

УДК 621.892

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

В. В. СИНИЦЫН, Е. Л. ПОНОМАРЕВА, В. А. ПРОКОПЧУК

# ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСИОННОЙ СРЕДЫ НА ТЕРМОУПРОЧНЕНИЕ Na- И Li-СМАЗОК

(Представлено академиком П. А. Ребиндером 16 III 1970)

Ранее было показано (<sup>1-3</sup>), что некоторые системы мыло — масло под действием высоких температур уплотняются и переходят в состояние хрупкого геля. Термически нестабильные, желатинирующиеся смазки не обеспечивают нормальную работу механизмов, так как затвердевая они перестают поступать в зону трения. До опубликования работ (<sup>1, 2</sup>) систематическое исследование влияния различных факторов и в том числе состава на термоупрочнение пластичных смазок не проводилось.

В этой работе исследовалось влияние дисперсионной среды на термоупрочнение Na- и Li-смазок, загущенных мылами синтетических жирных кислот (с.ж.к.) — фракции C<sub>17</sub> — C<sub>20</sub>. Для приготовления образцов смазок использовались дизельное топливо ДЗ (ГОСТ 4749—49), авиационное

Таблица 1

| №№<br>пп | Состав дисперсионной среды | Кинематич. вяз-<br>кость,<br>сст | Т-ра каплепадения, °С |           |
|----------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------|
|          |                            |                                  | Na-смазки             | Li-смазки |
| 1        | Дизельное топливо (ДТ)     | 4,57                             | 150                   | 186       |
| 2        | 60% ДТ + 40% МК-22         | 18                               | 160                   | —         |
| 3        | 44% ДТ + 56% МК-22         | 57,8                             | 163                   | —         |
| 4        | 23% ДТ + 77% МК-22         | 235                              | 174                   | —         |
| 5        | 16% ДТ + 84% МК-22         | 375                              | —                     | —         |
| 6        | МА-22                      | 1490                             | —                     | 206       |

масло МК-22 и их смеси. Состав дисперсионных сред, их вязкость при 20° и температуры каплепадения приготовленных смазок даны в табл. 1. Более полная характеристика дисперсионных сред приведена в работе (<sup>4</sup>).

Готовое воздушно-сухое мыло в концентрации 10% замешивали в загущаемое масло при комнатной температуре. Мыльно-масляную суспензию нагревали до 210° при непрерывном перемешивании и после полного расплавления мыла расплав сливали для охлаждения слоем 10 мм на противень. Через сутки смазку протирали через металлическую сетку 200 меш. У полученных смазок, имеющих нейтральную реакцию, определяли температуру каплепадения (ГОСТ 6793—53) и предел прочности на сдвиг (*П*) при 20° на ротационном пластометре — прочномере (<sup>5</sup>). Величину *П* измеряли до и после выдержки смазок в датчике прибора.

Результаты изменений пределов прочности после термообработки Na-смазок представлены на рис. 1. У всех систем (кривые 1, 2, 3, 4) за исключением смазки обр. № 5, приготовленной на высоковязкой смеси, содержащей 84% МК-22, с повышением температуры термообработки заметно увеличивается предел прочности. Смазка обр. № 5 имеет полужидкую консистенцию и существенно отличается от обычных пластичных смазок. Попут-

но укажем, что На-смазку на чистом масле МК-22 вообще не удастся получить.

Начало термоупрочнения для каждой системы На-мыло — масло соответствует определенной температуре ( $t_1$ ). Ниже  $t_1$  отсутствует заметное изменение  $\Pi$  в результате термообработки смазки. В случае выдержки при более высокой температуре предел прочности сильно возрастает. Уменьшение вязкости дисперсионной среды повышает  $t_1$ . Если условно принять, что  $t_1$  соответствует повышению  $\Pi$  после термообработки в течение часа на  $10 \text{ Г/см}^2$ , то для смазок обр. №№ 1, 2, 3 и 4 она будет равна соответственно 100, 120, 150 и  $150^\circ$ . Уменьшение вязкости дисперсионной среды приводит также к углублению процесса термоупрочнения. У смазки, приготовленной на дизельном топливе (рис. 1, I), после выдержки при  $150^\circ$  предел

