

УДК 631.171

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

СУЛЬФОНАТНАЯ СМАЗКА ДЛЯ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ УЗЛОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Харьков Кирилл Алексеевич
аспирант
E-mail: kxarkov95@gmail.com
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Рязань, Россия

Костенко Михаил Юрьевич
доктор технических наук, профессор
SPIN-код: 2352-0690
E-mail: kostenko.mihail2016@yandex.ru
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Рязань, Россия

Есенин Михаил Анатольевич
Кандидат технических наук
SPIN-код = 6845-8830
ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Рязань, Россия

Смазки на основе литиевого мыла - это тип смазок, которые используются в сельскохозяйственной технике для смазки подшипников. Литол-24 является популярным типом смазки, который используется в сельскохозяйственной технике. В качестве альтернативы смазкам на основе литиевого мыла могут выступать сульфонатные смазки. Одним из положительных качеств кальций-сульфонатных смазок является высокая механическая и сдвиговая стабильность по сравнению со смазками литиевого комплекса. Данное качество обеспечивает меньшую вымываемость и износ в процессе работы. Разрабатываемая сульфонатная смазка предназначена для тяжело нагруженных узлов трения, в том числе работающих во влажной и агрессивной средах. Среди основных преимуществ разрабатываемой смазки можно выделить повышенные противоизносные и противозадирные свойства, высокая водостойкость и температура плавления. Благодаря своим высокоэффективным эксплуатационным характеристикам смазки на основе сульфоната кальция являются наиболее предпочтительными. Они могут использоваться в более широком диапазоне промышленного оборудования по сравнению с литиевыми

UDC 631.171

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

SULPHONATE LUBRICANT FOR HEAVY LOADED COMPONENTS OF AGRICULTURAL EQUIPMENT

Kharkov Kirill Alekseevich
postgraduate student
E-mail: kxarkov95@gmail.com
FSBEI HE "Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev", Ryazan, Russia

Kostenko Mikhail Yuryevich
Doctor of Technical Sciences, Professor
RSCI SPIN-code: 2352-0690
E-mail: kostenko.mihail2016@yandex.ru
FSBEI HE "Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev", Ryazan, Russia

Esenin Mihail Anatol'evich
Candidate of Technical Sciences
RSCI SPIN- code = 6845-8830
FSBEI HE "Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev", Ryazan, Russia

Lithium soap greases are a type of grease that is used in agricultural machinery to lubricate bearings. Litol-24 is a popular type of lubricant that is used in agricultural machinery. Sulfonate greases can be used as an alternative to lithium soap-based greases. One of the positive qualities of calcium sulfonate greases is their high mechanical and shear stability compared to lithium complex greases. This quality ensures less washout and wear during operation. The sulfonate lubricant being developed is intended for heavily loaded friction units, including those operating in wet and aggressive environments. Among the main advantages of the developed lubricant are increased anti-wear and extreme pressure properties, high water resistance and melting point. Due to their high performance characteristics, calcium sulfonate based lubricants are the most preferred. They can be used in a wider range of industrial equipment than lithium greases and can therefore be considered the highest performing all-purpose greases

смазками, поэтому могут считаться самыми высокопроизводительными универсальными смазками

Ключевые слова: ПЛАСТИЧНЫЕ СМАЗКИ, СМАЗКИ НА ОСНОВЕ ЛИТИЕВОГО КОМПЛЕКСА, СУЛЬФОНАТНЫЕ СМАЗКИ

Keywords: GREASES, LITHIUM COMPLEX GREASES, SULFONATE GREASES

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-198-039>

Смазка трущихся узлов в сельскохозяйственной технике играет важную роль в обеспечении эффективной работы и продолжительности службы машин и оборудования. Она позволяет уменьшить трение и износ деталей, предотвращая их коррозию и загрязнение.

Одним из основных и важных узлов в сельскохозяйственных машинах и оборудовании являются подшипники. Проблемы со смазкой могут привести к быстрому износу и повреждению подшипников, что, в свою очередь, может привести к дорогостоящему ремонту или даже замене компонентов. Поэтому важно регулярно проверять состояние подшипников и смазывать их своевременно и правильно.

