ như được mô tả trên đây) để tạo ra sản phẩm phản ứng oligome mà chứa ít nhất khoảng 70 phần trăm khối lượng dime (hoặc co-dime) của (các) monome olefin này và có tỷ lệ giữa dime và trime lớn hơn khoảng 1. Theo một

phương án được ưu tiên, 1-tetradexen theo phương án này bao gồm lớn hơn 90% của hỗn hợp polyalphaolefin.

Theo một phương án được ưu tiên theo sáng chế, olefin thứ hai bao gồm dime của C₈ alpha olefin, tức là 2-n-hexyl-1-dexen, mà được điều chế bằng cách cho C₈ alpha olefin tiếp xúc với chất xúc tác nhôm alkyl như triethylaluminum và các chất tương tự như được mô tả trong patent Hoa Kỳ số 8,455,416, nội dung của tài liệu này được kết hợp vào bản mô tả này bằng cách viện dẫn. Theo cách khác, dime được điều chế bằng cách cho C₈ alpha olefin tiếp xúc với chất xúc tác metallocene nhóm tuần hoàn IVB được hoạt hóa bằng các hợp chất nhôm hữu cơ và các hợp chất hydrocarbylboron như được mô tả trong US 6,548,723, nội dung của tài liệu này được kết hợp vào bản mô tả này bằng cách viện dẫn.

Chất lỏng polyalphaolefin theo sáng chế được điều chế mà không có các đồng sản phẩm bất kỳ và không cần phối trộn sau hoặc chưng cất phân đỉnh tháp của thành phần bất kỳ không phải là các monome không phản ứng.

Chất lỏng polyalphaolefin theo sáng chế thích hợp để sử dụng làm chất lỏng nền, riêng rẽ hoặc với các dầu khoáng bôi trơn thu được từ dầu mỏ khác (tức là Nhóm I, Nhóm II, Nhóm III, Nhóm III+dầu khoáng), các dầu tổng hợp thu được từ metan bằng cách sử dụng sự xúc tác Fischer Tropsche (tức là các chất lỏng khí sang lỏng hoặc các chất lỏng than đá sang lỏng chẳng hạn) trong các dầu động cơ cấp độ nhớt SAE 0W-8, 0W-12, và SAE 0W-16 hoặc trong các chất bôi trơn hàng hải đáp ứng các yêu cầu Giấy phép chung cho tàu (Vessel General Permit - VGP).

Một phương án được ưu tiên của sáng chế đề xuất chế phẩm đã được hydro hóa có độ nhớt ở 100°C là khoảng 4 cSt, mức giảm khối lượng do khả năng dễ bay hơi Noack 250°C nhỏ hơn 19% và khả năng dễ bay hơi Noack 200°C nhỏ hơn 4%, chỉ số độ nhớt lớn hơn 125, điểm rót thấp hơn -35 C, và độ nhớt thiết bị mô phỏng khởi động lạnh @-35°C nhỏ hơn 1.500 cP. Một phương án được ưu tiên hơn của sáng chế đề xuất chế phẩm đã được hydro hóa có độ nhớt ở 100°C là khoảng 4 cSt, mức giảm khối lượng do khả năng dễ bay hơi Noack 250°C là

13,9%, điểm rót xấp xỉ -59°C , và độ nhớt thiết bị mô phỏng khởi động lạnh @ -35°C nhỏ hơn 1.700 cP.

Một phương án khác theo sáng chế đề xuất chế phẩm đã được hydro hóa có độ nhớt ở 100°C khoảng 3,4 cSt, mức giảm khối lượng do khả năng dễ bay hơi Noack 200°C là 4%, điểm rót xấp xỉ -50°C , và độ nhớt Brookfield @ -40° nhỏ hơn 1.750 cP.

Các polyalphaolefin theo sáng chế kết hợp các đặc tính nhiệt độ thấp tuyệt vời và độ ổn định nhiệt độ cao ngoại lệ, với khả năng phân huỷ sinh học đáng kể. Các polyalphaolefin này là thích hợp để sử dụng làm chất lỏng nền cho nhiều chất bôi trơn thân thiện với môi trường dưới dạng chất lỏng nền duy nhất hoặc kết hợp với các este thực vật hoặc tổng hợp, các polyalphaolefin (PAO) khác, dầu khoáng, các chất lỏng khí sang lỏng, các chất phụ gia, và các chất tương tự.

Các dầu thân thiện với môi trường trong đó chất lỏng theo sáng chế có thể được sử dụng để đem lại lợi ích bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở:

Dầu động cơ 2 kỳ

Chất bôi trơn dụng cụ khí nén

Chất bôi trơn xích và dây cáp

Chất bôi trơn máy nâng

Chất lỏng giải phóng bê tông và atfan

Mỡ bôi trơn đường ray

Mỡ bôi trơn đa dụng

Dung dịch thủy lực cho đồ dùng văn phòng hoặc thiết bị di động

Dầu máy

Chất lỏng giải phóng khuôn đúc kim loại

Dầu khoan đá

Chất lỏng làm mát máy biến áp và đường dây truyền tải

Chất bôi trơn đường dẫn trượt

Chất bôi trơn tổn thất toàn bộ

Chất bôi trơn dây cáp

Chất bôi trơn ống phía đuôi tàu

Dầu trong ngành lâm nghiệp

Dầu mà không nhất thiết được coi là thân thiện với môi trường nhưng trong đó chất lỏng theo sáng chế cũng có thể được sử dụng để đem lại lợi ích bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở:

Chất bôi trơn bánh răng công nghiệp

Chất bôi trơn bánh răng vận tải

Dầu máy nén

Chất bôi trơn cacte động cơ chạy xăng

Chất bôi trơn cacte động cơ diesel

Dầu hộp số

Dầu tua bin

Cụ thể là, các polyalphaolefin theo sáng chế đáp ứng các yêu cầu về đo độ nhớt được xác định bởi Hiệp hội kỹ sư ô tô (Society of Automotive Engineer - SAE) để sử dụng làm các chất lỏng nền trong các dầu động cơ 0W-8, 0W-12, và 0W-16.

Hơn nữa, các polyalphaolefin theo sáng chế có thể được sử dụng trong loại chất bôi trơn bất kỳ trong đó các este thực vật, estolide, hoặc các dẫn xuất este tự nhiên/tổng hợp tìm ra ứng dụng. Các chất bôi trơn ống phía đuôi tàu hàng hải, dầu bánh răng hời, dầu dây cáp, dầu trong ngành lâm nghiệp, và dung dịch thủy lực đều là các ứng dụng mà có thể có lợi từ việc bổ sung các polyalphaolefin theo sáng chế này. Các dầu thuộc loại này có thể được chế tạo để có thể phân hủy sinh học một cách đáng kể bằng cách lựa chọn đúng đắn các chất phụ gia và các chất làm đặc.

