

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

**Гаршин Михаил Владимирович**

аспирант

**Килякова Анастасия Юрьевна**

канд. техн. наук, доцент

**Тонконогов Борис Петрович**

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой

**Киприкова Вероника Павловна**

аспирант

ФГБОУ ВПО «Российский государственный

университет нефти и газа им. И.М. Губкина»

г. Москва

### **ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМОЧЕВИННЫХ СМАЗОК**

**Аннотация:** полимочевинные смазки обладают высокой работоспособностью при повышенных температурах, имеют хорошую коллоидную стабильность, устойчивы к воде и пару. Введение в состав смазки добавок улучшает трибологические свойства. В работе использовался метод определения трибологических характеристик на четырехшариковой машине трения по ГОСТ 9490-75. Результаты исследований отражены в таблицах и графиках.

**Ключевые слова:** полимочевинные смазки, добавки к смазкам, дисульфид молибдена, графит, трибологические свойства смазок.

Товарные полимочевинные смазки содержат присадки и наполнители различного назначения. Часто эффективность присадок в них проявляется сильнее, чем в мыльных смазках. Вероятно, это обусловлено лучшими возможностями диффузии присадок между волокнами полимочевинного загустителя, образованных менее полярными, чем мыла, молекулами. Исключение составляют антиокислительные присадки, эффективность которых в полимочевинных смазках не

проявляется в полной мере. Причина этого заключается в отличных антиокислительных свойствах самих полимочевин. Особенно часто в полимочевинных смазках используются противоизносные, противозадирные, антикоррозионные и антиокислительные присадки. Есть и присадки, характерные только для полимочевинных смазок. Например, добавки соединений бора: борированных аминов, щелочных солей борной кислоты- повышают коллоидную стабильность полимочевинных смазок [1].

Наполнителями в широком смысле этого термина называют различные по составу и происхождению твердые порошкообразные материалы, вводимые в технические продукты для улучшения их эксплуатационных свойств, а иногда и из экономических соображений. Рациональный подбор и правильное использование наполнителей во многом определяют надежность и долговечность работы изделий.

Количество наполнителя может колебаться в очень широких пределах, превышая иногда объем и вес основных компонентов. Введение наполнителей в композицию преследует разнообразные цели: увеличение объема или веса изделия, повышение прочности и сопротивления деформациям, приданием материалу термостойкости, повышение химической стойкости, пластичности и электро- и теплопроводности. Иногда наполнитель вводится в систему как разбавитель с целью понижения активности основного компонента. Немаловажную роль играет экономия дорогостоящего или дефицитного компонента за счет наполнителя, не ухудшающего качества материала. Один и тот же наполнитель может применяться для разных целей и нередко выполняет одновременно несколько функций.

Наполнители можно разделить на органические и неорганические. К органическим относятся: волос и пряжа (смазка для подшипников качения), сахароза, декстрин, метил- и этилцеллюлоза, фторопласт, древесная мука, пробка, скорлупа ореха и т.п. К неорганическим: модификации углерода (графит, сажа), силикаты (асбест, слюда, тальк и т.п.), порошкообразные металлы, окиси металлов, карбонаты металлов, сульфиды металлов (в том числе дисульфиды переходных металлов), а также сульфаты металлов.

**Научные исследования: от теории к практике**

Наиболее широкое использование в смазках получили графит, слюда, дисульфид молибдена.

Подбор и выявление оптимальных концентраций наполнителя довольно часто производятся эмпирически, применительно к конкретной ограниченной технической задаче. Отсутствие общих представлений о влиянии наполнителей на структуру и свойства смазок, а также о роли природы наполнителя и его свойств затрудняют определение рациональной рецептуры наполненных смазок и выявление наилучших условий их использования[2]

В рамках данной работы нас интересует влияние наполнителей на трибологические свойства Пм-смазок. Было принято использовать в работе графит и дисульфид молибдена, в виду доступности и хороших результатов применения данных наполнителей с другими загустителями.

Важным аспектом при изучении действия наполнителей на трибологические свойства смазок является влияние концентрации на эти свойства. Этот интерес объясняется не только чисто научными интересами, но и во многом экономическими соображениями, т.к. выбор оптимальных концентраций наполнителя позволит рационально расходовать дефицитное сырье [3].

К полученной полимочевинной (димочевинной) смазке добавляют расчетное количество наполнителя. По известной технологии были приготовлены образцы, в которые с интервалом 2,5% вводились наполнители. В качестве дисперсионной среды использовалось минеральное масло. Составы полимочевинных смазок представлены в таблице 1.

