

ФГОУ ВО  
Новосибирский государственный аграрный университет  
Инженерный институт  
Кафедра механизации с/х и инновационных технологий

**ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА  
ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК**

Методические указания к лабораторной работе

НОВОСИБИРСК 2015

Кафедра механизации сельского хозяйства и инновационных технологий

УДК 621. 892. 035 (075)

ББК 35. 782

Э 414

Составители: Г.М. Крохта, д-р техн. наук, проф.,

Рецензент канд. техн. наук, проф. В.В.Коноводов

Эксплуатационные свойства пластичных смазок: метод. указания к лаб. работе/Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инженер. ин-т; сост.: Г.М. Крохта. – Новосибирск, 2015. – 11 с.

В методических указаниях даны термины и определения эксплуатационных свойств и показателей качества пластичных смазок. Приведены методики определения температуры каплепадения, предела прочности на сдвиг и совместимости пластичных смазок.

Методические указания предназначены для лабораторно-практических занятий со студентами всех форм обучения по направлению: 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль: Автомобили и автомобильное хозяйство при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Эксплуатационные материалы».

Утверждены и рекомендованы к изданию методической комиссией Инженерного института (протокол № 5 от 22 декабря 2015г.).

© Новосибирский государственный аграрный университет, 2015

© Инженерный институт НГАУ, 2015

## ВВЕДЕНИЕ

**Химмотология** – прикладная техническая наука об эксплуатационных свойствах, показателях качества и рациональном применении топлив, смазочных материалов и специальных жидкостей в технике.

**Эксплуатационное свойство** – свойство нефтепродукта, проявляющееся при производстве, транспортировании, хранении, испытании, применении и характеризующее совокупность однородных явлений при этих процессах.

**Показатель качества продукции** – количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции, входящих в ее качество, рассматриваемая применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации или потребления.

### 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ НА СДВИГ

Пластичные смазки проявляют свойства, присущие твердому телу в состоянии покоя или при приложении к их поверхности небольшой силы. Они не текут и сохраняют свою форму. Когда приложенная к смазке сила превышает некоторое значение, пластичная смазка начинает течь.

Предел прочности характеризуется минимальным напряжением сдвига, при котором в пластичной смазке разрушается структурный каркас и она приобретает текучесть. Пределом прочности на сдвиг пластичной смазки называется критическое значение силы, отнесенное к единице площади сдвига слоев смазки. За единицу измерения этой величины принят паскаль (Па).

Значение предела прочности на сдвиг определяется в основном качеством загустителя и его концентрацией в пластичной смазке. Предел прочности зависит от температуры: при повышении температуры он снижается. Температура, при которой предел прочности становится равным нулю, является истинной температурой перехода смазки из пластичного в жидкое состояние и характеризует предел применения пластичной смазки.

Чем выше предел прочности на сдвиг пластичной смазки, тем она лучше удерживается на поверхности. Чтобы смазка не стекала с трущихся поверхностей под действием центробежной силы в подшипниках качения, предельное напряжение сдвига должно быть не менее 150 - 180 Па.

Предел прочности на сдвиг пластичных смазок определяют по методу Климова на пластометре К-2. Метод основан на измерении давления, при котором происходит сдвиг смазки в капилляре пластометра К-2.

Прибор рассчитан на проведение измерений при давлениях до 5 кгс/см<sup>2</sup>. Давление в приборе создается за счет термического расширения жидкости в резервуаре, нагреваемом электропечью.

В табл. 1 приведены данные о пределе прочности на сдвиг некоторых пластичных смазок, применяемых в сельском хозяйстве

Таблица 1. Предел прочности пластичных смазок

Смазка	Предел прочности на сдвиг, Па, при температуре	
	20 °С	50 °С
Солидол С	300...700	200...350
Пресс-солидол С	70...200	100...180
Графитная УСсА	300...700	200...300
Литол-24	600...1200	400...600
Фиол-1	250...350	200...250
Униол-1	200...500	250...400

**Методика испытаний.** Пластометр К-2 состоит из основания со стойкой, по которой вертикально перемещается электропечь 8 (рис. 1).