Một phương án được ưu tiên về các chất lỏng công thức theo phần nêu trên bao gồm các hỗn hợp của a) từ 1-97% chất lỏng polyalphaolefin theo sáng chế được trộn với b) 0 – 60% các chất lỏng được chọn từ nhóm bao gồm các este

tổng hợp, các chất lỏng hydrocacbon tổng hợp, các dầu khoáng, các este tự nhiên, hoặc dầu hydrocacbon thu được từ các nguyên liệu thô có nguồn gốc tự nhiên và dầu mỏ, và c) 0,1-30% các chất phụ gia như chất phân tán, chất chống oxy hóa, chất chống mài mòn, chất chống tạo bọt, chất ức chế ăn mòn, chất tẩy rửa, chất phòng bịt kín, chất cải tiến độ nhớt và các tổ hợp của chúng, sao cho toàn bộ chế phẩm thoả mãn các yêu cầu về đo độ nhớt của cấp SAE 0W-XX, trong đó XX bằng 16 hoặc thấp hơn.

Một phương án được ưu tiên khác về chất lỏng chức năng hoặc chế phẩm bôi trơn này chứa hỗn hợp bao gồm a) từ 1-97% chất lỏng polyalphaolefin theo sáng chế được trộn với b) 0 – 60% các chất lỏng được chọn từ nhóm bao gồm các este tổng hợp, các chất lỏng hydrocacbon tổng hợp, các dầu khoáng, các este tự nhiên, hoặc các dầu hydrocacbon thu được từ các nguyên liệu thô có nguồn gốc tự nhiên và dầu mỏ, và c) 0,1 đến 70% các chất phụ gia như chất phân tán, chất chống oxy hóa, chất chống mài mòn, chất chống tạo bọt, chất ức chế ăn mòn, chất tẩy rửa, chất phòng bịt kín và chất cải tiến độ nhớt, sao cho toàn bộ chế phẩm thể hiện khả năng phân huỷ sinh học, như được xác định bằng thử nghiệm CEC L-33 A94 (hoặc tương đương) là ít nhất 50% trong đó chế phẩm này có thể được giải phóng một cách chủ ý hoặc không chủ ý vào trong môi trường.

Theo một phương án được ưu tiên khác, chất lỏng chức năng hoặc chế phẩm bôi trơn được đề xuất, trong đó chế phẩm này chứa a) 1-98% chất lỏng polyalphaolefin theo sáng chế được trộn với b) 0 – 60% một hoặc nhiều thành phần được chọn từ các este tự nhiên hoặc tổng hợp, các chất lỏng hydrocacbon tự nhiên hoặc tổng hợp, hoặc các dầu hydrocacbon thu được từ các nguyên liệu thô có nguồn gốc tự nhiên và dầu mỏ, và c) chứa 0,1 đến 70% các chất phụ gia như chất phân tán, chất chống oxy hóa, chất chống mài mòn, chất chống tạo bọt, chất ức chế ăn mòn, chất tẩy rửa, chất phòng bịt kín và chất cải tiến độ nhớt. Phương án này có thể được ưu tiên đặc biệt trong các ứng dụng bao gồm việc vận hành cưa xích, động cơ gắn ngoài, thiết bị trang trại, thiết bị chuyên chở đất, hoặc các chất lỏng hàng hải hoặc tàu ngầm. Trong các ứng dụng cụ thể trong hàng hải,

toàn bộ chế phẩm có thể được điều chỉnh để đáp ứng các yêu cầu của chỉ thị Giấy phép chung cho tàu EPA.

Ví dụ thực hiện sáng chế

1-tetradexen (C_{14}) được sản xuất thương mại từ INEOS Oligomer được sử dụng như được tiếp nhận; nó có thể được thay thế bằng 1-tetradexen từ các nhà cung cấp khác. Tất cả các bước xử lý có thể được thực hiện theo mẻ, bán mẻ, hoặc theo cách liên tục. Phản ứng có thể được chạy theo phương thức liên tục sử dụng 2-5 thiết bị phản ứng bể khuấy liên tục (continuous stirred tank reactor - CST) nối tiếp hoặc song song hoặc kết hợp của chúng.

Ví dụ so sánh 1:

Thiết bị phản ứng Parr 1-galông (3,79 lit) được trang bị làm nóng có lớp bọc và làm mát bên trong được nạp 1.200 g 1-tetradexen và 3,0 g 1-butanol (1-BuOH) và được làm nóng đến 50°C kết hợp khuấy. Bo triflorua (BF_3) được đưa vào dưới dạng khí và nó được điều chỉnh đến áp suất ở trạng thái ổn định là 40 psig (275,79 kPa). Phản ứng được khuấy trong thời gian 90 phút. Hỗn hợp phản ứng này được làm ngừng bằng 400 ml NaOH 8% và sau đó, được rửa bằng nước cất. Việc loại bỏ monome không phản ứng dư dưới dạng phân đoạn cất đỉnh thấp dễ bay hơi dưới áp suất giảm (220°C, 0,1 mmHg) dẫn đến sự tách ra của 837,1 g chất lỏng trong dưới dạng phân đoạn đáy mà được hydro hóa dưới tập hợp các điều kiện hydro hóa chuẩn (ở 170°C, 400 psi (2.757,90 kPa) hydro, bằng cách sử dụng chất xúc tác Ni trên Kieselguhr) để tạo ra nguyên liệu nền tổng hợp có các đặc tính sau:

BẢNG 1: Các đặc tính của ví dụ so sánh 1

Phân tích	Đơn vị	Phương pháp thử nghiệm	Đặc tính
KV 100°C	mm ² /S	ASTM D-445	4,70
KV 40°C	mm ² /S	ASTM D-445	21,3
VI	---	ASTM D-2770	145
Điểm rót	°C	ASTM D-97	-27
Chỉ số brom	g/100g	IP-129	0,1

Ví dụ sáng chế 2:

Thiết bị phản ứng Parr 1-galông (3,79 lit) được trang bị làm nóng có lớp bọc và làm mát bên trong được nạp 1.400 g 1-tetradexen và 4,2 g 1-metoxi-2-propanol (1-MOP) và được làm nóng đến 50°C kết hợp khuấy. Bo triflorua (BF₃) được đưa vào dưới dạng khí và nó được điều chỉnh đến áp suất ở trạng thái ổn định là 20 psig (137,90 kPa). Phản ứng được khuấy trong thời gian 120 phút. Hỗn hợp phản ứng này được làm ngừng bằng 400 ml NaOH 8% và sau đó, được rửa bằng nước cất. Việc loại bỏ monome không phản ứng dư dưới dạng phân đoạn cất đỉnh thấp dễ bay hơi dưới áp suất giảm (220°C, 0,1 mmHg) dẫn đến sự tách ra của 1.063,1 g chất lỏng trong dưới dạng phân đoạn đáy mà được hydro hóa dưới tập hợp các điều kiện hydro hóa chuẩn (ở 170°C, 400 psi (2.757,90 kPa) hydro, bằng cách sử dụng chất xúc tác Ni trên Kieselguhr) để tạo ra nguyên liệu nền tổng hợp theo sáng chế có các đặc tính sau:

BẢNG 2: Các đặc tính của phương án A theo sáng chế

Phân tích	Đơn vị	Phương pháp thử nghiệm	Đặc tính
KV 100°C	mm ² /s	ASTM D-445	3,89
KV 40°C	mm ² /s	ASTM D-445	16,68
VI	---	ASTM D-2770	130
Điểm rót	°C	ASTM D-97	-42
Điểm bốc cháy	°C	ASTM D-92	224
Noack, 250°C	% giảm khối lượng	CEC L40-A-93	16,4
Noack, 200°C	% giảm khối lượng	CEC L40-A-93	2,1
Hình thức	---	Quan sát	Trong & sáng
% Độ truyền qua@ 440 nm	%	INEOS	99

Bảng trên đây thể hiện rằng ngay khi monome không phản ứng dư được loại bỏ, sản phẩm PAO thu được có sự cân bằng sáng tạo về các đặc tính đo độ

nhớt, nó là chất lỏng 4 cSt công thức đơn chạy thẳng được tạo ra mà không cần chưng cất thêm. Nó cũng là chất lỏng 4 cSt với chỉ số độ nhớt cao, khả năng dễ bay hơi Noack tốt, và có các đặc tính điểm rót được cải thiện đáng kể so với oligome C14 thông thường được tạo ra bởi hệ chất xúc tác BF₃ được trợ xúc tác bằng các rượu truyền thống như 1-butanol (1-BuOH):

BẢNG 3: Điểm rót của phương án A theo sáng chế so với ví dụ so sánh 1

Ví dụ	Chất trợ xúc tác	Điểm rót, °C
Ví dụ so sánh #1	1-BuOH	-27
Ví dụ sáng chế #2	1-MOP	-42

Chế phẩm oligome của PAO theo sáng chế từ ví dụ 2 bằng GC thể hiện thành phần như sau:

C₂₈ (dime): 88,0% diện tích

C₄₂₊ (trime và cao hơn): 12,0% diện tích

Ví dụ sáng chế 3:

Quy trình nêu trong ví dụ 2 được chạy trên quy mô thí điểm. Sản phẩm có các đặc tính sau:

BẢNG 4: Các đặc tính của phương án A theo sáng chế

Phân tích	Đơn vị	Phương pháp thử nghiệm	Đặc tính
KV 100°C	mm ² /s	ASTM D-445	3,93
KV 40°C	mm ² /s	ASTM D-445	16,37
VI	-	ASTM D-2770	140
Điểm rót	°C	ASTM D-97	-39
Điểm bốc cháy, COC	°C	ASTM D-92	213
Noack, 250°C	% giảm khối lượng	CEC L40-A-93	15,8
Hình thức		Quan sát	Trong & sáng
% Độ truyền qua@ 440 nm		INEOS	99
Nước	ppm	ASTM D-3401	<25 ppm

Độ nhớt thiết bị mô phỏng khởi động lạnh @ - 30°C	mPa.S	ASTM D-5293	821
Độ nhớt thiết bị mô phỏng khởi động lạnh @ - 30°C	mPa.S	ASTM D-5293	1.335
Tỷ trọng @15,6°C	g/ml	ASTM D-4052	0,820
Chỉ số brom	g/100g	IP-129	0,1
Mức độ phân hủy sinh học	%	OECD 301B	54%, 28 ngày

Ví dụ sáng chế 4:

Thiết bị phản ứng Parr 1-galông (3,79 lit) được trang bị làm nóng có lớp bọc và làm mát bên trong được nạp 1.200 g 1-tetradexen và 3,1 g 2-metoxietanol (2-MOE) và được làm nóng đến 50°C kết hợp khuấy. Bo triflorua (BF₃) được đưa vào dưới dạng khí và nó được điều chỉnh đến áp suất ở trạng thái ổn định là 40 psig (275,79 kPa). Phản ứng được khuấy trong thời gian 90 phút. Hỗn hợp phản ứng này được làm ngừng bằng 400 ml NaOH 8% và sau đó, được rửa bằng nước cất. Việc loại bỏ monome không phản ứng dư dưới dạng phân đoạn cất đỉnh thấp dễ bay hơi dưới áp suất giảm (220°C, 0,1 mmHg) dẫn đến sự tách ra của 737,3 g chất lỏng trong dưới dạng phân đoạn đáy mà được hydro hóa dưới tập hợp các điều kiện hydro hóa chuẩn (ở 170°C, 400 psi (2.757,90 kPa) hydro, bằng cách sử dụng chất xúc tác Ni trên Kieselguhr) để tạo ra nguyên liệu nền tổng hợp có các đặc tính sau:

BẢNG 5: Các đặc tính của phương án A1 theo sáng chế

Phân tích	Đơn vị	Phương pháp thử nghiệm	Đặc tính
KV 100°C	mm ² /S	ASTM D-445	3,75
KV 40°C	mm ² /S	ASTM D-445	15,71
VI	-	ASTM D-2770	130
Điểm rót	°C	ASTM D-97	-39
Chỉ số brom	g/100g	IP-129	0,2

Ví dụ sáng chế 5:

Thiết bị phản ứng Parr 1-galông (3,79 lit) được trang bị làm nóng có lớp bọc và làm mát bên trong được nạp 476 g 1-tetradexen, 924 g 1-dodexen, và 4,2

g 1-metoxi-2-propanol (1-MOP) và được làm nóng đến 50°C kết hợp khuấy. Bo triflorua (BF₃) được đưa vào dưới dạng khí và nó được điều chỉnh đến áp suất ở trạng thái ổn định là 20 psig (137,90 kPa). Phản ứng được khuấy trong thời gian 120 phút. Hỗn hợp phản ứng này được làm ngừng bằng 400 ml NaOH 8% và sau đó, được rửa bằng nước cất. Việc loại bỏ phân đoạn monome không phản ứng dư dưới dạng phân đoạn cất đỉnh thấp dễ bay hơi dưới áp suất giảm (220°C, 0,1 mmHg) dẫn đến sự tách ra của 993,9 g chất lỏng trong dưới dạng phân đoạn đáy mà được hydro hóa dưới tập hợp các điều kiện hydro hóa chuẩn (ở 170°C, 400 psi (2.757,90 kPa) hydro, bằng cách sử dụng chất xúc tác Ni trên Kieselguhr) để tạo ra nguyên liệu nền tổng hợp có các đặc tính sau:

BẢNG 6: Các đặc tính của phương án B theo sáng chế

Phân tích	Đơn vị	Phương pháp thử nghiệm	Đặc tính
KV 100°C	mm ² /S	ASTM D-445	3,43
KV 40°C	mm ² /S	ASTM D-445	14,14
VI	---	ASTM D-2770	119
KV -40°C	mm ² /S	ASTM D-445	1.898
Điểm rót	°C	ASTM D-97	-50
Điểm bốc cháy, COC	°C	ASTM D-92	210
Noack, 200°C	% giảm khối lượng	CEC L40-A-93	4,0
Hình thức	---	Quan sát	Trong & sáng
% Độ truyền qua @ 440 nm	%	INEOS	99
Nước	ppm	ASTM D-3401	10
Độ nhớt Brookfield @ -40°C	mPa.S	ASTM D-2983	1.709
Tỷ trọng @15,6°C	g/ml	ASTM D-4052	0,8188
Chỉ số brom	g/100g	IP-129	0,1
Mức độ phân hủy sinh học	%	OECD 301B	87,3%, 28 ngày

Ví dụ sáng chế 6:

Ví dụ 4 được lặp lại bằng cách sử dụng 2-metoxietanol (2-MOE) làm chất đồng xúc tác.