Таблица 1

Состав образцов полимочевинных смазок  
с добавлением наполнителя в готовую смазку

| Сырье:      | Образец №           |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|             | 1                   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   |
|             | Концентрация, % мас |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Амин 1      | 8,4                 | 8,2 | 8,0 | 7,8 | 7,6 | 8,2 | 8,0 | 7,8 | 7,6 |
| Амин 2      | 3                   | 2,9 | 2,8 | 2,7 | 2,6 | 2,9 | 2,8 | 2,7 | 2,6 |
| Диизоцианат | 8,6                 | 8,4 | 8,2 | 8,0 | 7,8 | 8,4 | 8,2 | 8,0 | 7,8 |

|                     |     |     |     |     |      |     |     |     |      |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|
| Минеральное масло   | 80  | 78  | 76  | 74  | 72   | 78  | 76  | 74  | 72   |
| Графит              | –   | –   | –   | –   | –    | 2,5 | 5,0 | 7,5 | 10,0 |
| Дисульфид молибдена | –   | 2,5 | 5,0 | 7,5 | 10,0 | –   | –   | –   | –    |
| Итого:              | 100 | 100 | 100 | 100 | 100  | 100 | 100 | 100 | 100  |

Результаты исследования трибологических свойств полимочевинных смазок с вводом наполнителя в готовую смазку представлены в таблице 2, а также наглядно показаны на рисунках 1–6.

Таблица 2

Сравнение трибологических характеристик полученных образцов смазок

| Образец № | Концентрация наполнителя | Диаметр пятна износа, Ди, мм | Критическая нагрузка, Рк, кгс | Нагрузка сваривания, Рс, кгс |
|-----------|--------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 1         | -                        | 1,08                         | 84                            | 133                          |
| 2         | 2,5% MoS <sub>2</sub>    | 1,02                         | 112                           | 315                          |
| 3         | 5% MoS <sub>2</sub>      | 0,52                         | 112                           | 335                          |
| 4         | 7,5% MoS <sub>2</sub>    | 1                            | 133                           | 355                          |
| 5         | 10% MoS <sub>2</sub>     | 1,16                         | 160                           | 376                          |
| 6         | 2,5% C                   | 1,04                         | 89                            | 299                          |
| 7         | 5% C                     | 0,94                         | 106                           | 299                          |
| 8         | 7,5% C                   | 0,99                         | 112                           | 315                          |
| 9         | 10% C                    | 1                            | 112                           | 335                          |

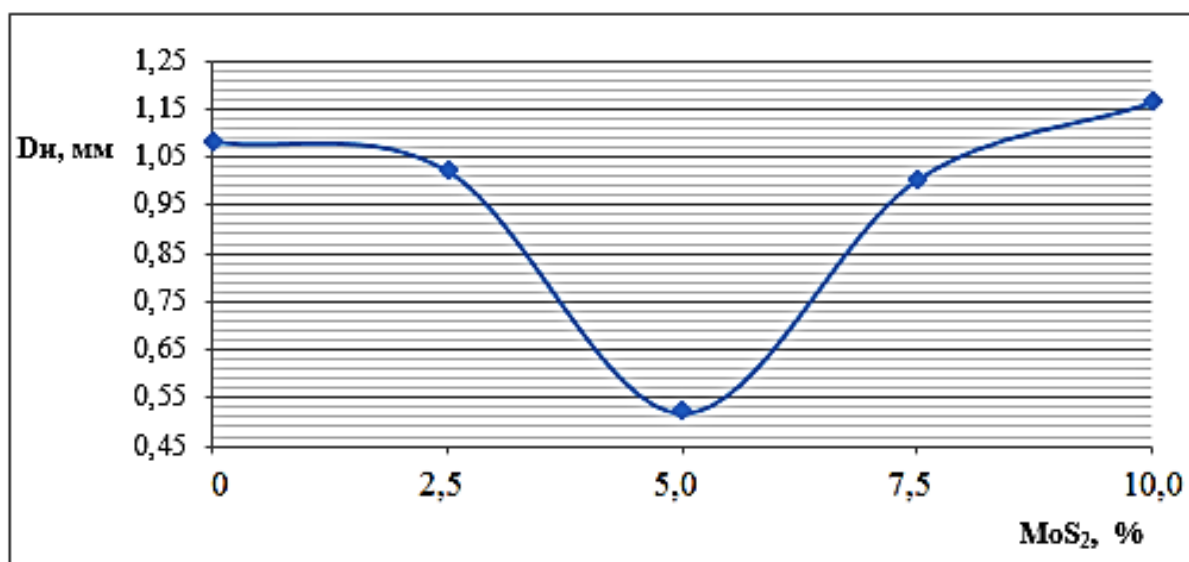


Рис. 1. График зависимости показателя Ди от концентрации MoS<sub>2</sub> в Пм-смазке

