

Винахід відноситься до мастильних матеріалів, зокрема, до мастил, що застосовуються для змащування вузлів тертя промислового обладнання і транспортних засобів (шестірень планетарних редукторів, гольчастих підшипників та інш.).

Досвід експлуатації планетарних редукторів та гольчастих підшипників свідчить про те, що ці вузли працюють у важких умовах високих питомих навантажень та швидкостей за частих зупинок та пусках при значних коливаннях температури. Надійна і безперебійна робота таких вузлів тертя в значній мірі залежить від якості закладеного в них мастила, яке повинно забезпечити експлуатацію обладнання на протязі всього встановленого терміну служби.

В гольчастих підшипниках вітчизняного промислового обладнання та транспортних засобів найчастіше застосовують мастило Фіол-2У за ТУ 38 УССР 201266-79, яке містить суміш нафтових олив, гідроксистеарат літію, антиокиснювальну присадку і антифрикційну добавку (дисульфід молібдену) [В.М.Школьников, Топлива, смазочные материалы, технические жидкости, М., Химия, 1989, с.298, 319]. Відоме мастило має високі змащувальні характеристики, але температурний інтервал його застосування недостатньо широкий (від -40°C до +120°C), а зумовлений присутністю дисульфиду молібдена чорний колір мастила створює певні труднощі при роботі з ним персонала.

За кордоном в планетарних редукторах, зокрема, автотракторних стартерів використовують спеціальне мастило Molykote Q5-7514 фірми Dow Corning Co (США) [Dow Corning, New product information, Molykote Q5-7514 - Spezialfett für Starteranlagen, Januar 1986]. Це мастило характеризується низькою випарністю, хорошими низькотемпературними властивостями, має відносно широкий температурний діапазон застосування (від -40°C до +150°C) і виявляє високу працездатність під час стендових випробувань, однак, у доступних джерелах інформації відсутні відомості про його склад.

Відоме мастило, яке призначається для підшипникових вузлів промислового обладнання і містить (% мас.) суміш синтетичних олив, загущену комплексним літійовим милом 12-гідроксистеаринової, борної і терефталевої кислот (10,6-17,2), з додаванням феніл-β-нафтиламіну або N,N'-ди-β-нафтил-п-фенілєндіаміну (0,5-1,2), алкілсаліцилату барію (0,12-0,24), мішаної барійової солі алкілсаліцилової кислоти і фосфорсульфурованого продукту конденсації алкілфенолу з формальдегідом та аміном (0,38-0,76), сукциніміду сечовини або гідроксиетил-2-алкілімідазолу (0,5-1), [Пат.України №8186, МПК2 : C10M5/12, опубл.29.03.96, Бюл.№1]. Це мастило виробляється промисловістю під назвою ЛКС-2 за ТУ 38 1011015-85 і є найближчим за призначенням та властивостями аналогом мастила, що заявляється.

Відоме мастило характеризується високими змащувальними властивостями, є працездатним в умовах високих температур (до 150°C) і навантажень, однак, зростаючі вимоги сучасної техніки потребують поліпшення показників низькотемпературних властивостей і антиокиснювальної стабільності мастила для забезпечення його працездатності в розширеному діапазоні температур : від -50°C до +150°C.

Завданням винаходу є поліпшення якості мастила для вузлів тертя промислового обладнання і транспортних засобів шляхом покращення вказаних низькотемпературних і антиокиснювальних властивостей, а також розширення температурних меж його застосування.

Поставлене завдання вирішено створенням нового мастила на основі суміші синтетичних олив, комплексного літійового мила 12-гідроксистеаринової, борної і терефталевої кислот і антиокиснювальної присадки, яке додатково містить політетрафторетилєн, дитіофосфат молібдену і як антиокиснювальну присадку - суміш 2,2'-метилєн-біс-4-метил-6-третбутилфенолу та обробленого борною кислотою продукту конденсації 2,6-дитретбутилфенолу і алкілфенолів з формальдегідом і аміном у співвідношенні 1:0,8-2 відповідно.

До того ж необхідно дотримуватись такого кількісного співвідношення компонентів, % мас.:

комплексне літійове мило 12-гідроксистеаринової, борної та терефталевої кислот	8-20
політетрафторетилєн	0,8-6
дитіофосфат молібдену	0,5-3
суміш 2,2'-метилєн-біс-4-метил-6-третбутилфенолу та обробленого борною кислотою продукту конденсації 2,6-дитретбутилфенолу і алкілфенолів з формальдегідом і аміном у співвідношенні 1:0,8÷2 відповідно	2-6
суміш синтетичних олив	решта.

