

ЛЕКЦІЯ 12. ПЛАСТИЧНІ МАСТИЛА

План лекції:

1. Загальні відомості
2. Експлуатаційні властивості
3. Класифікація та маркування мастил
4. Асортимент пластичних мастил
5. Контрольні запитання

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Пластичні мастила являють собою мазеподібні продукти, що широко застосовуються для змащування вузлів тертя різних механізмів і машин. Ці мастила істотно відрізняються від рідких мінеральних олив. За механічними властивостями пластичні мастила займають проміжне положення *між твердими речовинами та рідинами*. Під впливом малих навантажень вони проявляють себе, як *тверді тіла*, а за високих напругах зсуву – як *рідини*, тобто мають плинність.

Вивчення пластичних мастил показало, що вони є колоїдними системами, де кристали загусника утворюють структурний каркас, 80...90% внутрішнього обсягу якого становить рідка олива. Характерна особливість пластичних мастил – оборотність процесу руйнування структурного каркаса: під дією великих навантажень каркас руйнується, і мастило працює як рідина, а при знятті навантаження каркас миттєво відновлюється і мастило знову набуває властивостей твердого тіла.

Основні переваги мастил перед олівами: здатність утримуватися в негерметизованих вузлах тертя, тобто відсутність плинності при малих та середніх навантаженнях; кращі мастильні та захисні властивості, висока економічність. Саме здатністю утримуватися у відкритих та слабogerметизованих вузлах тертя пояснюється широке поширення пластичних мастил. Їх використовують там, де неможливо використовувати рідкі оливи. Число механізмів і вузлів тертя, що змащуються пластичними мастилами, на порядок більше, ніж ті, що змащуються оливою. Застосування мастил замість олив дозволяє знизити масу вузла тертя приблизно на 25%. *Недоліки пластичних мастил* - погана охолоджувальна здатність поверхонь, що труться, відсутність вимивання продуктів зносу із зони тертя, складність подачі до вузла тертя.

Пластичне мастило складається з двох компонентів: масляної основи (мінеральної, синтетичної, рослинної або іншої оливи) та твердого загусника (мильного або немилного). Мастила зазвичай містять стабілізатор структури та присадки, нерідко й різні наповнювачі (графіт, дисульфід молібдену, порошкподібні метали або їх оксиди та ін.). Загущувач утворює твердий структурний каркас, усередині якого міститься олива. Такі мастила називають *структурованими*. Мастила, у складі яких знаходяться м'які метали або їх оксиди, називають *шокуючими*. Вміст загусника в мастилах становить 10...20%. Найбільш поширені загусники – металеві мила високомолекулярних жирних кислот або природних жирів. Використовуючи ці загусники, отримують мильні мастила.

Існують також вуглеводневі, бентонітові, силікагелеві та інші мастила, в яких загусником служать тверді вуглеводні та неорганічні речовини. Це так звані немильні мастила. Широко поширені тверді мастила, які використовують при високих температурах та тисках. До них відносяться і антифрикційні мастила, що складаються з двосірчистого молібдену, сполучної речовини та летючого розчинника. Таке мастило наносять на поверхню деталей та нагрівають її. Розчинник випаровується, а на поверхні деталі залишається міцна плівка, що оберігає її від зносу при роботі. Тверді мастила працездатні за нормальної температури 250...350°C.

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ

Основні експлуатаційні властивості пластичних мастил – межа міцності на зсув, в'язкість, механічна стабільність, термічна стабільність та термозміцнення, колоїдна та хімічна стабільність, водостійкість та здатність запобігати фреттингу. Поряд із реологічними характеристиками (міцнісними та в'язкісними) важливе значення для оцінки якості мастила мають *трибологічні характеристики – навантаження та навантаження зварювання*.

Межа міцності на зсув характеризується мінімальною напругою зсуву, при якому в пластичному мастилі руйнується структурний каркас і вона набуває плинності. *Межею міцності на зсув пластичного мастила називається критичне значення сили, віднесене до одиниці площі зсуву шарів мастила*.

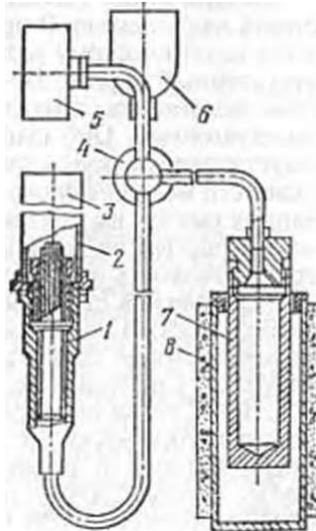
Значення межі міцності на зсув визначається якістю загусника та його концентрацією в пластичному мастилі. Межа міцності залежить від температури: при підвищенні температури вона знижується. Однак у деяких мастил (наприклад, комплексних кальцієвих, силікагелевих) спостерігається протилежне явище – підвищення межі міцності із збільшенням температури. Температура, при якій межа міцності стає рівною нулю, є справжньою температурою переходу мастила з пластичного стану в рідке, обмежуючи застосування пластичного мастила. Чим вище межа міцності на зсув пластичного мастила, тим краще воно утримується на поверхні і менше стікає.