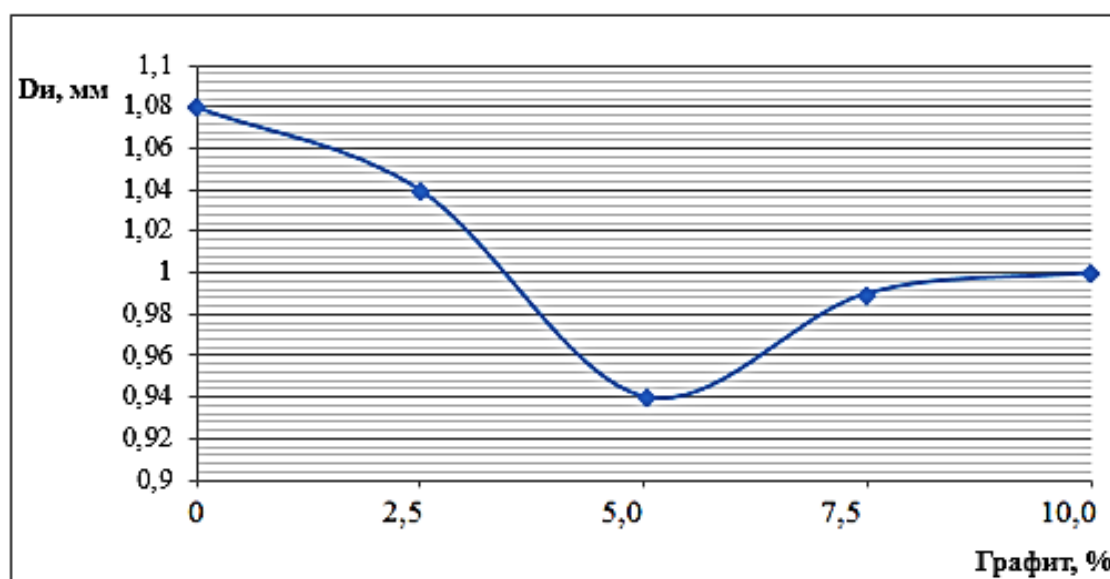


Рис. 2. График зависимости показателя  $D_{и}$  от концентрации графита в Пм-смазке

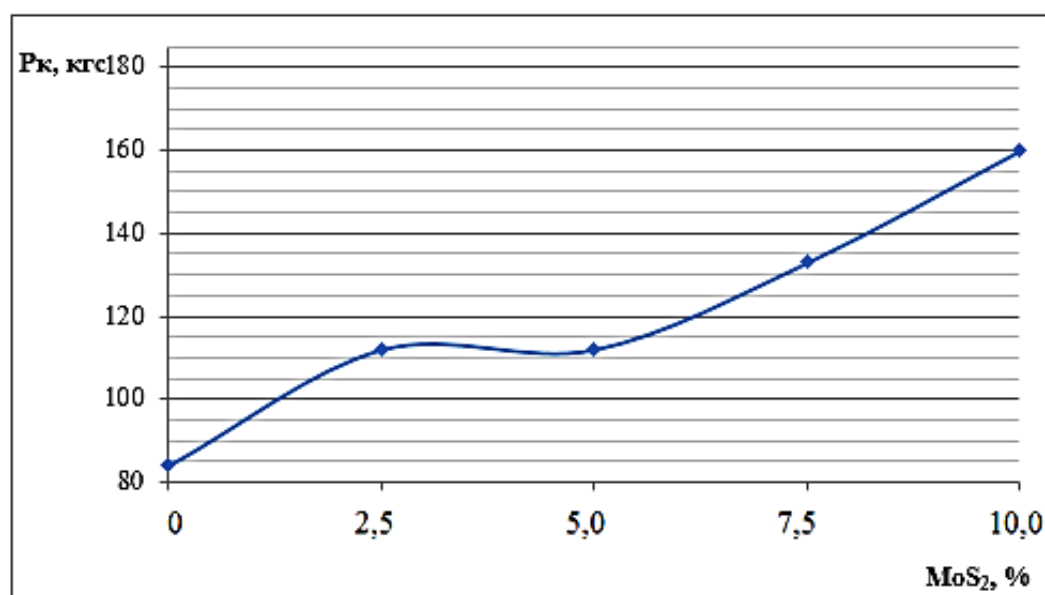


Рис. 3. График зависимости показателя  $R_k$  от концентрации  $MoS_2$  в полимочевинной смазке