Sản phẩm có các đặc tính được thể hiện trong bảng 6.

BẢNG 7: Các đặc tính của phương án B theo sáng chế

Phân tích	Đơn vị	Phương pháp	Kết quả
KV 100°C	mm ² /s	ASTM D-445	3,28
KV 40°C	mm ² /s	ASTM D-445	13,48
KV - 40°C	mm ² /s	ASTM D-445	1.318
Điểm rót	°C	ASTM D-97	-54
Độ nhớt Brookfield @ - 40°C	mPa.S	ASTM D-2983	1.260
Độ nhớt thiết bị mô phỏng khởi động lạnh @ -35°C	mPa.S	ASTM D-5293	920
Điểm bốc cháy, PMCC	°C	ASTM D-93	210
Điểm bốc cháy, COC	°C	ASTM D-92	216
Noack @ 200°C	% khối lượng	CEC L40-A-93	5,1
Nước	ppm	ASTM D-3401	17
Tổng chỉ số axit	mgKOH/g	ASTM D-974	0,001
Tỷ trọng 15°C	g/ml	ASTM D-4052	0,8165
Chỉ số khúc xạ	-	ASTM D-1218	1,4541
Chỉ số brom	g/100g	IP-129	0,2

Ví dụ sáng chế 7:

Thiết bị phản ứng Parr 1-galông (3,79 lit) được trang bị làm nóng có lớp bọc và làm mát bên trong được nạp 515,0 g 1-tetradexen, 885,0 g 2-n-hexyl-1-dexen (sản phẩm dime hóa của 1-octen theo US 8,455,416), và 1,4 g 1-metoxi-2-propanol (1-MOP). Hỗn hợp được làm nóng đến 30°C kết hợp khuấy. Bo triflorua (BF₃) được đưa vào dưới dạng khí và nó được điều chỉnh đến áp suất ở trạng thái ổn định là 20 psig (137,90 kPa). Phản ứng được khuấy trong thời gian 90 phút. Hỗn hợp phản ứng này được làm ngừng bằng 400 ml NaOH 8% và sau đó, được rửa bằng nước cất. Việc loại bỏ monome không phản ứng dư dưới dạng phân đoạn cất đỉnh tháp dễ bay hơi dưới áp suất giảm (220°C, 0,1 mmHg) dẫn đến sự tách ra của 1.162,0 g chất lỏng trong dưới dạng phân đoạn đáy mà được hydro hóa dưới tập hợp các điều kiện hydro hóa chuẩn (ở 170°C, 400 psi

(2.757,90 kPa) hydro, bằng cách sử dụng chất xúc tác Ni trên Kieselguhr) để tạo ra nguyên liệu nền tổng hợp có các đặc tính sau:

BẢNG 7: Các đặc tính của phương án C theo sáng chế

Phân tích	Đơn vị	Phương pháp thử nghiệm	Đặc tính
KV 100°C	mm ² /S	ASTM D-445	4,07
KV 40°C	mm ² /S	ASTM D-445	18,18
KV -40°C	mm ² /S	ASTM D-445	2705
VI	-	ASTM D-2770	126
Điểm rót	°C	ASTM D-97	-57
Chỉ số brom	g/100g	IP-129	0,1
Mức độ phân hủy sinh học	%	OECD 301B	100%, 28 ngày

KHẢ NĂNG PHÂN HUỖ SINH HỌC CỦA CÁC POLYALPHAOLEFIN THEO SÁNG CHẾ

Các chất được coi là có thể phân huỷ sinh học nếu chúng có thể được phân huỷ một cách hiệu quả bằng các vi sinh vật. Có một số quy trình mà có thể, và đã được sử dụng để đánh giá khả năng phân huỷ sinh học. Một quy trình thử nghiệm mà đã được phê chuẩn bởi OECD và rất phù hợp với nghiên cứu về các hydrocacbon parafin là thử nghiệm “Khả năng phân huỷ sinh học dễ dàng” 301B (còn được gọi là thử nghiệm Stürm biến đổi).

Ví dụ 8:

Trong thử nghiệm OECD 301B, mẫu thử được phơi nhiễm với bùn nước thải đã được hoạt hóa và môi trường nuôi cấy trong các ống đã được đậy kín được giữ ở 21°C. Sự phân huỷ của nguyên liệu thử nghiệm được đánh giá bằng cách đo cacbon dioxit được tạo ra trong giai đoạn 28 ngày. Các dung dịch đối chứng chứa các vi sinh vật nước thải và các nguyên liệu chuẩn cũng được chạy.

Bằng cách sử dụng thử nghiệm này, polyalphaolefin của ví dụ 7 đạt được mức độ phân huỷ 100% sau 28 ngày và mức độ phân huỷ 60% sau 10 ngày.

Ngược lại, PAO thu được từ 1-dexen nhớt tương đương đạt được mức độ phân hủy chỉ 28% sau 28 ngày. Các so sánh khác có thể được tìm thấy trong bảng 8 dưới đây:

Bảng 8: Khả năng phân hủy sinh học của ví dụ 7 (phương án C theo sáng chế)

	Khả năng phân hủy sinh học (%); OECD 301B ¹ 28 ngày	Khả năng phân hủy sinh học (%); OECD 301B 10 ngày ²	Độ nhớt động học danh định ở 100°C (ASTM D-445)
Ví dụ sáng chế 7	100	≥60	4 cSt
PAO4 trên cơ sở dextran <i>Durasyn 164</i>	28	<60	4 cSt
PAO6 trên cơ sở dextran <i>Durasyn 166</i>	17	<60	6 cSt
Các este thực vật	70 - 100	ND	---

1. Thử nghiệm OECD 301B, còn được gọi là thử nghiệm Sturm biến đổi, đo CO₂ được giải phóng từ chai thử nghiệm khi sự phân hủy sinh học tiến triển. Trị số CO₂ lý thuyết được tính bằng cách giả sử rằng tất cả cacbon trong hợp chất thử nghiệm được chuyển hóa thành CO₂. Thử nghiệm được chạy trong 28 ngày.

2. Tiêu chuẩn "có thể phân hủy sinh học một cách dễ dàng" yêu cầu mức độ sản xuất ít nhất 60% của CO₂ mà về mặt lý thuyết có thể được tạo ra trong vòng mười ngày đạt tới ngưỡng phân hủy sinh học 10%. Bởi vì vi trùng sẽ sử dụng một số cacbon để phát triển các vi trùng mới, nên không phải tất cả trị số lý thuyết của CO₂ sẽ được tạo ra.

Ví dụ 9

Sản phẩm của ví dụ sáng chế 3, polyalphaolefin thu được hoàn toàn từ

1-tetradexen đạt được mức độ phân hủy 54% trong thử nghiệm phân hủy sinh học OECD 301B sau 28 ngày.