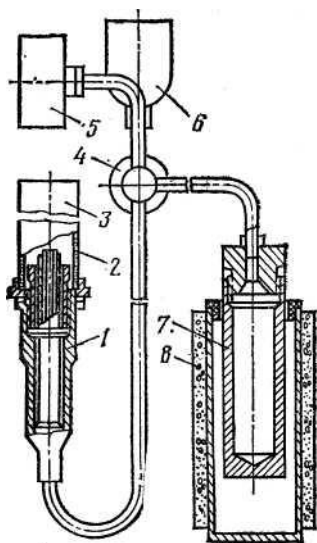


Рис. 1. Пластометр К-2:

- 1 - корпус;
- 2 - оправка;
- 3 - защитное стекло;
- 4 - кран;
- 5 - манометр;
- 6 - воронка;
- 7 - резервуар для масла;
- 8 - электропечь

Электропечь 8 нагревает резервуар 7 с маслом для повышения давления, которое контролируют по манометру 5. Воронка 6 служит для добавления масла в прибор, кран 4 - для сообщений воронки с внутренней полостью прибора. Корпус 1 трубкой соединен с внутренней полостью прибора. Внутри оправки 2 находится капилляр. В комплект прибора входят два капилляра, один длиной 100 мм, другой длиной 50 мм.

Короткий капилляр применяется в том случае, когда при испытании на длинном капилляре давление превышает значение, допустимое для манометра.

Мешалка для перемешивания смазки представляет собой полый цилиндр со съёмными крышками. Через верхнюю крышку в цилиндр вставлен поршень с отверстиями.

Все внутренние полости прибора К-2, включая манометр, заполнены маловязким маслом с целью полного вытеснения воздуха.

Перемешанной смазкой заполняют обе половинки желоба капилляра. Осторожно, чтобы не вызвать сдвиг смазки, соединяют их и надевают кольцо. Смазывают испытуемой смазкой наружную поверхность капилляра, вставляют его в оправку, медленно вращая и передвигая вдоль оси. На нижний обрез буртика оправки надевают резиновую прокладку и устанавливают оправку на выступ в корпусе пластометра.

Пластометр К-2 заполняют маслом, для чего открывают кран воронки с маслом и держат его открытым до тех пор, пока уровень масла в корпусе не достигнет верхнего обреза буртика оправки. Закрепляют оправку в корпусе гайкой, на верхней части корпуса устанавливают защитное стекло.

Включают электропечь, обогревающую резервуар с маслом, и наблюдают за манометром. Скорость повышения давления в системе должна быть не более  $0,5 \text{ кгс/см}^2$  в 1 мин при использовании длинного капилляра и  $0,05 \text{ кгс/см}^2$  в 2 мин при использовании короткого. Скорость повышения давления регулируют, поднимая и опуская вдоль резервуара с маслом электропечь и, соответственно, увеличивая или уменьшая площадь нагревания.

После того как давление в системе, достигнув некоторого максимума, начинает снижаться, включают электропечь, открывают кран воронки и медленно вынимают оправку с капилляром из корпуса манометра, после чего кран закрывают.

В момент окончания опыта из капилляра выдавливается смазка, что можно наблюдать через защитное стекло.

**Обработка результатов.** Предел прочности  $\tau$  (Па) испытуемой пластичной смазки вычисляют по формуле:

$$\tau = 100\,000 p r / (2l), \quad (1)$$

где  $p$  - максимальное давление,  $\text{кгс/см}^2$ ;

$r$  - радиус капилляра, см;

$l$  - длина капилляра 5 или 10 см.

За результат испытаний принимают среднее арифметическое двух параллельных определений.

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КАПЛЕПАДЕНИЯ

Плавление пластичных смазок сопровождается значительным изменением их свойств.

**Температура каплепадения** - это температура, при которой смазка из пластичного (полутвердого) состояния переходит в жидкое.

При определении температуры каплепадения пластичная смазка, нагретая в специальном приборе, размягчается до такого состояния, при котором происходит образование жидкой капли и ее падение.

По температуре каплепадения смазки можно приблизительно судить о ее работоспособности при повышенной температуре. Для надежного смазывания узлов трения необходимо, чтобы их рабочая температура была на 10...20°C ниже, чем температура каплепадения пластичной смазки.

В табл. 2 указаны температуры каплепадения и температурный диапазон применения ряда пластичных смазок.

Таблица 2. Температура каплепадения пластичных смазок

Смазка	Температура каплепадения, °C	Температурный диапазон применения, °C
Солидол С	85 - 105	От минус 20 до 65
Пресс-солидол С	85 - 95	От минус 30 до 50
Графитная УСсА	77 - 90	От минус 20 до 65
Литол-24	185 - 205	От минус 40 до 130
Фиол-1	185 - 200	От минус 40 до 120
Униол-1	230 - 260	От минус 30 до 150
ЦИАТИМ-221	200 - 220	От минус 60 до 150
ЦИАТИМ-201	175 - 190	От минус 60 до 90
Смазка №158	140 - 160	От минус 40 до 120
КСБ	150 - 190	От минус 30 до 110

### Методика испытаний

Прибор для определения температуры каплепадения пластических смазок показан на рис. 2.