У таблиці 1 вказано значення межі міцності на зсув деяких пластичних мастил.

Таблиця 1 – Межі міцності на зсув пластичних мастил

Мастило	Значення межі міцності на зсув, Па, при температурі	
	20°C	50°C
Солідол С	300...700	200...350
Прес-солідол С	70...200	60...180
Графітне	300...700	200...300
Літол-24	500...1000	400...600
Фіол-1	≥250	200...250
ЦИАТИМ-221	250...450	120...300
ЦИАТИМ-201	350...500	250...350
Мастило № 158	150...500	150...300

Межу міцності на зсув пластичного мастила визначають на пластометрі К-2 (рис. 1), який складається з основи зі стійкою, по якій вертикально переміщується електропіч 7 з оливою, манометра 5, воронки 6 (для додавання оливи в прилад) і крана 4 (для поєднання воронки із внутрішньою порожниною приладу).



1 - корпус; 2 - оправка; 3 - захисне скло; 4 - кран; 5 - манометр;
6 - воронка; 7 - ємність для оливи; 8 – електропіч.

Рисунок 1 – Пластометр К-2

Корпус 1 пластометра трубкою з'єднаний із внутрішньою порожниною приладу. Всі внутрішні порожнини приладу К-2, включаючи манометр, заповнені малов'язкою оливою з метою повного витіснення повітря.

Межу міцності (Па) випробуваного пластичного мастила обчислюють за формулою:

$$\tau = \frac{100000 \cdot p r}{2l},$$

де p – максимальний тиск, що визначається за манометром 5 (см. рис. 1); r та l – радіус та довжина капіляра. Зазвичай $l = 5$ см або $l = 10$ см.

Перемішаним мастилом заповнюють обидві половинки жолоба капіляра, і вставляють його в оправку 2. Пластомір заповнюють оливою, для чого відкривають кран 4 воронки 6 і тримають його відкритим доти, поки рівень оливи в корпусі не досягне верхнього обрізу буртика оправки 2. Включають електропіч, що обігріває резервуар з оливою, за манометром контролюють зростання тиску. Після того як тиск в системі, досягнувши деякого максимуму, починає знижуватися, вимикають електропіч, відкривають кран 4 лійки 6 і повільно виймають оправку 2 з капіляром з корпусу 1, після чого кран закривають.

У момент закінчення дослідів з капіляра видавлюється мастило.

В'язкість мастила – змінна величина, яка залежить від температури та швидкості деформації. В'язкість мастила тим менше, чим вище температура та швидкість деформації. Після руйнування структурного каркаса мастило починає текти подібно до рідини. Чим більша швидкість деформації при постійній температурі, тим швидше зменшується в'язкість і збільшується плинність мастила. Оскільки в'язкість мастила залежить від швидкості руйнування її структурного каркасу, введено поняття «ефективна в'язкість». Під ним мається на увазі в'язкість ньютонівської рідини, яка при даному режимі течії чинить такий же опір зсуву, як і мастило.

В'язкість мастила залежить також від виду та концентрації загусника, а від в'язкості залежить прокачування мастил, витрати енергії на відносне переміщення змащених деталей, особливо в пусковий період. З двох мастил якіснішим вважається те, у якого при однакових значеннях межі міцності в'язкість менша.

Динамічна в'язкість пластичного мастила при мінімальній робочій температурі та швидкості деформації 10^{-1} с не повинна перевищувати 1500...2000 Па·с.

Механічна стабільність – це здатність мастила протистояти руйнуванню. У процесі роботи мастила постійно піддаються механічному впливу, внаслідок чого руйнується їх структурний каркас. При відпочинку структурний каркас мастила мимоволі відновлюється. Ця властивість мастила називається **тиксотропною**. Вона суттєво залежить від типу та концентрації загусника, хімічного складу оливи, температури мастила, інтенсивності механічного впливу. При тиксотропних перетвореннях мастил їх показники якості (насамперед міцності) не повинні змінюватися. У неробочому стані вузла тертя в'язкість та межа міцності не змінюються або зростають.

Термічна стабільність та термозміцнення. Під термічною стабільністю розуміють здатність мастил зберігати свої експлуатаційні властивості без зміни за підвищених температур. Властивості більшості мастил при нагріванні їх на 50...100°C нижче за температури плавлення і при подальшому охолодженні практично не змінюються. Однак у деяких мастил після нагрівання та подальшого охолодження підвищуються щільність, межа міцності та в'язкість, аж до втрати пластичності. Термозміцнення негативно позначається на експлуатаційних властивостях мастил, оскільки термозміцнені мастила перестають надходити до робочих поверхонь у зв'язку з великими значеннями межі міцності і в'язкості.

Термозміцнення пластичного мастила оцінюють, вимірюючи межу міцності перед витримкою її при підвищеній температурі та після неї. При зберіганні та застосуванні мастил з них може випаруватися рідка олива. Випарюваність дисперсного середовища (оливи) визначає термін служби мастила. Допустима швидкість випаровування оливи з одиниці поверхні мастила становить близько 10^{-7} г/(см²·с).