В сельском хозяйстве используются различные типы подшипников, включая шариковые, роликовые, конические и другие. Они устанавливаются на тракторах, комбайнах, автомобилях, сельскохозяйственных машинах и оборудовании для животноводства. Все они требуют детальный подбор смазывающих компонентов. Смазка подшипников должна быть регулярной и правильной. Она включает в себя очистку подшипников от старой смазки и грязи, а затем нанесение новой смазки. Важно использовать подходящую смазку, которая соответствует требованиям сельскохозяйственной техники и условиям эксплуатации [1].

Один из основных видов смазок – это пластичные смазки, такие как Литол-24. Литол-24 — это смазка на основе литиевого мыла, которая используется для смазки подшипников в сельскохозяйственной технике. Она производится путем смешивания различных ингредиентов, включая масло, литий и другие добавки, которые обеспечивают ее смазывающие

<http://ej.kubagro.ru/2024/04/pdf/39.pdf>

свойства. После смешивания ингредиентов Литол-24 подвергается процессу гомогенизации, чтобы обеспечить равномерное распределение ингредиентов в смазке. Затем смазка проходит контроль качества, чтобы убедиться, что она соответствует требуемым стандартам.

Для того, чтобы правильно подобрать ту или иную смазку и понять ряд ее преимуществ и недостатков, нужно разобраться с характеристиками и основными свойствами пластичных смазок. Именно на основании свойств, испытываемых в специальной лаборатории, мы можем сделать вывод о качестве и пригодности той или иной смазки.

Наиболее важным свойством, характеризующим пластичные смазки, является вязкость, которая характеризуется внутренним трением - сопротивлением перемещению одной части смазки относительно другой. Межмолекулярное взаимодействие объясняет природу вязкости и определяет триботехнические свойства пластичных смазок.

Другим важным свойством пластичных смазок является предел текучести, который характеризует возможность удержания смазок на вертикальных поверхностях, вращающихся и движущихся деталях, а также сохранение формы смазки в свободном состоянии. На текучесть пластичных смазок большое влияние оказывает температура, условия работы узла трения (скорость, вибрация, усилие). Пределом текучести является – внешнее усилие, приходящееся на единицу площади, при котором течение смазки происходит без приложения дополнительной нагрузки. Если предел текучести высок, то попадание смазочного материала в зону контакта затруднено. В тоже время, низкий предел текучести способствует вытеснению смазки из зоны контакта, что приводит к перегреву узлов трения и в последствии к уменьшению количества смазочного материала, что в свою очередь приводит к граничному трению. Наиболее распространенными условиями работы смазочных материалов в сельскохозяйственных машинах является

температура от 20 °С до 60 °С. Поэтому при выборе смазок необходимо учитывать деформируемость смазок при воздействии данных температур, а также возможность их очистки, замены и утилизации.

Так как в процессе эксплуатации условия работы могут существенно меняться, то важным показателем смазочного материала является возможность восстановления свойств при возвращении их к исходным условиям, то есть – механическая стабильность смазки. Смазочный материал представляет собой совокупность нескольких компонентов и поэтому важно обеспечение стабильности свойств отдельных компонентов и их совокупности в процессе изменений эксплуатационных условий. Также стоит отметить такое важное свойство, как химическая стабильность. Это свойство смазки показывает на ее возможность противостоять различного рода окислениям и воздействиям кислорода. С помощью различного рода подбора исходного компонента и его обработке на первоначальном этапе можно существенно ее повысить.

Поэтому для увеличения механической стабильности смазочного материала в традиционный состав (загустители, базовые масла, присадки, кислоты) вводят дополнительные синтетические компоненты, укрепляющие состав базового масла. В качестве таких присадок можно использовать:

- дитиофосфатные присадки, такие как А-23, которая обеспечивает антиокислительный процесс во многих узлах и механизмах;
- диспергирующие присадки, которые обеспечивают диспергирование в механизмах трения и противодействуют различного рода отложениям (С-40);
- улучшающие присадки, такие как ПАФ-40, они способны улучшать смазывающие свойства базовых масел в составе различного рода смазок;
- депрессорные присадки, такие как К-110, они позволяют

смазочному материалу не застывать при низких температурах и корректно работать механизму;

- сульфонатные синтетические компоненты.