Нижче (див. табл.№№1, 2) на конкретних прикладах здійснення винаходу за результатами випробувань зразків мастила, що пропонується, в порівнянні з відомими мастилами того ж призначення наочно показано, що введення до складу мастила як антиокиснювальної присадки вказаної суміші речовин і додавання дитіофосфату молібдена та політетрафторетилєну у сукупності з відомими компонентами, дозволяють одержати новий продукт, який характеризується підвищеною антиокиснювальною стабільністю, покращеними низькотемпературними показниками і є працездатним в умовах температур експлуатації від мінус 50°C до плюс 150°C.

Таким чином, завдання винаходу виконано з досягненням необхідного технічного результату.

Для виготовлення мастила використовують вихідні сировинні продукти, що випускаються промисловістю.

Для одержання загусника застосовують такі кислоти: 12-гідроксистеаринову (ТУ 101271), борну (ГОСТ 9656) та терефталєву (ТУ 6-02-896).

В якості дитіофосфату молібдена можна застосовувати присадку Фрікол (ТУ 38.01.141), а як політетрафторетилєн - Фторопласт марки 4НД (ТУ 6-05-041-533).

В якості обробленого борною кислотою продукту конденсації 2, 6-дитретбутилфенолу і алкілфенолів з формальдегідом і аміном слід використовувати присадку Борін (ТУ 38.401100), а як 2,2'-метилєн-біс-4-метил-6-третбутилфенол - присадку Агідол-2 (ТУ 38.101617).

Запропоноване мастило одержують за відомою для комплексних літєвих мастил технологією, котра складається з таких стадій :

- взаємодія 12-гідроксистеаринової кислоти і кислот-комплексоутворювачів (борної і терефталевої) з гідроксидом літію в суміші олив з одержанням суспензії комплексного літєвого мила вказаних кислот;
- зневоднення одержаної оливно-мильної суспензії;
- термомеханічна обробка оливно-мильної суспензії, її охолодження та ізотермічна кристалізація;
- введення присадок;
- гомогенізація мастила.

За описаною технологією у відповідності до винаходу, що заявляється, були виготовлені зразки запропонованого мастила з використанням товарних сировинних продуктів, причому попередньо готували антиокиснювальну присадку замішуванням у необхідному співвідношенні продуктів Агідол-2 і Борін.

Склад виготовлених зразків мастила, що пропонується, наведений в таблиці 1.

Виготовлені зразки мастила, що пропонується, були випробувані в порівнянні з товарним мастилом Фіол-2У, з мастилом Molykote Q5-7514 і мастилом-прототипом (за пат.України №8186) такого складу, % мас.:

комплексне літйове мило 12-гідроксистеаринової, тетраборної і терефталевої кислот	17,2
синтетична олива на основі естеру	31,92
синтетична вуглеводнева олива	47,88
феніл-β-нафтиламін	1,0
алкілсаліцилат барію	0,24
мішана барійова сіль алкілсаліцилової кислоти і фосфорсульфурованого продукту конденсації алкілфенолу з формальдегідом та аміном	0,76
гідроксиетил-2-алкілімідазол	1,0.

Зразки мастил досліджували лабораторними методами згідно діючих стандартів і випробовували на спеціальних стендах.

Для визначення ресурсу роботи мастила в підшипниках кочення при підвищених температурах використовували стенд SETA-1860, що відповідає методу FTMS 791B-333.1 Федерального Стандарту США. Це швидкісний підшипниковий стенд, який призначений для випробування мастил при підвищених швидкостях (до  $10000 \text{ хв}^{-1}$ ) та температурах (до плюс  $150^{\circ}\text{C}$ ). Стенд SETA-1860 складається з трьох однакових вузлів, кожний з яких включає камеру з електрообігрівачами, підшипниковий вузол і електродвигун з ремінною передачею на шпіндель. Випробування зразків мастил проводили в підшипнику 70-204K3 при радіальному навантаженні  $P_p=23\text{H}$ , осьовому навантаженні  $P_{oc}=23\text{H}$ , частоті обертання  $n=10000 \text{ хв}^{-1}$  і температурі плюс  $150^{\circ}\text{C}$ .

Час нормальної роботи підшипника з нанесеним мастилом до його виходу з ладу (або появи одного з слідуючих факторів: спонтанне підвищення температури вище заданої, відпресовуваність оливи, підсилення шуму в роботі підшипника) є критерієм оцінки працездатності мастила за даної температури.

Для визначення антиокиснювальної стабільності мастил використовували розроблений в УкрНДІНП"МАСМА" метод [Бутовец В.В., Мительман Б.Ю., Сакович А.Б., Костюк Л.М. Исследование кинетики окисления литиевой смазки, в кн. Повышение качества смазочных материалов и эффективности их применения, М., ЦНИИТЭНЕФТЕХИМ, 1980, с.3-8], що дозволяє в динамічних умовах на установці АС-2 при заданій температурі досліджувати здатність до окиснення мастил за швидкістю поглинання ними кисню. За критерій оцінки стабільності мастил при  $150^{\circ}\text{C}$  вибрано індукційний період окиснення, тобто час, протягом якого мастило чинить опір дії кисню.

Основні характеристики мастил та результати їх випробувань на стендах надані в таблиці 2.

Наведені у табл.2 дані свідчать про те, що мастило, що заявляється, характеризується задовільними змащувальними властивостями і не поступається перед відомими мастилами за рівнем основних структурно-механічних характеристик. При цьому нове мастило перевищує як мастило-прототип, так і закордонний аналог за показниками низькотемпературних (в'язкість і крутний момент при мінус  $50^{\circ}\text{C}$ ) та антиокиснювальних (індукційний період окиснення) властивостей і працездатності на стенді SETA 1860 при високих температурах, завдяки чому воно може застосовуватись в умовах температур від мінус  $50^{\circ}\text{C}$  до плюс  $150^{\circ}\text{C}$ .

Таблиця 1

Найменування компонентів	Вміст компонентів в зразках мастила, що пропонується, % мас		
	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Комплексне літйове мило 12-гідроксистеаринової, борної та терефталевої кислот	10	17	12,5
Політетрафторетилен	4	1,5	2
Дитіофосфат молібдену	1	2	1
Суміш 2.2'-метилен-біс-			

4-метил-6-третбутилфенолу та обробленого борною кислотою продукту конденсації 2,6-дитретбутилфенолу і алкілфенолів з формальдегідом і аміном у співвідношенні відповідно - 1:1 - 1:1,7 Суміш синтетичних олив	3,5 решта	5 решта	2,5 решта
---	--------------	------------	--------------

Таблиця 2

Найменування показників, одиниця виміру	Метод випробування	Мастило Фіол-2У ТУ 38 УССР 201266-79	Мастило за пат. України 8186	Мастило Molykote Q5-7514	Мастило, що пропонується		
					Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Температура крапання, С	ГОСТ 6793	≥ 180	230	240	>250	>250	>250
Пенетрація при 25°С, м·10 <sup>-4</sup> 60 подв. тактів 10 000 "-	ГОСТ 5346	265-295 -	265	306 328	316 332	285 300	313 331
Межа міцності, Па при 20° С при 80° С	ГОСТ 7143 метод Б	≥ 300 ≥ 100	820 540	280 140	220 120	480 190	320 170
Колоїдна стабільність, %	ГОСТ 7142	≤ 12	12	11,4	11,4	10,9	10,0
В'язкість при мінус 50° С, 10с <sup>-1</sup> , Па·с	ГОСТ 7163	≤ 2000 (-30°С)	замерзає	3025	1850	1735	1875
Змащувальні властивості: - навантаження критичне, Н - навантаження зварювання, Н - діаметр сліду зношування, 400Н, 1 год, мм	ГОСТ 9490	≥ 980 ≥ 1960 -	1100 4100 0,85	800 1600 0,65	1490 2850 0,55	980 2764 0,50	1098 2764 0,55
Працездатність мастила на стенді SETA 1860, 150°С, год	FTMS 791 В-333.1	-	350	450	640	600	590
Крутний момент при -50°С, Н·м - пусковий - сталий	ASTM D1478	- - -	замерзає	0,68 0,25	0,19 0,14	0,22 0,18	0,19 0,13
Індукційний період окиснення, 150°С, хв		-	420	600	1010	1090	920