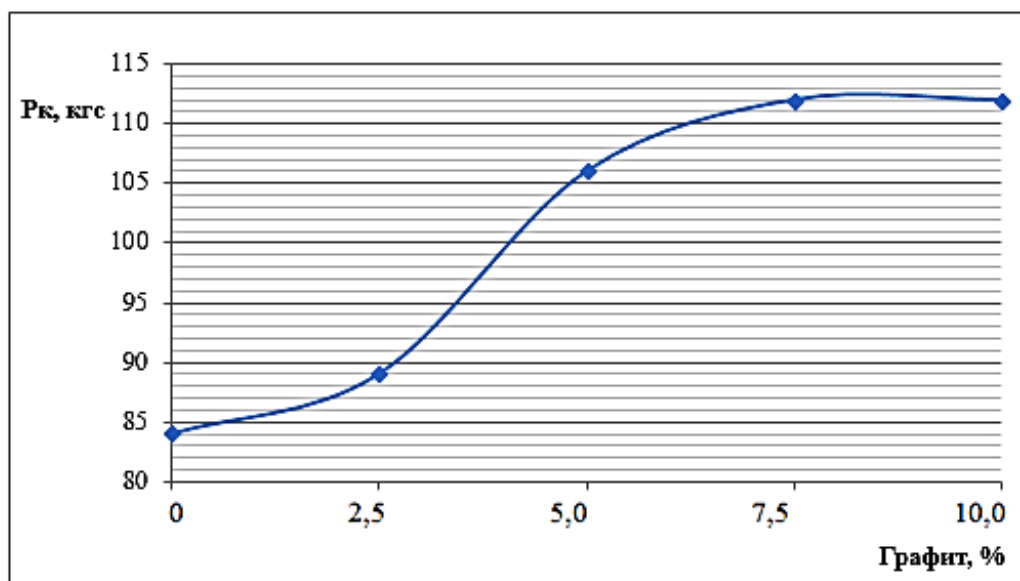


Рис. 4. График зависимости показателя  $R_k$  от концентрации графита в полимочевинной смазке

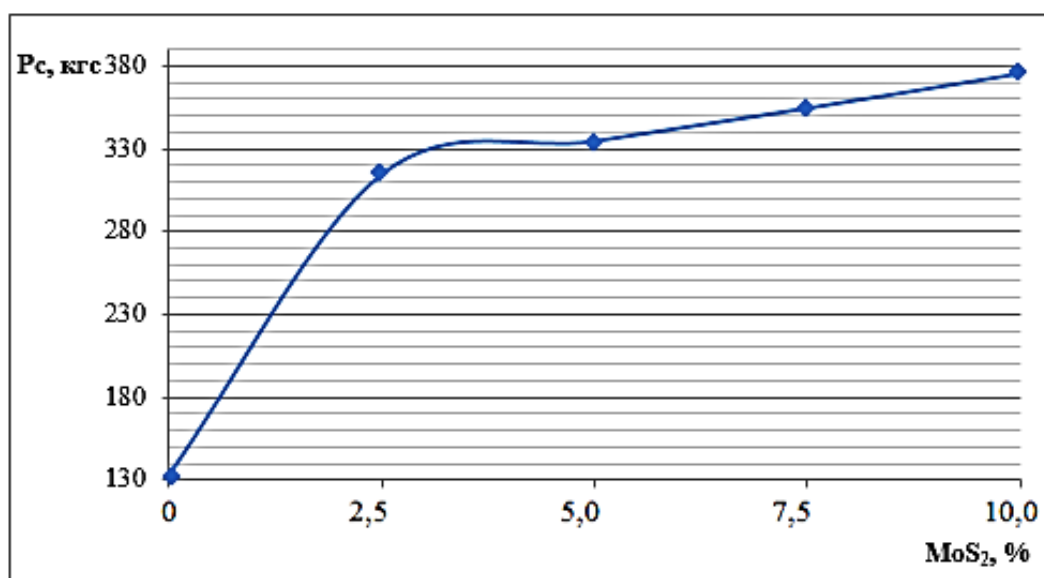


Рис. 5. График зависимости показателя  $R_s$  от концентрации  $MoS_2$  в Пм-смазке