Что касается самой технологии изготовления пластичных смазок, то она представляет собой следующее. Рассмотрим технологию производства на примере предприятия компании ПАО НК Роснефть, Московский завод Нефтепродукт. В мешалку/реактор с перемешивающим устройством загружают базовые масла И-20, И-40. Далее это масло нагревают до температуры 110/120 градусов Цельсия, добавляют загуститель, который в свою очередь представляет собой смесь каучука и 12-ти окси стеариновой кислоты. Далее всю эту смесь необходимо остудить и сделать однородной. Для этого используют гомогенизаторы и вотаторы. Далее уже готовая пластичная смазка фасуется в тару производителя. Это могут быть удобные тубы или специальные ведра по 20 килограмм.

Основным отличием в изготовление сульфонатных смазок является больший нагрев исходного сырья, немного другие химреактивы и использование более долгого охлаждения. Основная особенность сульфонатных смазок – это получение загустителя в основном технологическом процессе изготовления смазки. Основная причина этого – это отсутствие на нашем рынке готового решения, а именно загустителя для данного типа смазок.

В основном процессе получения данного типа пластичных смазок можно выделить несколько процессов (рисунок 1), а именно:

- получение структуры смазки 1-3;
- выпарка (удаление воды) 3-5;
- охлаждение готовой смазки 5-6.

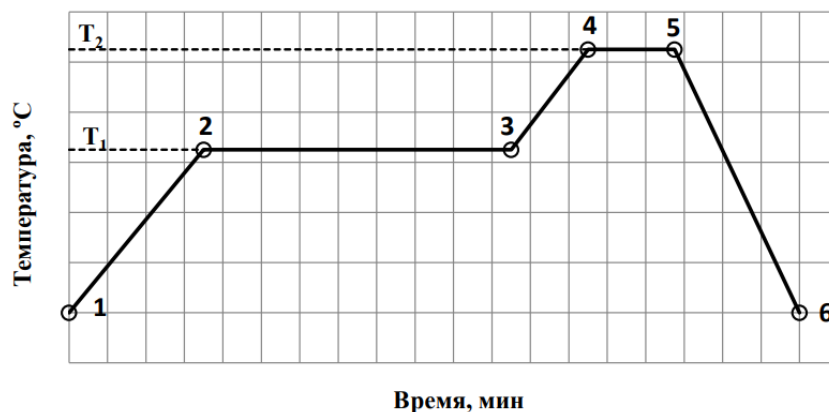


Рисунок 1 - Схема технологического процесса получения сульфонатных смазок

Основным сырьем для получения смазок является комплекс масел, как пример PAO – 40, которое имеет синтетическую основу. Его нагревают и производят соединение с загустителем смазки С-300. Далее происходит длительный процесс поднятия температуры, формирования структуры будущей смазки. После чего, когда структура сформирована, начинается процесс удаления воды с помощью поднятия температуры. Очень важно поддерживать однородный и постоянный режим температуры. Это необходимо для создания структуры будущей смазки. Процесс удаления воды протекает при температуре 110-150 °C на протяжении 6-ти часов. После чего происходит процесс охлаждения, предания структуры в гомогенизаторе. Смазку диспергируют и получают однородную структуру.

Данная смазка получается гораздо более износостойкой и термостойкой за счет того, что в составе содержатся синтетические компоненты, что делает ее более выгодной для применения в тяжело нагруженных трущихся узлах. Сульфонатные комплексы являются более дорогим по сравнению с Литол-24, но и у литиевых смазок тоже есть свои недостатки в эксплуатации.

Важно отметить, что Литол-24 не является универсальным решением для всех типов подшипников. Некоторые подшипники требуют специальной смазки, которая лучше подходит для их конкретных условий

эксплуатации. Поэтому перед использованием Литол-24 необходимо убедиться, что он подходит для конкретного типа подшипника и условий эксплуатации.