Ví dụ 10

Sản phẩm của ví dụ sáng chế 5, polyalphaolefin thu được từ 1-tetradexen và 1-dodexen đạt được mức độ phân hủy 87,3% trong thử nghiệm phân hủy sinh học OECD 301B sau 28 ngày.

Dầu công thức chứa chất lỏng theo sáng chế

Các chất lỏng theo sáng chế có thể được sử dụng trong các sản phẩm bôi trơn công thức mà nói chung không được thiết kế để có thể phân hủy sinh học đáng kể như chất bôi trơn cacte, dầu bánh răng công nghiệp và ô tô, dầu hộp số, và các chất tương tự nhưng đối với chúng sự xả vô tình vào môi trường là có thể.

Do sự cân bằng duy nhất của khả năng phân hủy sinh học, các đặc tính nhiệt độ thấp, và độ ổn định nhiệt-oxy hóa, các chất lỏng theo sáng chế đặc biệt rất thích hợp để sử dụng trong các chất bôi trơn trong đó việc xả vào môi trường có thể được thấy trước một cách vô tình (ví dụ, chất bôi trơn trong ngành hàng hải) hoặc nhằm mục đích (ví dụ, chất bôi trơn trong lâm nghiệp). Đối với các nhóm chất bôi trơn này, khả năng phân hủy sinh học đáng kể của các chất lỏng theo sáng chế là thêm vào.

Trong các sản phẩm bôi trơn được chế tạo để có thể phân hủy sinh học đáng kể, như dầu thủy lực, dầu máy cán giấy, chất bôi trơn cửa xích, chất bôi trơn động cơ gắn ngoài, dầu tua bin, dầu máy nén, mỡ bôi trơn, và các sản phẩm tương tự, các chất lỏng theo sáng chế có thể được sử dụng làm chất lỏng nền duy nhất hoặc kết hợp với các chất lỏng nền khác. Một cách lý tưởng, các chất lỏng khác này chính chúng sẽ có khả năng phân hủy sinh học vốn có khá đến tốt. Các chất lỏng minh họa mà có thể được sử dụng với các chất lỏng theo sáng chế bao gồm các dầu thực vật (ví dụ dầu hạt cải, dầu canola, và các dầu tương tự), các dẫn xuất của dầu thực vật (ví dụ, các este estolide), hoặc thậm chí các este của axit dicarboxylic tổng hợp mà có khả năng phân hủy sinh học cao và các đặc tính đo độ nhớt tốt.

Trong các ứng dụng trong đó khả năng phân hủy sinh học tổng cộng cao không phải là yêu cầu, sản phẩm theo sáng chế có thể được sử dụng với các polyalphaolefin thông thường (tức là các oligome lỏng hydrocacbon 1-alken được

hydro hóa), dầu khoáng, hoặc các chất lỏng khí sang lỏng nếu được sử dụng làm các thành phần phụ của chế phẩm tổng cộng.

Các chất phụ gia thường cần thiết để tăng cường các thuộc tính hiệu quả cụ thể của các dầu công thức mà có thể kết hợp các chất lỏng theo sáng chế. Các chất phụ gia này có thể hoặc có thể không phân huỷ sinh học tùy theo chính chúng và bao gồm chất ức chế mài mòn, chất tẩy rửa, chất cải tiến chỉ số độ nhớt, chất biến đổi ma sát, chất phụ gia tiết kiệm nhiên liệu, chất chống oxy hóa hoặc chất ổn định nhiệt, chất phân tán, các chất chịu áp cao, chất phụ gia bám dính, chất ức chế gỉ, chất biến đổi sáp, chất ức chế bọt, chất làm chậm phản ứng của đồng, chất loại bỏ lưu huỳnh, chất phòng bịt kín, chất ổn định màu, và các nguyên liệu tương tự.

Các chất lỏng theo sáng chế có thể được sử dụng với các chất phụ gia mà chính chúng được thiết kế để có thể phân huỷ sinh học.

Khi có thể, chất phụ gia ít nhất cần được chọn sao cho chúng hầu như không cản trở khả năng phân huỷ sinh học của toàn bộ chế phẩm.

Ví dụ 11:

Chất lỏng máy kéo kiểu mẫu kết hợp chất lỏng 3,9 cSt theo sáng chế

Bảng 9

Chất lỏng máy kéo	% khối lượng
Gói chất phụ gia ¹ , % khối lượng	7,6
SÁNG CHẾ 3,9 cSt ² , % khối lượng	81,0
Chất điều chỉnh độ nhớt ³ , % khối lượng	11,4
KV @ 100°C (cSt)	7,75
KV @ 40°C (cSt)	35,0
Chỉ số độ nhớt	201
Điểm bốc cháy	234°C
Độ nhớt thiết bị mô phỏng khởi động lạnh, -20°C (cP)	650
Khả năng phân huỷ sinh học CEC-L-33-A-94	>78% ⁴

1. Gói chất phụ gia thủy lực máy kéo có bán trên thị trường từ Afton; Hitec 8703
2. Chất lỏng theo sáng chế theo ví dụ 7
3. Chất cải tiến độ nhớt ổn định cắt có bán trên thị trường từ Evonik; Viscoplex 8-219.
4. Phương pháp thử nghiệm này đưa ra quy trình để đánh giá khả năng phân hủy sinh học tương đối của các chất bôi trơn động cơ gắn ngoài hai kỳ, hoặc các dầu khác, so với khả năng phân hủy sinh học của các nguyên liệu hiệu chỉnh chuẩn

Ví dụ 12:

Dầu xích thân thiện với môi trường kiểu mẫu kết hợp chất lỏng 3,9 cSt theo sáng chế

Bảng 10

Dầu xích 2 kỳ	% khối lượng
Gói chất phụ gia ¹ , % khối lượng	5,5
SÁNG CHẾ 3,9 cSt ² , % khối lượng	60,0
Dầu canola ³ , % khối lượng	34,5
KV @ 100°C (cSt)	5,8
KV @ 40°C (cSt)	26,6
Chỉ số độ nhớt	172
Điểm bốc cháy	239°C

1. Gói chất phụ gia có bán trên thị trường; Esp Afton Hitec 2211
2. Chất lỏng theo sáng chế theo ví dụ 7
3. Dầu canola có bán trên thị trường từ Archer Daniels Midland
4. Chất lỏng theo sáng chế theo ví dụ

Ví dụ 13:

Dầu hàng hải 2 kỳ kiểu mẫu kết hợp chất lỏng theo sáng chế

Bảng 11

Dầu hàng hải 2 kỳ	% khối lượng
Gói chất phụ gia ¹ , % khối lượng	18,3
SÁNG CHẾ 3,9 cSt ² , % khối lượng	40,0
Este tổng hợp ³ , % khối lượng	34,1
Este tổng hợp ⁴ , % khối lượng	7,6
KV @ 100°C (cSt)	8,1
KV @ 40°C (cSt)	46,9
Chỉ số độ nhớt	148
Điểm bốc cháy	236°C
Khả năng phân huỷ sinh học CEC-L-33-A-94	>70% ⁵