Определение температуры каплепадения проводят стандартным термометром типа Уббелоде. В нижней части термометра 2 смонтирована металлическая гильза, на которую навинчивается металлическая трубка с отверстием. В отверстие вставляют капсулю (чашечку) 5 стандартных размеров. Термометр укрепляют на пробке в стандартной пробирке 3. Пробирку 3 размещают на штативе и вставляют в стакан-баню 1, в которую заливают воду или глицерин.

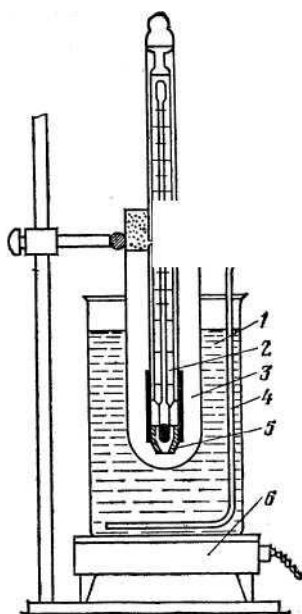


Рис. 2. Прибор для определения температуры каплепадения:

- 1 - стакан с водой или глицерином;
- 2 - специальный термометр с гильзой;
- 3 - пробирка;
- 4 - мешалка;
- 5 - капсуль для испытуемой смазки;
- 6 - электроплитка

Испытуемую пластичную смазку плотно вмазывают шпателем в чашечку прибора, следя за тем, чтобы на поверхности не было пузырьков воздуха. Лишнее количество смазки снимают ножом. Затем чашечку вставляют в гильзу термометра так, чтобы верхний край ее упирался в буртик гильзы. При этом нижним концом термометра выдавливают через отверстие излишек смазки, который также снимают. На дно сухой чистой пробирки кладут кружок белой бумаги и помещают в пробирку термометр таким образом, чтобы нижний край чашечки находился на расстоянии 25 мм от кружка. Затем пробирку с термометром помещают в водяную или глицериновую баню. Глицерин используют для смазок с температурой каплепадения выше  $80^{\circ}\text{C}$ . Воду или глицерин подогревают таким образом, чтобы после достижения температуры на  $20^{\circ}\text{C}$  ниже ожидаемой температуры каплепадения скорость нагревания составляла  $1^{\circ}\text{C}$  в минуту.

За температуру каплепадения испытуемой пластичной смазки принимают температуру, при которой падает первая капля или дно пробирки касается столбик смазки, выступивший из отверстия чашечки. По полученным опытными данными оценивают работоспособность пластичной смазки при повышенных температурах.

### 3. СОВМЕСТИМОСТЬ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК

При контакте пластичных смазок с резинотехническими изделиями пластификатор резины может переходить в смазку или отдельные фракции масел могут переходить в резину. Эти процессы вызывают изменение твердости и объема резины: она либо уменьшается в объеме и становится хрупкой, либо ее объем увеличивается и она становится слишком эластичной. Например, для смазки Литол-24 изменение объема и твердости резины не должно превышать  $\pm 8\%$ . При больших отклонениях РТИ пропускают смазку, в узел трения из атмосферы поступают пыль и влага, что снижает его ресурс. Поэтому смазку и резинотехнические уплотнения узлов трения подбирают таким образом, чтобы они были взаимно совместимы.

При конструировании уплотнения узла трения закладывают смазку, совместимую с РТИ. Если в процессе эксплуатации требования конструктора не будут соблюдены (в узел трения будет заложена смазка, не совместимая с РТИ), то набухание или «усыхание» РТИ приведет к разгерметизации узла, потере смазки, снижению ресурса узла трения, увеличению потока отказов машины и росту затрат на ее ТОиР.

Смазки, содержащие одинаковый тип мыльного загустителя, могут быть не совместимы между собой. Например, кальциевые смазки стабильны в слабо подкисленных средах, а кальциевые комплексные смазки - в щелочных средах. При смешивании таких смазок в узле трения изменяется тип среды, что приводит к структурным изменениям в обеих смазках, ухудшению их показателей качества.

При смешивании мыльных смазок с бентонитовыми (немыльными) смазками протекают обменные реакции между катионами мыл, присадкам и ионами бентонитовой глины. В результате разрушается структура геля и системы, что приводит к размягчению смазки и потере качества.

Мыльные смазки, где в качестве загустителя применены различные мыла, несовместимы между собой вследствие протекания между загустителями химических реакций. Например, литиевые смазки несовместимы с натриевыми, кальциевые несовместимы с комплексными натриевыми и т. д.

В результате химических реакций, протекающих между несовместимыми загустителями, смесь смазок в узле трения приобретает новые свойства: консистенция становится меньше или больше, изменяется температура каплепадения и т.д., что не обеспечивает его нормальные условия эксплуатации.