Температура краплепадіння – це температура, за якої мастило з пластичного (напівтвердого) стану перетворюється на рідке. Плавлення пластичних мастил супроводжується значною зміною їх властивостей. При визначенні тем-

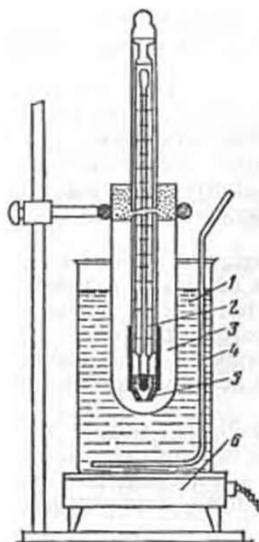
ператури краплепадіння пластичне мастило, нагріте в спеціальному приладі, розм'якшується до такого стану, при якому відбувається утворення рідкої краплі і її падіння.

За температурою краплепадіння мастила (табл. 2) можна приблизно оцінити його працездатність при підвищеній температурі. Для надійного змащування вузлів тертя необхідно, щоб їхня робоча температура була на 10...20°C нижче, ніж температура краплепадіння пластичного мастила.

Таблиця 2 – Температура краплепадіння пластичних мастил

Мастило	Температура краплепадіння, °C
Солідол С	85...105
Прес-солідол С	85...95
Графітне	77...85
Літол-24	≥ 185
Фіол-1	≥ 185
ЦИАТИМ-221	≥ 200
ЦИАТИМ-201	≥ 175
Мастило № 158	≥ 132

Прилад для визначення температури краплепадіння пластичних мастил показаний на рисунку 2. При цьому використовують стандартний термометр типу Уббелоде. У нижній частині термометра 2 змонтована металева гільза, яку нагвинчується металева трубка з отвором. В отвір вставляють капсуль (чашечка) 5 стандартних розмірів. Термометр фіксують у пробірці 3 за допомогою пробки. Пробірку розміщують на штативі і вставляють в склянку-лазню 1, яку заливають водою або гліцерином. 4 - мішалка.



1 - стакан з водою або гліцерином; 2 - спеціальний термометр з гільзою;
3 - пробірка; 4 - мішалка; 5 - капсуль для досліджуваного мастила; 6 - електроплитка.

Рисунок 2 – Прилад для визначення температури краплепадіння

Випробовуване пластичне мастило щільно накладають шпателем в капсуль, стежачи за тим, щоб на поверхні не було бульбашок повітря. Потім капсуль вставляють в гільзу термометра так, щоб верхній край її упирася в буртик гільзи. При цьому нижнім кінцем термометра видавлюється через отвір надлишок мастила. На дно сухої чистої пробірки кладуть кружок білого паперу і поміщають термометр в пробірку таким чином, щоб нижній край капсуля знаходився на відстані 25 мм від кружка. Потім пробірку з термометром поміщають у лазню. Гліцерин використовують для мастил із температурою краплепадіння вище 80°C. Воду або гліцерин підігривають таким чином, щоб після досягнення температури на 20°C нижче очікуваної температури краплепадіння швидкість нагрівання становила 1°C за хвилину.

За температуру краплепадіння випробованого пластичного мастила приймають температуру, при якій падає перша крапля або dna пробірки стосується стовпчик мастила, що виступав з отвору капсуля.

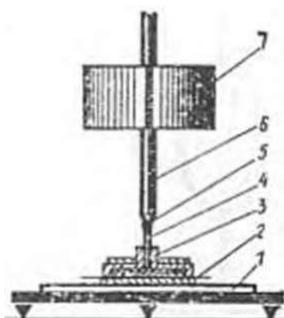
Колоїдна стабільність характеризує можливість виділення дисперсійного середовища (оливи) з мастила при зберіганні та експлуатації. Кількість оливи, що виділяється, збільшується при підвищенні температури і тиску. На виділення оливи з мастила впливає додаток до неї одностороннього навантаження, наприклад, відцентрових сил і тисків. З підвищенням температури колоїдна стабільність погіршується внаслідок зменшення в'язкості дисперсійного середовища.

Пластичні мастила повинні виділяти невелику кількість оливи при випробуванні у певних стандартних умовах. Надмірно стабільні мастила погано змащують вузли тертя. Особливо важливо виділення деякої кількості оливи з мастила для запобігання інтенсивному зношуванню деталей у момент зрушення з місця автомобіля.

Поява шару оливи, що лежить на поверхні мастила при зберіганні (явище синерезису) свідчить про «старінні» мастила, тобто погіршення його експлуатаційних властивостей. Такі мастила треба використовувати в першу чергу. Колоїдна стабільність зростає зі збільшенням кількості загусника в мастилі і зменшується зі зниженням в'язкості мінеральної оливи. Мастила з низькою колоїдною стабільністю (наприклад, мастило ЦИАТИМ-201) розфасовують у дрібну тару.

Колоїдну стабільність визначають у приладі КСА (рис. 3) при заданих навантаженнях, часі та температурі. Прилад КСА складається з штатива і плити 1. На стійці штатива укріплений кронштейн, в якому розміщений шток 6 для кріплення вантажу 7. Металева кулька 5 служить для передачі тиску на поршневий хвостовик. На плиту 1 встановлюють чашечку 3 для випробованого мастила, в яку вставлений поршень 4. Маса штока, кульки, поршня і вантажу становить 1 кг.

Чашечку з поршнем зважують на аналітичних вагах, потім у неї вмазують шпателем випробовуване мастило, зважують і обчислюють масу мастила, взятого на випробування. Один кружок фільтрувального паперу змочують оливою і зважують. Скло зі стопкою фільтрувального паперу (7...9 кружків) поміщають на столику штатива. На мастило в чашці кладуть просочений оливою кружок фільтрувального паперу так, щоб між папером і мастилом не було порожнеч, і ставлять чашку на стійку фільтрувального паперу, покладену на скло.



1 - плита; 2 - фільтрувальна бумага; 3 - чашечка;
4 - поршень; 5 - кулька; 6 - шток; 7 - вантаж.

Рисунок 3 – Робоча частина приладу КСА для визначення колоїдної стабільності

Натискаючи пускову кнопку, звільняють шток і опускають його до зіткнення з кулькою. Потім на шток надягають вантаж, знову натискають кнопку пуску і відзначають час початку випробування. Після закінчення 30 хв зважують чашку з мастилом і кружечком фільтрувального паперу.

Кількість оливи (%), що виділилася після відпресування пластичного мастила, характеризуватиме його колоїдну стабільність. Чим більша кількість оливи відпресовується з пластичного мастила, тим нижче її колоїдна стабільність (табл. 3).

Таблиця 3 – Пенетрація та колоїдна стабільність пластичних мастил

Мастило	Число penetрації при 25°C	Колоїдна стабільність, %
Солідол С	260...310	5
Прес-солідол С	310...340	10
Графітне	250...280	5
Літол-24	220...250	12
ЦИАТИМ-221	280...320	7
ЦИАТИМ-201	265...310	26
Мастило № 158	310...340	23

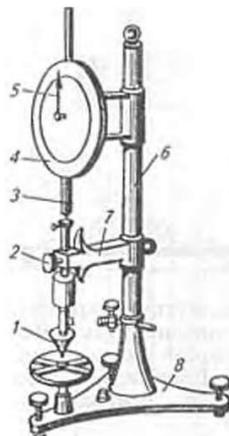
Пенетрація (проникнення) характеризує консистенцію чи ступінь м'якості пластичних мастил. Пенетрацію визначають на лабораторному пенетрометрі ЛП по глибині занурення в випробуване мастило стандартного за формою і масою тіла (конуса або голки) протягом 5с при заданому навантаженні та температурі. Число penetрації виражають у цілих числах, рівних глибині занурення конуса або голки в мастило в міліметрах, помножених на 10.

Зміна penetрації пластичних мастил при зберіганні в умовах експлуатації вказує на зміну її структури. Таке змащення необхідно швидше використовувати.

Числа penetрації при 25°C для деяких пластичних мастил, що застосовуються в автомобільному транспорті, наведені в таблиці 3.

Лабораторний пенетрометр ЛП (рис. 4) складається зі штатива 6 і плити

8, де встановлено столик, положення якого по висоті можна регулювати. У плиті вмонтовано круглий рівнемір. На штативі укріплений кронштейн 7 з плунжером, індикатор 4 та дзеркало (на рисунку не показано). Плунжер вільно переміщується по направляючій втулці кронштейна і фіксується за допомогою затискача. Пускова кнопка 2 служить для звільнення плунжера. До плунжера прикріплені конус 1 або голка з вантажем. Індикатор складається з кремальєри 3, яка входить у зачеплення із шестернею. Вісь шестерні з'єднана зі стрілкою 5.



1 - конус; 2 - пускова кнопка; 3 - кремальєра; 4 - індикатор;
5 - стрілка; 6 - штатив; 7 - кронштейн; 8 - плита.

Рисунок 4 – Пенетрометр

Склянку з випробуваним мастилом поміщають на столик. За допомогою затискача переміщують кронштейн по стійці так, щоб наконечник конуса 1 торкнувся поверхні мастила. Кремальєру 3, зі сферичним наконечником, перед вимірюванням підводять до встановленого і зафіксованого затискачем плунжера, після чого стрілку 5 індикатора встановлюють на нуль за шкалою (360 поділів ціною 0,1 мм). Потім одночасно включають секундомір і натискають кнопку пуску 2. Конус вільно занурюється в мастило протягом 5с, після чого відпускають кнопку, припиняючи занурення. За індикатором визначають глибину занурення конуса в десятках частках міліметра.

Хімічна стабільність – це стійкість мастил проти окислення при зберіганні та експлуатації. Окислення мастил знижує їх антикорозійні та міцнісні властивості, погіршує колоїдну стабільність, мастильну та захисну здатність. При підвищенні температури окислення мастил прискорюється.

На хімічну стабільність мастил впливають вид загусника та якість дисперсійного середовища. Хімічна стабільність більшості неорганічних та органічних мастил вища, ніж мильних. У мильних мастил окисленню піддаються олива і загусник. Мила деяких металів (наприклад свинцеві) є сильними каталізаторами окислення.

Хімічна стабільність дуже важлива для довгопрацюючих та «вічних» мастил, що заправляються у вузли тертя один-два рази протягом 10...15 років або один раз за весь період експлуатації, а також мастил, що працюють за температур вище 100°C. Поява твердої корки на поверхні мастила при зберіганні свід-

чить про його глибоке окислення. Таке мастило непридатне до експлуатації.

Сучасні мастила готують з високоякісних олив та хімічно стійких загусників з додаванням антиокислювальних присадок та дезактиваторів металів.

Вологостійкість насамперед важлива для мастил, що працюють у негерметизованих вузлах тертя або контактують із водою. Мастила не повинні змиватися водою або змінювати свої властивості при попаданні в них вологи. При оцінці вологостійкості беруть до уваги гігроскопічність мастил. Властивості обводнених мастил погіршуються.

Вологостійкість мастил залежить головним чином від виду загусника. *Основна* маса мастил вологостійка. Низьку вологостійкість мають натрієві мастила, підвищену – консерваційні (захисні), високу – літієві.

Протизадирні властивості пластичних мастил обумовлені їх здатністю запобігати задирам і заїданням поверхонь, що труться, при високих навантаженнях. При зростанні швидкості ковзання збільшується зношування деталей і зменшується ефективність протизадирної дії мастил. Для підвищення протизадирних властивостей мастила додають присадки. При високих контактних напругах (до 500 кН) застосовують присадки з антифрикційними добавками типу дисульфиду молібдену або графіту.

Консерваційні властивості пластичних мастил забезпечують їхню здатність захищати металеві поверхні від впливу вологи та кисню. Шкідливий вплив атмосфери значно зростає у промислових зонах країни через присутність у повітрі сірчистого газу та інших активних сполук. Пластичні мастила значно перевершують за консерваційними властивостями мінеральні оливи. Шар мастила товщиною в соті частки міліметра протягом багатьох місяців запобігає корозії металів в умовах 100% вологості.

Здатність запобігати фреттингу пов'язана з легкістю проникнення пластичного мастила до поверхонь тертя. **Фреттинг або фреттинг-корозія** – це особливий вид зношування, пов'язаний циклічними, невеликими за величиною зсувами поверхонь, що труться. При коливальному русі підшипників у місцях контакту кульки з доріжкою кочення утворюється оксид заліза, що призводить до появи виразок цих поверхнях. Фреттинг посилюється зі зростанням навантаження, частоти та амплітуди коливань. Однак при підвищенні амплітуди коливань покращується надходження мастильного матеріалу в зону тертя і зношування знижується. Мастило легко проникає в зону тертя по шорстких поверхнях, що перетинаються, і мікроканавкам.

КЛАСИФІКАЦІЯ І МАРКУВАННЯ МАСТИЛ

Групи мастил

Пластичні мастила за призначенням ділять на чотири групи: антифрикційні, консерваційні, канатні, ущільнювальні (ГОСТ 23258-78).

Антифрикційні мастила призначені для зниження зносу та тертя ковзання сполучених деталей. Мастила цієї групи ділять на кілька підгруп: звичайного призначення для звичайних температур (робочі температури до 70°C); загального призначення для підвищених температур (до 110°C); багатоцільові (при робочих температурах від -30 до +130°C та для умов підвищеної вологос-

ті); термостійкі (робочі температури 150°C та вище); морозостійкі (робочі температури –40°C та нижче); протизадирні та протизносні (для підшипників ковчання при контактних напругах вище 2450 МПа та підшипників ковчання при питомих навантаженнях вище 147 МПа); хімічно стійкі (для вузлів тертя, які працюють у агресивних середовищах); приладові; редукторні (трансмісійні); приробіткові (дисульфідмолібденові, графітні та інші пасти); вузькоспеціалізовані (задовольняють додаткові вимоги для вузлів тертя); брикетні.

Консерваційні мастила призначені для запобігання корозії металевих виробів та механізмів при зберіганні, транспортуванні та експлуатації.

Канатні мастила використовують для запобігання зносу та корозії сталевих канатів, тросів, органічних сердечників сталевих канатів.

Ущільнювальні мастила призначені для герметизації зазорів, полегшення складання та розбирання арматури, для сальникових пристроїв, різьбових, роз'ємних та будь-яких рухомих з'єднань, у тому числі вакуумних систем. Ущільнювальні мастила ділять на арматурні, різьбові та вакуумні.