1. Gói chất phụ gia có bán trên thị trường đáp ứng NMMA TC W3; Esp Lubrizol 424
2. Chất lỏng theo sáng chế theo ví dụ 7
3. Este tổng hợp phức hợp axit mạch thẳng bão hòa có bán trên thị trường; Esp. Nycobase 8306
4. Este tổng hợp phức hợp axit mạch thẳng chưa bão hòa một phần có bán trên thị trường; Esp. Nycobase 4045
5. Phương pháp thử nghiệm này đưa ra quy trình để đánh giá khả năng phân huỷ sinh học tương đối của các chất bôi trơn động cơ gắn ngoài hai kỳ, hoặc các dầu khác, so với khả năng phân huỷ sinh học của các nguyên liệu hiệu chỉnh chuẩn

Ví dụ 14:

Dầu bánh răng/dầu ống phía đuôi tàu đa cấp trong ngành hàng hải có thể phân huỷ sinh học kiểu mẫu

Bảng 12

Dầu hàng hải đa cấp	% khối lượng
Gói chất phụ gia ¹ , % khối lượng	9,42
Lexolube CG-3000 ²	39,02
Dầu canola ³	8,49
SÁNG CHẾ 4,55 cSt ⁴ , % khối lượng	43,07
% cacbon trên cơ sở sinh học ước tính	34,6
KV @ 100°C, D445	26,10
KV @ 40°C, D445	175,74
Chỉ số độ nhớt, D2270	184
Độ nhớt Brookfield @ -40°C, D5293	381.200
Điểm rót, °C, D97	-45
Điểm bốc cháy, °C, D92	226
Tổng chỉ số axit	0,35
Tỉ trọng ở 15,6°C, D4052	0,9020
Chỉ số brom, IP-129	0,12
Khả năng dễ bay hơi Noack, phần trăm khối lượng, 250°C	11,1

1. Gói dầu bánh răng có thể phân huỷ sinh học thương mại dầu từ các sản phẩm chức năng; GA-502
 2. Chất làm đặc este phức hợp trên cơ sở sinh học thương mại; 293 cSt ở 100°C, 3.113 cSt ở 40°C từ Inolex.
hàm lượng sinh học 67%; Lexolube CG-3000.
 3. Dầu canola có bán trên thị trường từ Cargill, 8,53 cSt ở 100°C, 38,71 cSt ở 40°C
 4. Chất lỏng theo sáng chế theo ví dụ 2
 5. Dầu 75W phải có độ nhớt nhỏ nhất ở 100°C là từ 24 đến 41 mm²/s
- Các chất bôi trơn thông thường

Có thể thấy rằng các chất lỏng tổng hợp theo sáng chế sẽ được sử dụng cứ khi nào các oligome 1-dexen được hydro hóa có độ nhớt tương tự được sử dụng. Các ứng dụng bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, dầu cacte ô tô, dầu điêzen siêu công suất, dầu của hộp số tự động, dầu của hộp số vô cấp, và dầu bánh răng công nghiệp và ô tô, dầu máy nén/tua bin và đặc biệt là các ứng dụng có lợi từ các đặc tính tiết kiệm năng lượng vốn có trong các chất lỏng độ nhớt thấp như dầu động cơ 0W-XX độ nhớt thấp và siêu thấp trong đó X bằng 16 hoặc nhỏ hơn. Một số chế phẩm kiểu mẫu đã được nghĩ ra để minh họa tính thích hợp của các chất lỏng theo sáng chế đối với một số lượng chế phẩm 0W –XX.

Các dầu máy xe chở khách

Các chất lỏng tổng hợp được tạo ra bởi sáng chế là phù hợp một cách lý tưởng để sử dụng làm các thành phần của dầu bôi trơn tổng hợp hoàn toàn và/hoặc bán tổng hợp được sử dụng trong các động cơ đốt trong. Các chất lỏng theo sáng chế có thể được sử dụng dưới dạng chất bôi trơn nền toàn bộ hoặc có thể được phối trộn với các dầu bôi trơn khác bao gồm các dầu khoáng Nhóm I, II, hoặc III, dầu GTL (khí sang lỏng), dầu este tổng hợp (ví dụ, di-2-ethylhexyl adipat, trimetylolpropan tripelargonat, v.v.), dầu alkyl naphtalen (ví dụ, di-dodexylnaphtalen, di-tetradexylnaphtalen, v.v.) và các chất tương tự. Dầu bôi trơn được sử dụng trong các động cơ đốt trong thường được chế tạo để chứa các chất phụ gia dầu bôi trơn thông thường như canxi aryl sulfonat, canxi sulfonat quá bazơ, canxi hoặc bari phenat, magie alkylbenzen sulfonat quá bazơ, kẽm dialkyldithiophosphat, chất cải tiến VI (ví dụ, copolyme etylen-propylen, polyalkylmetacrylat, v.v.), chất phân tán không tro (ví dụ, polyisobutylenesuccinimit của tetraetylen pentamin, sản phẩm ngưng tụ Mannich polyisobutylenphenol-formaldehyt-tetraetylen pentamin, v.v.), chất làm hạ điểm rót, chất biến đổi ma sát, chất ức chế gỉ, chất khử nhũ tương, chất chống oxy hóa tan được trong dầu (ví dụ, các phenol cản trở hoặc các diphenyl amin được alkyl hóa), các thành phần đã lưu hóa khác nhau, và các chất ức chế bọt (chống tạo).

Như được sử dụng trong bản mô tả này, dầu hoặc nguyên liệu nền tổng hợp là chất bôi trơn thu được từ các hợp chất hóa học mà được chế tạo theo cách nhân

tạo. Các chất bôi trơn tổng hợp có thể được sản xuất bằng cách sử dụng các thành phần dầu mỏ đã được biến đổi hóa học như etylen, nguyên liệu ban đầu từ đó các alpha-olefin thu được, hoặc có thể được tổng hợp từ các nguyên liệu thô không phải dầu mỏ khác. Các nguyên liệu nền tổng hợp, được tạo ra nhờ con người, thường có cấu trúc phân tử được kiểm soát với các đặc tính có thể dự đoán được, không giống các dầu nền khoáng, mà là các hỗn hợp phức tạp của hydrocacbon có trong tự nhiên.

Các dầu khoáng hoặc các dầu được tinh chế từ dầu mỏ được xác định là nguyên liệu dầu nền API Nhóm I, II, II+, III, và III+.

Dầu nền API Nhóm III đôi khi được coi là tổng hợp hoàn toàn, nhưng như được sử dụng trong bản mô tả này, các dầu nền Nhóm III / Nhóm III+ được phân loại là các nguyên liệu nền khoáng.

Các chất bôi trơn chứa các chất bôi trơn tổng hợp và không có thành phần nguyên liệu nền khoáng API Nhóm I, II, II+, III và III+ được coi là tổng hợp hoàn toàn. Các chất bôi trơn chứa các chất bôi trơn tổng hợp được sử dụng cùng với nguyên liệu nền API Nhóm I, II, II+, III và III+ được coi là “bán tổng hợp” hoặc “tổng hợp một phần”.