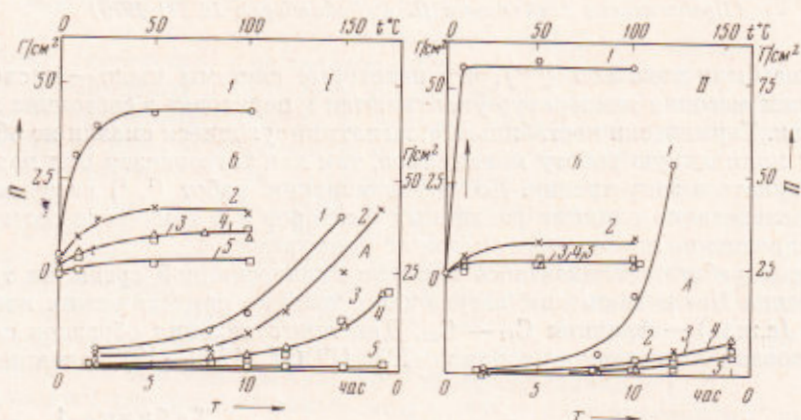


Рис. 1. Влияние температуры (А) и времени (В) термообработки на изменение пределов прочности На-смазок (I) и гомогенизированных На-смазок (II). А — термообработка 1 час., В — выдержка смазок при  $120^\circ$ . Цифры у кривых соответствуют номерам дисперсионных сред в табл. 1.

прочности увеличивается с 5 до  $40 \text{ Г/см}^2$ , а у смазок на значительно более вязких дисперсионных средах (кривые 3 и 4) с 1 до  $12 \text{ Г/см}^2$ .

Практически недопустимо увеличение предела прочности смазок при  $20^\circ$  после их термообработки сверх  $10\text{--}15 \text{ Г/см}^2$ . Поскольку На-смазки применяются (краткосрочные перегревы) при температурах до  $150^\circ$ , опасно брать для их приготовления маловязкие масла ( $v_{20} < 50$  сст). С другой стороны, на вязких маслах ( $v_{20} > 250$  сст) приготовление смазок, загущенных На-мылами с.ж.к., затруднено. Это заставляет рекомендовать для приготовления указанных смазок масла с  $v_{20}$  от 50 до 250 сст.

Влияние времени термообработки на термоупрочнение На-смазок иллюстрируется данными, представленными на рис. 1 (серия кривых В). Как видно, после выдержки смазок при постоянной температуре ( $120^\circ$ ) в течение относительно короткого времени, достаточно для полного прогрева смазки во всем ее объеме, время термообработки перестает влиять на термоупрочнение систем На-мыло — масло.

Большой интерес для выяснения причин усиления термоупрочнения смазок на маловязких маслах представляет сопоставление полученных данных со структурой смазок. Соответствующие электронномикрофотографии представлены на рис. 2, из которого видно, что увеличение вязкости дисперсионной среды приводит к укрупнению мыльных волокон. Уменьшение дисперсности частиц загустителя объясняет снижение загущающего действия мыла и сильное падение пределов прочности у исходных смазок. Одновременно уменьшение дисперсности волокон мыла снижает термоупрочнение смазок. Указанное явление логично связать с уменьшением

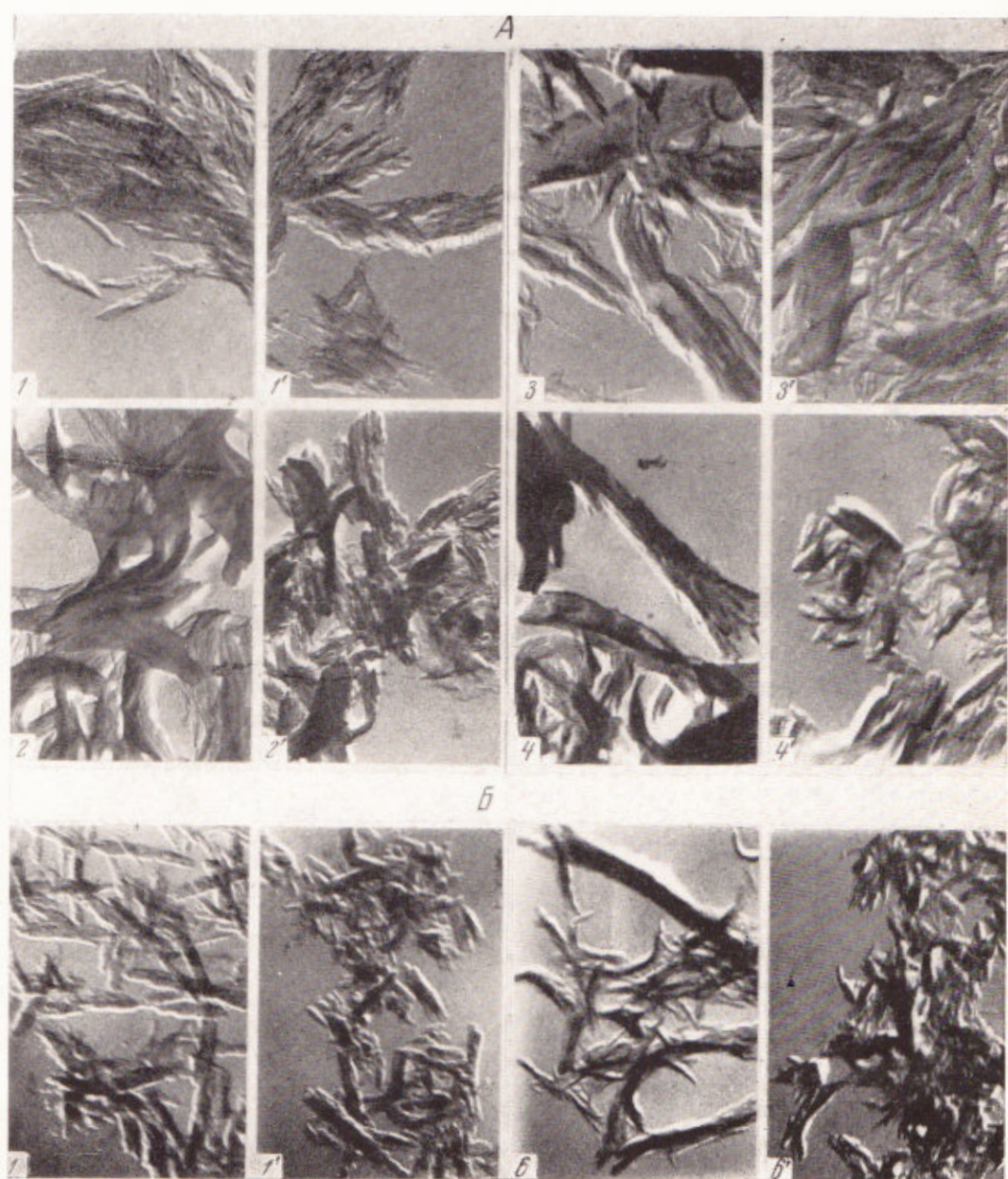


Рис. 2. Структура Na-смазков (А) и Li-смазков (Б): 1, 2, 3, 4, 6 — исходные, 1', 2', 3', 4', 6', — гомогенизированные. Номера фото соответствуют номерам состава дисперсионной среды в табл. 1

числа контактов между частицами дисперсной фазы. Даже при равном упрочнении единичного контакта суммарный эффект будет максимальным для смазок с тонкодисперсной структурой. Заметим здесь также, что идентичная структура смазок обр. №№ 3 и 4 объясняет одинаковую склонность этих смазок к термоупрочнению (см. рис. 1). Не совсем понятной остается, правда, большая склонность к термоупрочнению смазки обр. № 2, близкой по структуре к смазкам обр. №№ 3 и 4.

В процессе работы смазки в узлах трения подвергаются интенсивной деформации, что влияет на их свойства, в том числе и на их склонность к термоупрочнению. В связи с этим изучаемые смазки были подвергнуты интенсивной гомогенизации в ротационном приборе при 20° и скорости деформации 30 000 сек<sup>-1</sup> (°). Результаты изучения влияния температуры и времени термообработки на изменение  $\Pi$  у гомогенизированных Na-смазок представлены на рис. 1Б. Как видно, после гомогенизации склонность к термоупрочнению у смазки обр. № 1, приготовленной на дизельном топливе, заметно возрастает. Напротив, у всех остальных смазок с более вязкими дисперсионными

средами термоупрочнение почти полностью подавляется. Причины этого явления становятся понятными при рассмотрении электронномикротографий, показанных на рис. 2А. В результате интенсивной деформации смазка обр. № 1 сохранила тонкодисперсную игольчатую структуру, а структура у смазок обр. №№ 2', 3', 4' и в меньшей степени 5 после гомогенизации становится практически одинаковой. Для них характерны укороченные широкие волокна мыла, образующиеся при поперечном дроблении более длинных первичных волокон. Малая склонность этих смазок к термоупрочнению, вероятно, связана с достаточно большими размерами и изодиаметричностью частиц дисперсной фазы, снижением числа контактов между ними.

Исследование двух образцов Li-смазок, приготовленных на дизельном топливе и масле МК-22, показало, что эти системы как исходные, так и гомогенизированные (табл. 2) не склонны к термоупрочнению при температурах до 170°, близких к их температуре каплепадения. Выдержка смазок при температуре 120° в течение достаточно длительного времени (до 10 час.) также не изменяет их пределы прочности (табл. 3). Отсутствие склонности к термоупрочнению у всех исследуемых Li-смазок хорошо согласуется с результатами электронномикроскопического исследования их структур. Как у исходных, так и у гомогенизированных смазок структура образована крупными, вытянутыми волокнами.

В заключение необходимо оговориться, что на термоупрочнение Na- и Li-смазок, по-видимому, должна влиять не только вязкость дисперсионной среды, но и ее химический состав. Увеличение концентрации масла МК-22 приводит как к повышению вязкости дисперсионной среды, так и к росту

Таблица 2

Влияние температуры термообработки (выдержка 1 час) на изменение пределов прочности ( $\Gamma/\text{см}^2$ ) исходных и гомогенизированных Li-смазок фракции с. ж. к  $\text{C}_{17}-\text{C}_{20}$

| Дисперсионная среда | 20° | 80° | 100° | 120° | 150° | 170° |
|---------------------|-----|-----|------|------|------|------|
|---------------------|-----|-----|------|------|------|------|

Исходные смазки

|       |     |     |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ДТ    | 5,2 | 6,9 | 6,2 | 7,5 | 7,2 | 7,6 |
| МК-22 | 7,8 | 8,1 | 7,1 | 8,2 | 7,0 | 6,9 |

Гомогенизированные смазки

|       |     |     |     |     |     |   |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| ДТ    | 0,2 | 1,3 | 2,0 | 1,7 | 1,4 | — |
| МК-22 | 0,5 | 1,7 | 1,5 | 1,8 | 1,8 | — |

Таблица 3

Влияние времени термообработки при 120° на изменение пределов прочности ( $\Gamma/\text{см}^2$ ) исходных и гомогенизированных смазок

| Дисперсионная среда | 0 | 1 час. | 5 час. | 10 час. |
|---------------------|---|--------|--------|---------|
|---------------------|---|--------|--------|---------|

Исходные смазки

|       |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|
| ДТ    | 5,2 | 7,5 | 6,2 | 5,2 |
| МК-22 | 7,8 | 8,2 | 2,4 | 3,1 |

Гомогенизированные смазки

|       |     |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|
| ДТ    | 0,2 | 1,7 | 2,1 | 2,6 |
| МК-22 | 0,5 | 1,8 | 2,7 | 1,6 |

содержания асфальто-смолистых и других веществ, которые, очевидно, могут влиять на склонность смазок к термоупрочнению. В дальнейшем этот вопрос должен стать предметом специальных исследований.

Поступило  
2 II 1970

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> В. В. Силицын, Колл. журн., 26, № 2 (1964). <sup>2</sup> В. В. Силицын, Е. Л. Пономарева, К. И. Пеняева, ДАН, 181, № 1, 160 (1938). <sup>3</sup> В. В. Силицын, Тез. докл. V Всесоюзн. конфер. по коллоидной химии АН СССР, 1962, стр. 291. <sup>4</sup> В. В. Силицын, Л. С. Васильева, Химия и технол. топлив и масел, № 9, 50 (1965). <sup>5</sup> В. В. Силицын, А. А. Константинов, Зав. лаб., № 5, 420 (1967). <sup>6</sup> К. И. Климов, Б. Н. Леонтьев, Химия и технол. топлив и масел, № 4 (1958).