Консистенция увеличивается за счет образования нового более густого мыла. При хранении техники такое мыло «засахаривается» на поверхности трения и засыхает. При пуске техники пленка твердого засохшего мыла увеличит нагрузку в узле трения, что может вызвать отказ машины (лопнет обойма подшипника, сломается зуб шестерни, скрутится вал привода и т.д.).



Если консистенция смеси смазок уменьшилась (смазка стала мягче, пластичней), то новый загуститель не может удержать масляную основу, масло вытечет из узла трения, и он выйдет из строя.

Смазки, содержащие более 0,2% щелочи, нельзя применять в узлах трения, содержащих цветные металлы, вследствие быстрой коррозии поверхностей трения и старения смазки.

Сплавы алюминия требуют применения специальных смазок, содержащих до 10% сополимеров винилпиридина с метакриловым эфиром и 12%-м содержанием спиртов.

Для каждого узла трения конструктор назначает одну основную смазку и 1-2 смазки – заменители. Смазку - заменитель нужно применять только после удаления старой смазки. Если разобрать узел не представляется возможным, то необходимо его шприцевать до тех пор, пока будет выдавливаться старая смазка. После этого необходимо кратковременно включить узел в работу, остановить его и вновь шприцевать до появления новой смазки.

**Методика испытаний.** На обратной стороне стекла приклеена таблица для определения совместимости смазок.

Таблица 3. Совместимость пластичных смазок

Смазка	Солидол	Литол-24	Консталин	№158
Солидол	С	х	х	х
Литол-24		С	х	х
Консталин			С	х
№158				С

В каждый прямоугольник таблицы на стекле нанести по 2-5 г указанной смазки. В прямоугольниках таблицы по ее диагонали на стекле будут наложены одноименные смазки (эталон), а ниже диагонали смесь различных смазок. В смазки на каждом прямоугольнике воткнуть по спичке. Каждой спичкой перемешать смазки, находящиеся в прямоугольнике. После перемешивания сравнить смесь полученных смазок со смазками-эталоном, расположенными по диагонали таблицы. Если смесь смазок в сравнении с эталонами сделалась мягче (пластичней) или гуще, или изменила свой цвет, то смазки несовместимы между собой. Если никаких изменений не наблюдается, то смазки совместимы.

В журнале в соответствующих прямоугольниках таблицы напишите С – если смазки совместимы или Н - если смазки несовместимы между собой.

### **Контрольные вопросы**

1. Состав пластичных смазок
2. Написать и объяснить условное обозначение смазок Солидол и Литол-24.
3. Последствия применения в узле трения смазки с низкой температурой каплепадения.
4. Причины несовместимости смазок между собой, с конструкционными материалами и РТИ.
5. Последствия применения в узле трения несовместимых смазок.
6. Влияние величины предела прочности пластичной смазки на сдвиг на эффективность работы поверхностей трения.

### **Библиографический список**

1. Кузнецов А.В. Практикум по топливу и смазочным материалам/А.В. Кузнецов, М.А. Кульчев -М.: Агропромиздат, 1987.-224 с.
2. Васильева Л.С. Автомобильные эксплуатационные материалы: учеб. для вузов. –М.: Наука-Пресс, 2003. - 421 с.
3. ГОСТ 26098-84. Нефтепродукты: Термины и определения. –М.: Изд-во стандартов, 1992.-13с.
4. ГОСТ 4.23-71. Система показателей качества продукции. Нефтепродукты. Смазки пластичные. Номенклатура показателей. –М.: Изд-во стандартов, 1992.-3с.
5. ГОСТ 23258-78. Смазки пластичные. Наименование и обозначение. –М.: Изд-во стандартов, 1982. -9 с.
6. ГОСТ 25349-90. Топлива, масла, смазки и специальные жидкости. Химотологическая карта. Порядок составления и согласования. –М.: Изд-во стандартов, 1991. -16 с.
7. ГОСТ 26191-84. Масла, смазки и специальные жидкости. Ограничительный перечень и порядок назначения. -М.: Изд-во стандартов, 1995. -46 с.

Составители: Крохта Геннадий Михайлович

## **ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК**

Методические указания к лабораторной работе

Редактор Н.К. Крупина  
Компьютерный набор Н.А. Усатых  
Компьютерная верстка Н.А. Усатых

Подписано к печати \_\_\_\_\_  
Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Объем \_\_\_\_\_  
Тираж 40 экз.  
Изд. № 244. Заказ №

---

Отпечатано в издательстве НГАУ  
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, офис 106.  
Тел. факс (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru