

УДК 543.57+621.926

Й.М. Шаповал, В.В. Кочубей*, О.В. Суберляк
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра хімічної технології переробки пластмас,
*кафедра фізичної хімії

ТЕРМІЧНА СТІЙКІСТЬ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРВМІСНИХ МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ РІДИН

© Шаповал Й.М., Кочубей В.В., Суберляк О.В., 2013

Методом дериватографії досліджено термічну стійкість зразків мастильно-охолоджувальних рідин, приготовлених на основі миючого засобу “Gala”. Виявлено вплив полімерних добавок МОР на їх термічну стійкість та проникаючі і миючі властивості.

Ключові слова: термогравіметрія, диференційний термічний аналіз, мастильно-охолоджувальні рідини, полівінілпіролідон, поліакриламід.

The thermal resistance of coolant-lubricant liquid samples made on the basis of “Gala” washing liquid was studied with the help of the derivatography method. The effect of polymer additives on their thermal resistance and penetrating and washing properties was determined.

Key words: thermogravimetric analysis, differential thermal analysis, cooling and lubricating liquids, polyvinylpyrrolidone, polyacrylamid.

Постановка проблеми. Механічне оброблення сучасних сталей та сплавів приводить до виникнення у зоні різання високих температур. Під час різання в “суху”, без використання мастильно-охолоджувальних рідин, температура в мікрооб’ємах у зоні різання іноді досягає

величин, що дорівнюють температурі топлення металу. Тому традиційні мастильно-охолоджувальні рідини (МОР) є невід'ємною складовою технологічного процесу механічної обробки металів [1].

На кафедрі ХТПП впродовж тривалого часу виконують роботи з розроблення нового покоління МОР – полімервмісних, які проявили високу ефективність у разі їх застосування під час механічного оброблення. Сучасні МОР – це складні багатокомпонентні системи. За характером основних компонентів найрозповсюдженішими групами МОР є оливні рідини, водні емульсії мінеральних олив і синтетичні МОР. До складу останніх входять водорозчинні низькомолекулярні та високомолекулярні поверхнево-активні речовини (ПАР), інгібітори корозії, бактерициди, антипірени, антизадири та антизносні присадки, а також вода.

Уведення до складу синтетичних мастильно-охолоджувальних рідин поверхнево активних речовин забезпечує зниження поверхневого натягу, що сприяє покращенню проникливої та миючої здатності МОР, необхідної для ефективного видалення частинок металу із зони різання [2].

На мастильно-охолоджувальну рідину, яка потрапляє в зону різання, окрім чистої неокисненої поверхні оброблюваного матеріалу діють високі температури та тиск. Уведення в МОР високомолекулярних ПАР сприяє зростанню її термічної стійкості та покращенню експлуатаційних характеристик. Це зумовлено тим, що під час деструкції полімеру, дії на нього високих температур, відбувається охолодження МОР і зниження температури в зоні оброблення [3].

Мета роботи полягала у дослідженні впливу природи високомолекулярних сполук на технологічні властивості та термічну стійкість синтетичних мастильно-охолоджувальних рідин.

Методи досліджень та матеріали. Об'єктами дослідження були зразки МОР, основою в яких слугував миючий засіб “Gala” (ТУУ 6 – 00209651, 242 – 2000). Антикорозійною добавкою був триполіфосфат натрію ($\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_9$). Полімерною добавкою, яка входила до складу першої композиції, був поліакриламід (ПАА) молекулярної маси $3 \cdot 10^5$ (ТУ 6 – 01 – 1049 – 92), до складу другої композиції входив полівінілпіролідон (ПВП) молекулярної маси 12600 (МРТУ 8457 – 79).

Оцінку величини поверхневого натягу розчинів компонентів МОР у воді здійснювали за класичним методом відриву кільця (методом Дю-Нуї). Цей метод ґрунтується на вимірюванні максимального зусилля, необхідного для відриву платинового кільця з відомими геометричними параметрами від поверхні рідини. Величину поверхневого натягу досліджуваної рідини розраховували за методикою, наведеною в [4].

Термічну стійкість зразків МОР досліджували на дериватографі Q – 1500 D системи “Паулік – Паулік – Ердей” за методикою [5]. Зразки аналізували в динамічному режимі зі швидкістю нагрівання $5^\circ\text{C}/\text{хв}$ в атмосфері повітря. Маса зразків становила 200 мг. Еталонною речовиною був алюмінію оксид. Чутливість за термогравіметричною шкалою (TG) становила 200 мг, за шкалою диференційного термічного аналізу (DTA) – 250 мкВ, за шкалою диференційного термогравіметричного аналізу (DTG) – 500 мкВ.

Результати та обговорення. Оскільки мірою проникливої здатності рідини може бути її поверхневий натяг, то в роботі було виконано низку досліджень з вимірювання поверхневого натягу водних розчинів основних складових МОР (миючого засобу “Gala”, ПВП, ПАА), взятих за різних концентрацій. Результати досліджень наведено в табл. 1.

Таблиця 2

Залежність поверхневого натягу водних розчинів компонентів МОР від їх концентрацій

Вміст компонентів, %(мас.) Досліджувані рідини	Поверхневий натяг, Н/м				
	0,01	0,1	1	2,5	5
Розчин основи (“Gala”)	0,0655	0,0388	0,0304	–	0,0307
Розчин ПВП	0,0724	0,0668	0,0648	0,0602	0,0587
Розчин ПАА	0,0708	0,0712	0,0728	0,0730	0,0810

На основі проведених досліджень можна стверджувати, що зростання концентрації ПВП у водному розчині від 0,01 % (мас) до 5 % (мас) спричиняє зменшення поверхневого натягу розчину на 19,0 %. Для таких значень концентрацій розчинів ПАА у воді наявність поліакриламідів призводить до збільшення поверхневого натягу розчину на 14,4 %.

Найбільший вплив на значення поверхневого натягу має основа МОР ("Gala"). Із зростанням вмісту миючого засобу "Gala" у водному розчині від 0,01 % (мас) до 1 % (мас) значення поверхневого натягу зменшується удвічі. Подальше зростання концентрації "Gala" у розчині майже не впливає на значення його поверхневого натягу. Тому під час приготування робочих розчинів МОР, вміст у них основи "Gala" був не меншим, ніж 1 % (мас).

Можна стверджувати, що полімерною добавкою, яка найбільшою мірою знижує поверхневий натяг та покращує проникливі властивості МОРЮ, є полівінілпіролідон.

Термограми зразків синтетичних МОР містяться на рис. 1 – 2. Вигляд кривих TG і DTA композицій, розроблених на основі ПВП та ПАА, істотно відрізняється, що свідчить про різний механізм термолізу зразків. Результати обробки даних термічного аналізу зразків синтетичних МОР подані в табл. 2.

Незначну втрату маси зразків, яка спостерігається на кривих TG за низьких температур 125 – 203 °С, можна пояснити виділенням хімічно зв'язаної компонентами композицій води.

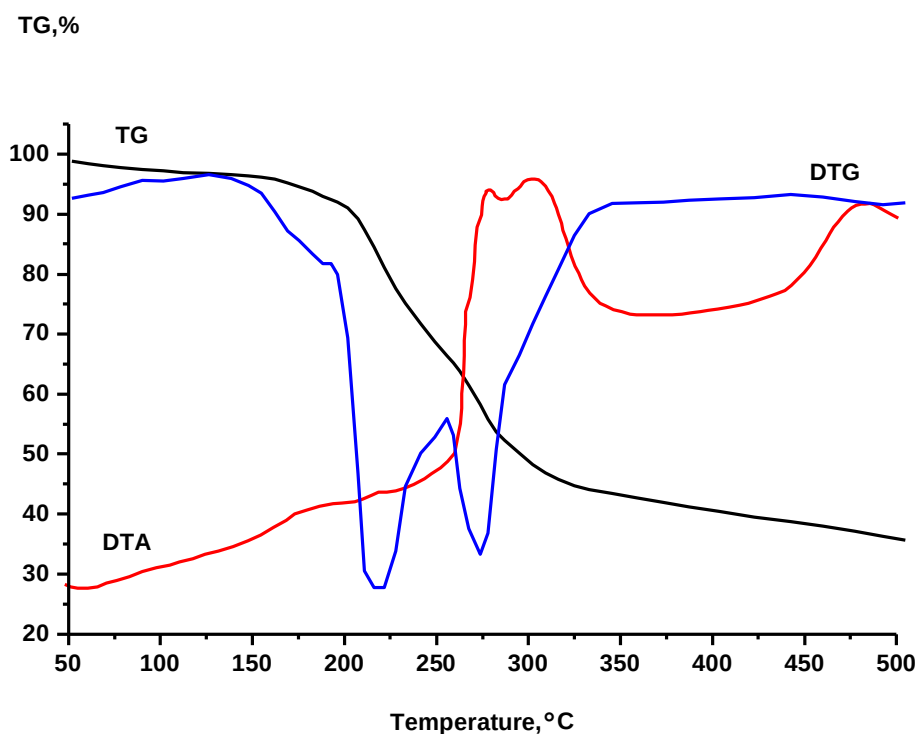


Рис. 1. Термограма синтетичної МОР з полімерною добавкою ПАА

За даними термогравіметрії зразки МОР починають інтенсивно втрачати масу за температур вищих 185 °С. У температурному інтервалі 185 – 247 °С, на другій стадії термолізу, втрату маси зразків можна пов'язати з термодеструкцією компонентів, що входять до складу МОР, яка супроводжується утворенням летких продуктів розкладу та появою ендотермічних ефектів на кривій DTA. Для зразка МОР, до складу якого входив ПВП, ендотермічний ефект деструкції є глибшим, що свідчить про кращу його здатність зменшувати температуру металу в зоні різання.

Третя та четверта стадії термолізу, які відбуваються за температур 235 – 480 °С, супроводжуються появою яскраво виражених екзотермічних ефектів на кривих DTA, що свідчить про термоокисну деструкцію органічної складової МОР. За температур вищих 350 °С для зразка

МОР, полімерною добавкою в якому був ПАА, та за температур вищих 480 °С для зразка МОР, полімерною добавкою в якому був ПВП, на п'ятій стадії термолізу, відбувається згорання піролітичних залишків компонентів МОР.

Таблиця 2

Результати обробки термічного аналізу зразків синтетичних МОР

Зразок МОР	Стадія термолізу	Температурний інтервал, °С	Втрата маси, %
Композиція синтетичної МОР з полімерною добавкою ПАА	I	140 - 202	6
	II	202 – 247	22
	III	247 - 288	18
	IV	288 – 350	10
	V	350 – 550	9
Композиція синтетичної МОР з полімерною добавкою ПВП	I	125 – 185	4
	II	185 -235	16
	III	235 – 350	28
	IV	350 – 480	18
	V	480 – 550	8

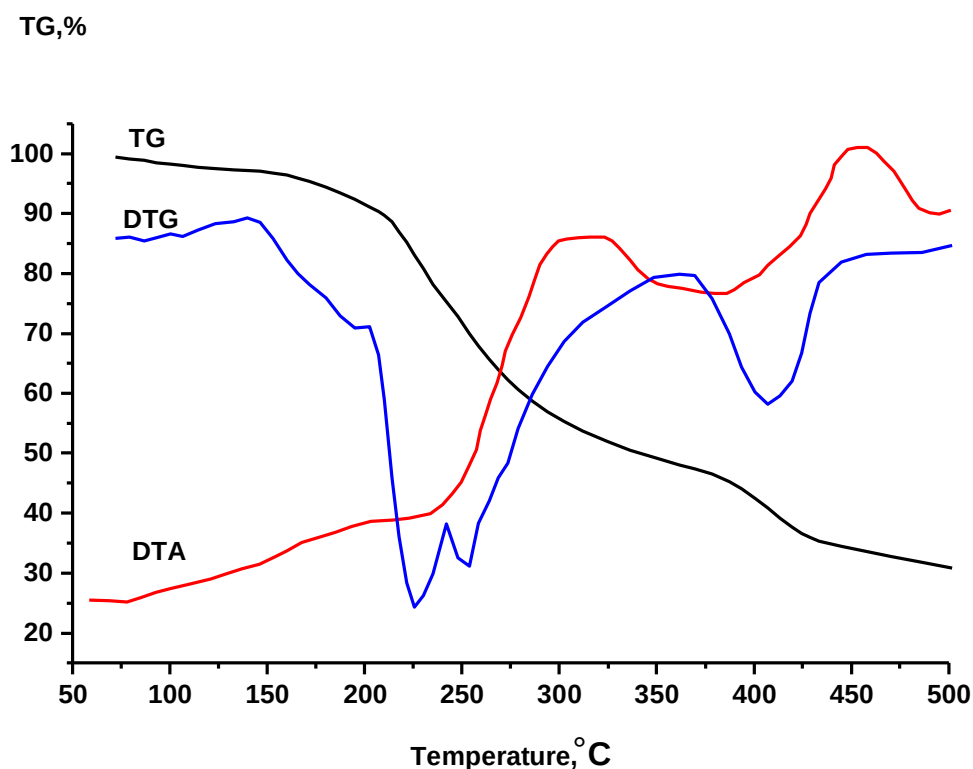


Рис. 2. Термограма синтетичної МОР з полімерною добавкою ПВП

На рис. 3 наведено порівняння кривих ТГ зразків МОР. Зразок композиції, розроблений на основі ПВП, вищої термостійкості. Він менш інтенсивно втрачає масу під час термічної деструкції порівняно із зразком МО, полімерною добавкою в якому був ПАА.

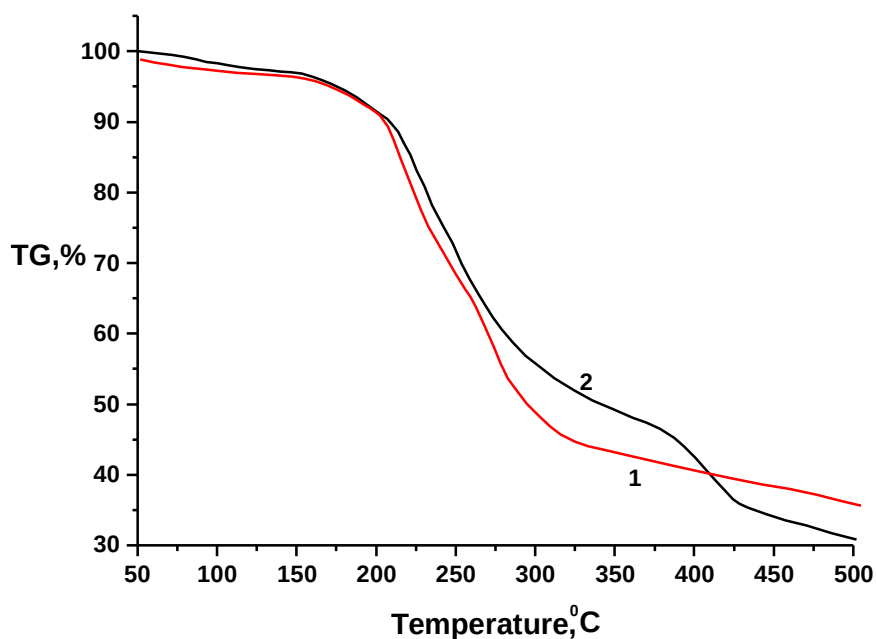


Рис. 3. Термогравіметричні криві зразків: 1 – синтетичної МОР з полімерною добавкою ПАА, 2 – синтетичної МОР з полімерною добавкою ПВП

Висновок. За результатами досліджень можна стверджувати, що зразки синтетичних мастильно-охолоджувальних рідин, основою яких є миючий засіб “Gala”, а полімерними добавками слугують поліакриламід та полівінілпіролідон, різняться різною термостійкістю. Зразок МОР, до складу якого входить ПВП, проявляє кращі експлуатаційні характеристики – вищу термостійкість, охолоджувальну здатність під час розкладу полімерної складової, проникаючі і миючі властивості.

Одержані результати з вивчення властивостей МОР та їх компонентів можна використовувати для створення полімервмісних мастильно-охолоджувальних рідин після оцінки їх ефективності в умовах виробництва.

1. Бердичевский Е.Г. смазочные охлаждающие средства для обработки материалов: справочник. – М.: Машиностроение, 1984. – 224 с.
2. Вейлер С.Я., Корбут В.М., Бартенев Г.М. О методах исследования проникающей способности СОЖ при резании металлов // Физика и химия обработки материалов. – 1980. – № 5. – С. 119 – 123.
3. Сошко А.И. Физико-химическая механика обработки твердых тел в полимерсодержащих смазочно-охлаждающих жидкостях. – Киев: Наукова думка, 1980. – С. 332 – 338.
4. Торопцева А.М., Белгородская К.В., Бондаренко В.М. Лабораторный практикум по химии высокомолекулярных соединений. – Л.: Химия, 1976. – 415 с.
5. Липскис А.Л., Квинкис А.В., Лискис А.М., Мачюлис А.Н. Расчет кинетических параметров термической деструкции полимеров // Высокомолекулярные соединения. – 1976. – Т.(А)XVIII. – № 2. – С. 426 – 431.