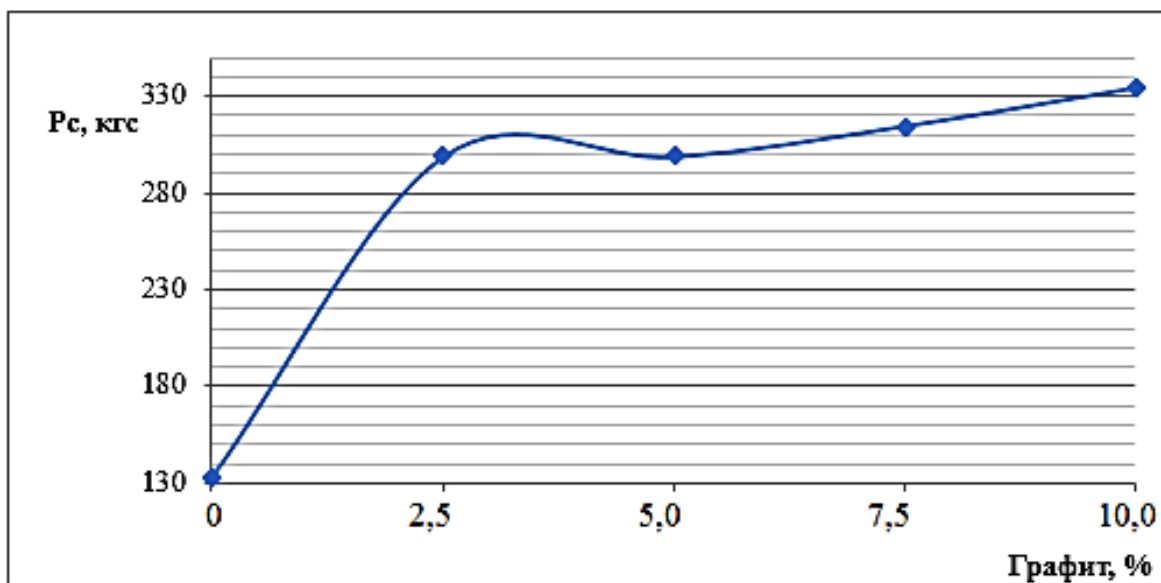


Рис. 6. График зависимости показателя Рс от концентрации графита в Пм-смазке

Выводы, сформулированные по результатам работы:

1. У полимочевинных смазок с использованием  $\text{MoS}_2$  для показателя диаметр пятна износа существует оптимум по концентрации наполнителя. Оптимальная концентрация  $\text{MoS}_2$  для этого показателя приблизительно равна 5%. Данное объяснение нуждается в дальнейшей экспериментальной проверке. Добавление графита несущественно влияет на показатель диаметр пятна износа (относительно влияния  $\text{MoS}_2$ ). Для графита так же наблюдается оптимум по концентрации для этого показателя, который так же примерно равен 5%.

2. Добавление дисульфида молибдена сильнее влияет на изменение показателя критической нагрузки, чем добавление графита. Причем в пределах исследованных концентраций данный показатель для дисульфида молибдена продолжал расти, тогда как для графита при увеличении концентрации больше 5% данный показатель увеличиваться практически перестал, его кривая на графике более пологая.

3. Влияние дисульфида молибдена на показатель нагрузки сваривания так же более ярко выражено. Наибольший рост данного показателя наблюдается при

концентрациях до 2,5%, дальнейшее увеличение концентрации незначительно влияет на данный показатель.

4. Отличие влияния дисульфида молибдена от графита на триботехнические свойства объясняется разницей в размере частиц (дисульфид молибдена меньше графита приблизительно в 2 раза), а также разной термической стабильностью этих наполнителей.

### ***Список литературы***

1. Данилов А.М. Пластичные смазки на полимочевинах. – М.: ЦНИИТ-ЭНЕФТЕХИМ, 1995. – С. 68.
2. Фукс И.Г. Литиевые смазки с наполнителями, их свойства и применение. – МИНХ и ГП. – 1966.
3. Любинин И.А. Литиевые смазки с композициями добавок для тяжело-нагруженных узлов трения / диссертация. – Киев, 1985.