Маркування мастил

Умовне позначення кожного мастила складається з його найменування (солідол, літол, графітне і т.д.) та індексів, що в короткій формі повідомляють про призначення мастила, його характеристику та склад. Індексне позначення складається з п'яти літерних та цифрових індексів, розташованих у наступному порядку: показник групи або підгрупи відповідно до призначення мастила; загусник; температурний інтервал застосування; дисперсійне середовище; консистенція мастила. Деякі індекси можуть бути пропущені. У марку мастила можуть бути введені індекси «г, д, с» та інші, що позначають тверді добавки відповідно графіту, дисульфиду молібдену, свинцю та ін.

Тип загусника (індекс) позначають буквами алфавіту (табл. 4).

Таблиця 4 – Індекс типу загусника

Загусник	Індекс	Загусник	Індекс
Мило:	М	Органічні речовини:	О
алюмінієве	Ал	пігменти	Пг
барієве	Ба	полімери	Пм
кальцієве	Ка	уреати	Ур
літієве	Лі	фторвуглеводи	Фу
натрієве	На	Неорганічні речовини:	Н
свинцеве	Сн	глини (бентонітові)	Бн
цинкове	Цн	сажа	Сж
комплексне	к	силікагель	Си
суміш мил	М1 - М2	Вуглеводні тверді	Т

Комплексне мило позначають малою літерою "к", після якої вказують індекс відповідного мила, наприклад кКа, кБа. Суміш двох і більше загусників позначають складовими індексами: Ка-Іа, Лі-Ба і т.д., причому на першому місці ставлять індекс загусника, що входить до складу мастила у більшій кількості.

Індекси М, О, Н, що означають загусник (відповідно мило, органічні речовини та неорганічні речовини), ставлять у тих випадках, коли загусник не передбачений переліком.

Температурний інтервал застосування позначають дробом, цифри якого відповідають температурі, зменшеною в 10 разів. Наприклад, 3/13 означає, що це мастило може працювати в інтервалі температур від -30 до $+130^{\circ}\text{C}$. Мінімальною вважають температуру, за якої в'язкість мастила не перевищує $2000 \text{ Па}\cdot\text{с}$. Тип дисперсійного середовища позначають наступними індексами: нафтова олія – н, синтетичні вуглеводні – у, складні ефіри – е, фторсилоксани – ф, кремнійорганічні рідини – к, галогенвуглецеві рідини – ж, перфторалкилполіефіри – а, інші оливи та рідини – п.

Наявність у мастилi твердих добавок позначають літерами: графіт – г, дисульфід молібдену – д, порошки свинцю – с, порошки міді – м, порошки цинку – ц. Інші тверді добавки – т.

Суміш двох і більше олив позначають індексом (ПК, уе та ін), причому на першому місці ставлять індекс оливи, що входить до складу дисперсного середовища у більшій кількості. Індекс «п» застосовують, коли синтетична або інша олива, що входить до складу дисперсного середовища, відсутня в переліку. При виготовленні мастила на нафтовій оливі індекс "н" не вказують. Його вводять у марку при позначенні мастила із суміші нафтової та будь-якої іншої оливи.

Клас консистенції пластичного мастила позначають арабською цифрою. За кількістю penetрації мастил присвоєно 9 класів консистенції (табл. 5).

Таблиця 5 – Пенетрації мастил в за залежності від класу консистенції

Число penetрації при 25°C	Клас консистенції
400...430	00
335...385	0
310...340	1
265...295	2
220...250	3
175...205	4
130...160	5
85...115	6
Нижче 70	7

Приклади позначення трьох мастил та їх розшифрування:

Мастило МЛі4/13-3,

де М – багатоцільове мастило; Лі – загусник – літієве мило; 4/13 – температурний діапазон застосування від -40 до $+130^{\circ}\text{C}$; 3 клас консистенції (пенетрація при 25°C становить 220...250);

Мастило СКа2/7-2,

де С – антифрикційне мастило загального призначення, що застосовується при температурі до 70°C (солідол); Ка – загусник – кальцієве мило; 2/7 – рекомендований температурний діапазон застосування від -20 до $+70^{\circ}\text{C}$ (в'язкість

мастила при -20°C близька до $2000 \text{ Па}\cdot\text{C}$); індекс дисперсійного середовища відсутній, отже мастило виготовлене на нафтовій оливі; 2 – клас консистенції мастила (пенетрація при 25°C становить 265...295);

Мастило КТ6/5к-г4,

де А – канатне мастило; Т – загусник – тверді вуглеводні; 6/5 – температурний інтервал експлуатації від -60 до $+50^{\circ}\text{C}$; ко – мастило виготовлене на основі кремнійорганічної рідини; г – як добавка використаний графіт; 4 – клас консистенції мастила (пенетрація при 25°C становить 175...205).

АСОРТИМЕНТ ПЛАСТИЧНИХ МАСТИЛ

Головний компонент мастил – загусник, що визначає їх основні експлуатаційні властивості. У нашій країні виробляють такі типи мастил (по загуснику): мильні (літєві, комплексні літєві, натрієві та натрієво-кальцієві, безводні кальцієві, комплексні кальцієві, алюмінієві та ін), немильні (неорганічні та органічні), вуглеводневі.

Структура випуску пластичних мастил по загуснику визначає рівень їх якості загалом.

Мастила загального призначення для звичайних температур

Солідол синтетичний готують загущенням індустріальної оливи кальцієвими милами синтетичних жирних кислот, одержаних окисленням парафіну. До складу солідолів, крім обов'язкових двох компонентів – дисперсійного середовища (оливи) та дисперсної фази (загусника), входить третій компонент – стабілізатор структури, яким слугує вода. Тому максимальна температура застосування солідолів 65°C . За більш високої температури вони незворотно руйнуються.

Синтетичні солідоли випускають двох марок: солідол С і прес-солідол С. Солідол С заправляють у вузли тертя машин, що працюють за температури до -10°C , а прес-солідол С – за нормальної температури до -30°C . Переваги солідолів – висока вологостійкість та гарні захисні властивості. Солідоли застосовують у складальних одиницях автомобілів, сільськогосподарських машин, та у верстатному устаткуванні. До недоліків солідолів відносяться низькі робочі температури та погана механічна стабільність.

Солідол жировий одержують загущенням кальцієвими милами жирних кислот, що входять до складу природних жирів. Цей солідол випускають двох марок: солідол Ж і прес-солідол Ж. Декілька кращих в'язкісно-температурних характеристик жирових солідолів зумовлюють ширше їх застосування порівняно з синтетичними. Однак у більшості випадків жирові та синтетичні солідоли взаємозамінні. При змішуванні будь-якому співвідношенні жирових і синтетичних солідолів їх експлуатаційні характеристики не погіршуються. Заміник – Літол-24.

Графітне мастило є мазь чорного кольору. Це кальцієве гідратоване мастило з додаванням 10% м'якого лускатого графіту. Незважаючи на погані низькотемпературні властивості, мастило використовують всесезонно у важконавантажених тихохідних механізмах, де збільшення опору, що викликається мастилом, немає практичного значення (у ресорах автомобілів, відкритих шестернях, торсійних підвісках гусеничних машин та ін.). Для точних з'єднань та під-

шипників кочення вона непридатна. Мастило працездатне при температурі – 20...+70°C. Замінники – солідол С, солідол Ж або Літол-24 з додаванням 10% графіту.

Мастила загального призначення для підвищених температур

Консталін (універсальне тугоплавке мастило УТ) випускають двох марок: Консталін-1 і Консталін-2, які відрізняються температурою краплепадіння і числом пенетрації. Жирові консталіни одержують загущенням очищеного або вилуженого мінерального числа натрієвими милами. Їх застосовують для підшипників кочення, що працюють при температурі до 110°C (у ступицях коліс, карданних валах, осях та шарнірах педалей керування, електродвигунах). Замінники – Літол-24, Літол-459/5.

І-13 – суміш нафтових олив низької та середньої в'язкості, загущених натрієвим милом жирних кислот касторової оливи. Містить невелику кількість кальцієвого мила. Мастило працездатне при температурі – 20...+110°C. Його застосовують для змащування підшипників кочення електродвигунів, ступиць коліс застарілих автомобілів. Замінник – Літол-24.

Літин-2 – мінеральна олива, загущена літієвим милом 12-оксистеаринової кислоти та аеросилом. Мастило містить антиокислювальну, протизадирну, протизносну, адгезійну та протикорозійну присадки, має високі трибологічні та адгезійні властивості. Працездатна за температури –40...+120°C. Призначена для змащування голчастих підшипників карданних шарнірів та інших вузлів тертя автомобілів. Замінник – Літол-24.

Багатоцільові мастила

Літол-24 – мастило коричневого або вишневого кольору, що є мінеральною оливою, загущеною літієвим милом стеаринової кислоти. До складу мастила входять в'язкісні та антиокислювальні присадки. Літол-24 має високу вологостійкість і не схильне до тиксотропного термозміцнення. Має високу колоїдну, хімічну та механічну стабільність. Водостійка, не розчиняється у киплячій воді. Працездатна при температурі –40...+120°C.

Мастило використовують у вузлах тертя автомобілів, електричних, дорожньо-будівельних, сільськогосподарських та інших машин, успішно застосовують у голчастих підшипниках карданних шарнірів.

У з'єднаннях, не захищених від бруду та води, недоцільно застосовувати мастило Літол-24, як і інші високоякісні мастила. Літол-24 замінює багато мастил: солідоли, карданну АМ та ін. Якщо Літол-24 використовують у закритих складальних одиницях (ступицях коліс, підшипниках водяних насосів та ін.) замість мастил загального призначення, то терміни проведення мастильних робіт збільшують більш ніж у 2 рази. Замінник – Літол-24РК.

Літол-24РК – суміш мінеральних олив, загущених літієвим милом гідроксистеаринової кислоти. До складу мастила входять антикорозійна, в'язкісна, антиокислювальна та захисна присадки. Мастило водостійке, забезпечує консервацію вузлів тертя протягом 10 років, працездатне при температурі – 40...+120°C. Служить для змащування підшипників кочення та ковзання всіх типів колісних та гусеничних транспортних засобів, електричних машин. Замінник – Літол-24.

ЛКМтраіс-2 – суміш мінеральних олив, загущених комплексним літєвим милом. Водостійка, містить багатофункціональні присадки. Має високу термічну і механічну стабільність, а також хороші антикорозійні та змащувальні властивості. Працездатна за температури $-40...+150^{\circ}\text{C}$, короткочасно до 170°C . Застосовують для змащування вузлів тертя транспортних засобів та промислового обладнання. Замінник – Літол-24.

Таврол-2 – суміш мінеральних олив, загущених літєвим милом жирних кислот. Містить в'язкісні та антикорозійні присадки. Має високу термічну і механічну стабільність. Працездатна при температурі $-40...+150^{\circ}\text{C}$, короткочасно до 170°C . Служить для змащування вузлів тертя транспортних засобів та промислового обладнання. Замінник – Літол-24.

Автомобільні мастила

Фіол-2У – нафтова олива, загущена гідроксистеаратом літія. Містить антиокислювальну присадку та антифрикційну добавку. Має високі антиокислювальні, механічні та колоїдні стабільності, хороші протизносні та протизадирні властивості. Водостійка, працездатна за температури $-40...+120^{\circ}\text{C}$. Застосовують для змащування голкових підшипників карданного валу автомобілів. Замінники – ШРУС-4, мастило №158.

Літол-459/5 – мінеральна олива, загущена літєвими милами стеаринової та 12-гідроксистсаринової кислот. Містить антиокислювальну присадку. Водостійка, працездатна при температурі $-40 ... +120^{\circ}\text{C}$, короткочасно до 130°C . Служить для змащування переривника-розподільника системи запалювання автомобілів.

ЛСЦ-15 – суміш мінеральних олив, загущених літєвим милом кислот гідрованої касторової оливи. Містить антиокислювальну та в'язкісні присадки та оксид цинку. Має досить хорошу термічну, колоїдну та антиокислювальну стабільність, а також консерваційні та адгезійні властивості. Водостійка, працездатна за температури $-40...+130^{\circ}\text{C}$. Застосовують для змащування шарнірів та осей приводу акселератора, важелів включення, шліцевих з'єднань, механізмів склопідйомників автомобілів. Замінник – Літол-24.

ШРУС-4 – мінеральна олива, загущена гідроксистеаратом літію. Містить антиокислювальну та протизадирну присадки, а також антифрикційні добавки. Водостійка. Має високу механічну та антиокислювальну стабільність, а також протизносні та протизадирні властивості. Працездатна за температури $-40...+120^{\circ}\text{C}$. Призначена для змащування шарнірів рівних кутових швидкостей повнопривідних автомобілів та інших вузлів тертя. Замінник – мастило № 158.

Мастило №158 – мінеральна олива, загущена літєво-кальцієвим милом кислот касторової оливи та каніфоллю. Містить антиокислювальну присадку. Має хорошу антиокислювальну і механічну стабільність, високі протизносні властивості. Водостійкість задовільна. Працездатна при температурі $-30...+110^{\circ}\text{C}$. Призначена для змащування підшипників кочення автотракторного обладнання, підшипників голкових карданних шарнірів непостійної кутової швидкості. Змащення закладають у закриті підшипники (наприклад, у вижимний підшипник зчеплення вантажних автомобілів) і не поповнюють протягом усього терміну їхньої служби. Замінник – ШРУС-4.

Карданне мастило АМ, що отримується загущенням мінеральної та касторової оливи та каніфолі кальцієвим милом, призначене для змащування карданних шарнірів передніх провідних мостів автомобілів. Оскільки це мастило вимивається з вузлів тертя, температурний діапазон застосування від -20 до $+100^{\circ}\text{C}$. Замінники – Літол-24, ШРУС-4.

Приборні та захисні мастила

ЦИАТИМ-201 – приладове мастило, а саме ванілінове приладове масло (МВП), загущене літієвим милом стеаринової кислоти і містить антиокислювальну присадку. Мастило працездатне від -60 до $+90^{\circ}\text{C}$. Її застосовують у підшипниках кочення та ковзання, шарнірах направляючих, вузлах тертя автомобілів та тракторів, що працюють з малим зусиллям зсуву при невисоких навантаженнях.

ПВК – вуглеводневе захисне мастило від жовтого до коричневого кольору, одержуване сплавленням петролатуму з в'язкою залишковою оливою при додатковому введенні 5% церезину та присадки. Мастило використовують для чорних та кольорових металів будь-якої форми та розмірів. Вона має високу водостійкість і стабільність, нерозчинна у воді. Металеві деталі занурюють у розплавлене мастило або ПВК наносять на деталь пензлем, щіткою при температурах не нижче 10°C . Працездатна за температури від -50 до $+45^{\circ}\text{C}$. Термін зберігання деталей, законсервованих цим мастилом, 10 років.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Який склад пластичних мастил?
2. Назвіть експлуатаційні властивості пластичних мастил.
3. На які групи за призначенням ділять мастила?
4. Як позначають пластичні мастила?
5. Розкажіть про склад та сферу застосування солідолів та мастила Літол-24.
6. Яке призначення вуглеводневого захисного мастила ПВК?