Trong cả hai dầu tổng hợp một phần và dầu tổng hợp hoàn toàn, các nguyên liệu nền được kết hợp với các gói chất phụ gia, các chất phụ gia hiệu quả riêng, và các este (thường là API Nhóm V) hoặc các chất tăng cường mức độ hòa tan khác.

Các tổ hợp độc quyền của các chất phụ gia như vậy, được gọi là các gói chất phụ gia, được điều chỉnh đối với các dầu nền và các ứng dụng cụ thể, và có bán trên thị trường từ một vài nguồn bao gồm Lubrizol, Infineum, và Afton Corporations. Các chất cải tiến chỉ số độ nhớt (Viscosity Index - VI) có thể mua được từ các nhà cung cấp này và các nhà cung cấp khác.

Chất lỏng theo sáng chế có thể được sử dụng để bảo chế các dầu máy xe chở khách cấp độ nhớt 0W-XX mà đáng mong muốn về chất lượng bảo tồn năng lượng của chúng.

Ví dụ 15:

Dầu kiểu mẫu xe chở khách

Các dầu máy xe chở khách tổng hợp hoàn toàn và một phần 0W-16 sau được chế tạo chứa các chất lỏng theo sáng chế.

Bảng 13

PCMO 0W-16 tổng hợp hoàn toàn

Các đặc tính	0W16	0W16	0W16	0W16 Ví dụ so sánh	0W16 Ví dụ so sánh
Gói chất phụ gia ¹	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Sáng chế 3,9 cSt ²	76,5	---	---	---	---
Sáng chế 4 cSt ³	---	76,5	---	---	---
Sáng chế 3,4 cSt ⁴	---	---	34,6	---	---
C12 PAO5 ⁵	---	---	41,9	---	41,9
C10 PAO4 ⁶	---	---	---	76,5	---
Dầu nhóm III, 3,1 cSt ⁷	---	---	---	---	34,6
Chất điều chỉnh độ nhớt ⁸	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Este ⁹	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Độ nhớt, cSt, 100°C	7,0	6,8	6,95	6,9	7,0
Độ nhớt, cSt, 40°C	34,2	32,5	34,18	33,0	35,4
Chỉ số độ nhớt	173	175	169	165	164
Điểm bốc cháy °C	240	228	230	240	236
Điểm rót, °C	-56	-40	-45	-59	-45
Noack	9,6	13,0	13,9	10,9	16,4
HTHS @ 150°C	2,30	2,30	2,30	2,32	Không xác định được
CCS @ -35°C	3.360	2.960	2.700	3.486	4.707

1. Gói chất phân tán/chất ức chế thương mại. Infineum P5707, API SN, ILSAC GF5/GF6B
2. Chất lỏng theo sáng chế theo ví dụ 7

3. Chất lỏng theo sáng chế theo ví dụ 3
4. Chất lỏng theo sáng chế theo ví dụ 5
5. Polyalphaolefin 1-dodexen được hydro hóa thương mại từ INEOS; 5,1 cSt ở 100°C
6. Polyalphaolefin 1-dexen được hydro hóa thương mại từ INEOS; 3,93 cSt ở 100°C
7. Dầu khoáng Nhóm II thương mại; Puralub 75, 3,1 cSt ở 100°C, 102 VI, -15°C điểm rót
8. Dung dịch 15% khối lượng/khối lượng thương mại của polyme styren polyisopren được hydro hóa trong PAO6 từ Shell; este SV261 từ Croda; P3970, 4,9 cSt ở 100°C, 213 VI

Ví dụ 16:

Khi dầu khoáng Nhóm III 4 cSt được thay thế bằng chất lỏng 4 cSt theo sáng chế trong hỗn hợp với dầu Nhóm III 6 cSt và chất làm hạ điểm rót, hỗn hợp thu được có điểm rót thấp hơn, độ nhớt khởi động lạnh thấp hơn ở -30°C và -35°C và điểm bốc cháy cao hơn.

	Sáng chế	Bộ so sánh
Thành phần	Phần trăm khối lượng	Phần trăm khối lượng
SÁNG CHẾ 4 cSt ¹	49,9	---
Nhóm III 4 cSt ²	---	49,9
Nhóm III 6 cSt ³	49,9	49,9
Chất làm hạ điểm rót ⁴	0,2	0,2
Độ nhớt @ 100°C, cSt	4,82	5,12
Độ nhớt @ 40°C, cSt	22,85	24,93
Độ nhớt @ -40°C, cSt	---	---
Chỉ số độ nhớt	137	139
Điểm rót, °C	-39°C	-30°C
Điểm bốc cháy, °C (COC)	235°C	229°C

Khả năng dễ bay hơi Noack	12,9%	11,0%
Khởi động lạnh -30°C	1.588	2.377
Khởi động lạnh -35°C	2.746	4.380

1. Chất lỏng theo sáng chế theo ví dụ 3
2. Dầu khoáng Nhóm III 4 cSt; S-Oil Ultra S4, 4,2 cSt @ 100°C, 125 VI, điểm rót -21°C. Khả năng dễ bay hơi Noack 14,2%
3. Dầu khoáng Nhóm III 6 cSt; S-Oil Ultra S6, 5,9 cSt @ 100°C, 127 VI, điểm rót -15°C. Khả năng dễ bay hơi Noack 8,2%
4. Chất làm hạ điểm rót; Afton Hitec 623

Ví dụ 17:

PCMO 0W-16 tổng hợp một phần

Các đặc tính	Sáng chế 0W16	0W16 Ví dụ so sánh
Gói chất phụ gia ¹	10,0	10,0
Dầu Plus Nhóm III, 4 cSt ²	46,5	76,5
Sáng chế 3,9 cSt ³	30,0	---
Chất điều chỉnh độ nhớt ⁴	3,5	3,5
Este ⁵	10,0	10,0
Độ nhớt, cSt, 100°C	6,9	6,9
Độ nhớt, cSt, 40°C	33,1	33,8
Chỉ số độ nhớt	167	170
Điểm bốc cháy °C	234	230
Điểm rót, °C	-51	-48
Noack	11,4	12,0
HTHS @ 150°C	2,30	2,28
CCS @ -35°C	3.580	3.880
MRV @ -40°C	14.505	18.300

1. Gói chất phân tán/chất ức chế thương mại. Infineum P5707, API SN, ILSAC GF5/GF6B
2. Dầu khoáng Plus Nhóm III; Yubase 4+, 4,1 cSt, 134 VI
3. Chất lỏng theo sáng chế theo ví dụ 7
4. Dung dịch 15% khối lượng/khối lượng thương mại của polyme styren polyisopren được hydro hóa trong PAO6 từ Shell; SV261
5. Este từ Croda; P3970, 4,9 cSt ở 100°C, 213 VI

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình sản xuất chất lỏng polyalphaolefin có các đặc tính định trước bao gồm:

(a) cho phản ứng thành phần alpha olefin bao gồm ít nhất một alpha olefin chứa từ 30 đến 100% 1-tetradexen (C_{14}) với sự có mặt của hệ chất xúc tác được cấu thành từ BF_3 kết hợp với chất trợ xúc tác rượu alkoxylat để tạo ra sản phẩm đáy đã được phản ứng và các monome dư không phản ứng;

(b) loại bỏ các monome dư không phản ứng bằng cách chưng cất dưới dạng phân đoạn cất đỉnh thấp; và

(c) hydro hóa ít nhất một phần của sản phẩm đáy này để thu được chất lỏng đã được hydro hóa có độ nhớt động học $100^\circ C$, được xác định theo ASTM D-445 nằm trong khoảng từ 2,5 đến 4,6 xentistoc, và

trong đó chất lỏng polyalphaolefin có hàm lượng dime C_{28} lớn hơn 70%.

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó thành phần alpha olefin bao gồm lớn hơn 90% C_{14} alpha olefin.

3. Quy trình theo điểm 1, trong đó chất lỏng polyalphaolefin đã được hydro hóa có khả năng phân huỷ sinh học, như được xác định bằng thử nghiệm OECD 301B là ít nhất 50 phần trăm.

4. Quy trình theo điểm 1, trong đó thành phần alpha olefin bao gồm alpha olefin thứ nhất và alpha olefin thứ hai, và trong đó alpha olefin thứ nhất là C_{14} alpha olefin và olefin thứ hai là C_{12} alpha olefin.

5. Quy trình theo điểm 4, trong đó hàm lượng co-dime C_{14}/C_{12} của chất lỏng polyalphaolefin là lớn hơn 80%.

6. Quy trình theo điểm 1, trong đó thành phần alpha olefin bao gồm alpha olefin thứ nhất và alpha olefin thứ hai, và trong đó alpha olefin thứ nhất là C_{14} alpha olefin và olefin thứ hai là dime của C_8 alpha olefin.

7. Quy trình theo điểm 6, trong đó hàm lượng co-dime C_{14}/C_{16} của chất lỏng polyalphaolefin là lớn hơn 80%.

8. Quy trình theo điểm 1, trong đó chất trợ xúc tác rượu alkoxylat ở bước (a) là 2-metoxyetanol.

9. Quy trình theo điểm 1, trong đó chất trợ xúc tác rượu alkoxylat ở bước (a) là 1-metoxi-2-propanol.

10. Chế phẩm bôi trơn chứa chất lỏng polyalphaolefin đã được hydro hóa có thể thu được bằng quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9 và

(a) có độ nhớt động học 100°C là 4 cSt, mức giảm khối lượng do khả năng dễ bay hơi Noack 250°C là nhỏ hơn 19% và mức giảm khối lượng do khả năng dễ bay hơi Noack 200°C là nhỏ hơn 4%, chỉ số độ nhớt lớn hơn 125, điểm rót thấp hơn -35°C , và độ nhớt thiết bị mô phỏng khởi động lạnh @ -35°C là nhỏ hơn 1.500 cP, hoặc

(b) có độ nhớt động học ở 100°C là 3,4 cSt, mức giảm khối lượng do khả năng dễ bay hơi Noack 200°C là 4%, điểm rót là -50°C , và độ nhớt Brookfield @ -40° là nhỏ hơn 1.750 cP, hoặc

(c) có độ nhớt động học ở 100°C là 4 cSt, mức giảm khối lượng do khả năng dễ bay hơi Noack 250°C là 13,9%, điểm rót là -59°C , và độ nhớt thiết bị mô phỏng khởi động lạnh @ -35°C là nhỏ hơn 1.700 cP.

11. Dầu bôi trơn công thức tổng hợp hoàn toàn hoặc một phần chứa chất lỏng đã được hydro hóa có độ nhớt động học 100°C nằm trong khoảng từ 2,5 đến 4,6 xentistoc, chất lỏng đã được hydro hóa này là chất lỏng polyalphaolefin có thể thu được bằng quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9.

12. Dầu bôi trơn công thức theo điểm 11, chứa hỗn hợp bao gồm:

(a) từ 1 đến 97 phần trăm của chất lỏng đã được hydro hóa này có độ nhớt động học 100°C nằm trong khoảng từ 2,5 đến 4,6 xentistoc; và

(b) từ 0 đến 60 phần trăm của các chất lỏng được chọn từ nhóm bao gồm các este tổng hợp, các chất lỏng hydrocarbon tổng hợp, các dầu khoáng, các este tự nhiên, hoặc các dầu hydrocarbon thu được từ các nguyên liệu thô có nguồn gốc tự nhiên và dầu mỏ và các tổ hợp của chúng; và

(c) từ 0,1 đến 30 phần trăm của các chất phụ gia được chọn từ nhóm bao gồm chất phân tán, chất chống oxy hóa, chất chống mài mòn, chất chống tạo bọt, chất ức chế ăn mòn, chất tẩy rửa, chất phòng bịt kín, chất cải tiến độ nhớt và các tổ hợp của chúng.

13. Dầu bôi trơn công thức theo điểm 11, chứa hỗn hợp bao gồm:

(a) từ 1 đến 97 phần trăm của chất lỏng đã được hydro hóa này có độ nhớt động học 100°C nằm trong khoảng từ 2,5 đến 4,6 xentistoc; và

(b) từ 0 đến 60 phần trăm của thành phần được chọn từ nhóm bao gồm các este tự nhiên hoặc tổng hợp, các chất lỏng hydrocacbon tự nhiên hoặc tổng hợp, hoặc dầu hydrocacbon thu được từ các nguyên liệu thô có nguồn gốc tự nhiên và dầu mỏ và các tổ hợp của chúng; và

(c) từ 0,1 đến 70 phần trăm của các chất phụ gia được chọn từ nhóm bao gồm chất phân tán, chất chống oxy hóa, chất chống mài mòn, chất chống tạo bọt, chất ức chế ăn mòn, chất tẩy rửa, chất phòng bịt kín, chất cải tiến độ nhớt và các tổ hợp của chúng.

14. Dầu bôi trơn công thức theo điểm 11, chứa hỗn hợp bao gồm:

(a) từ 1 đến 98 phần trăm của chất lỏng đã được hydro hóa này có độ nhớt động học 100°C nằm trong khoảng từ 2,5 đến 4,6 xentistoc; và

(b) từ 0 đến 60 phần trăm của thành phần được chọn từ nhóm bao gồm các este tự nhiên hoặc tổng hợp, các chất lỏng hydrocacbon tự nhiên hoặc tổng hợp, hoặc dầu hydrocacbon thu được từ các nguyên liệu thô có nguồn gốc tự nhiên và dầu mỏ và các tổ hợp của chúng; và

(c) từ 0,1 đến 70 phần trăm của các chất phụ gia được chọn từ nhóm bao gồm chất phân tán, chất chống oxy hóa, chất chống mài mòn, chất chống tạo bọt, chất ức chế ăn mòn, chất tẩy rửa, chất phòng bịt kín, chất cải tiến độ nhớt và các tổ hợp của chúng.