Смазки на основе литиевого мыла могут быть разных типов, включая Литол-24, который является одним из наиболее распространенных. Другие типы смазок на основе литиевого мыла включают Литол-34, Литол-44 и литол-64. Каждый тип имеет свои особенности и подходит для разных условий эксплуатации. Основные свойства Литол-24:

- хорошая смазывающая способность: Литол-24 обладает хорошей смазывающей способностью, которая предотвращает износ и коррозию подшипников;
- устойчивость к воде: Литол-24 устойчив к воде и другим жидкостям, что делает его идеальным для использования в сельскохозяйственных условиях;
- широкий диапазон температур: Литол-24 может использоваться в широком диапазоне температур, от -40 до +120 градусов Цельсия;
- экономичность: Литол-24 является относительно недорогим продуктом по сравнению с другими типами смазок;
- безопасность: Литол-24 не содержит опасных веществ, которые могут нанести вред здоровью человека или окружающей среде.

Основные недостатки смазки Литол-24:

- ограниченная совместимость: Литол-24 совместим не со всеми материалами, поэтому перед использованием необходимо проверить совместимость;
- возможность загрязнения: при неправильном использовании Литол-24 может загрязнить окружающую среду, поэтому необходимо соблюдать правила утилизации;

- низкая термостойкость: Литол-24 имеет низкую термостойкость, поэтому не подходит для использования в высокотемпературных условиях;

- низкая возможность сопротивления абразивному износу и накопления влаги.

Сульфонатные смазки имеют ряд преимуществ использования в трущихся узлах, подверженных абразивным нагрузкам, рассмотрим основные:

- высокая термическая стабильность - сульфонатные смазки сохраняют свои свойства при высоких температурах (до 200-220 °С), в то время как Литол начинает терять свои свойства уже при 80-100°С;

- отличная водостойкость - сульфонаты обеспечивают высокую степень защиты от коррозии и проникновения воды, что особенно важно для механизмов, работающих во влажной среде. Литол также обладает водостойкостью, но не такой высокой;

- улучшенные противозадирные свойства - сульфонатные масла содержат специальные присадки, которые предотвращают образование задиров и износ деталей, особенно при высоких нагрузках и скоростях. Литол обладает аналогичными свойствами, однако сульфонаты могут быть более эффективными;

- большой срок службы: благодаря улучшенным свойствам сульфонатные смазочные материалы имеют более длительный срок службы, что снижает затраты на обслуживание и замену смазки;

- экологическая безопасность: сульфонат-содержащие смазочные материалы обладают более низким уровнем токсичности и опасности для окружающей среды по сравнению с Литолом.

Долгое время у нас в стране вопрос производства сульфонатных смазок оставался в стороне, тогда как во многих европейских странах ассортимент выпускаемых смазок подобного типа очень даже широк.

Только по примерным данным объём их производства в 2018 году составил 16 тысяч тонн [2, 3]. Ежегодно снижается выпуск простых литиевых комплексных смазок, а производство сульфонатных существенно продолжает расти [2, 3]. Стоит отметить, что уже в 2020 году доля производства сульфонатных смазок составила 23 тысячи (~1,84% от общего объема производства пластичных смазок), что говорит о существенном увеличении области применения сульфонатных комплексов. Комплексы, в основе которых лежит сульфонат кальция обладают противоизносными и противозадирными свойствами, что хорошо доказывают проведенные неоднократно испытания и исследования. Намного лучше других литиевых смазок удерживаются на трущемся элементе в условиях большого давления и агрессивной среды. Сульфонаты являются хорошими ингибиторами коррозии. Также сульфонат кальция, в силу естественных свойств загустителя, обеспечивает превосходную водостойкость и высокую температуру плавления. Данные эксплуатационные свойства, в комбинации с одобрением производства данных смазок для пищевого комплекса позволяют нам понять, что их стоит рассматривать как отличную альтернативу, а в некоторых конкретных случаях как замену, другим смазкам [4].

Сульфонатные смазки предназначены для узлов трения, работающих в условиях большой нагрузки и температуры при наличии влажной и агрессивной среды. Смазка должна иметь возможность быть работоспособной в обширном диапазоне температур. Комплекс на основе сульфоната кальция сопоставим по качеству и характеристикам с основными мировыми аналогами, которые уже давно и широко применяются в технике [3].

Сравним литиевые и сульфонатные смазки по следующим показателям.

- Пенертация: литиевые смазки – 30 ед., сульфонатные смазки –

20 ед.

- Точка каплепадения: литиевые смазки – 350 °С, сульфонатные смазки – 550 °С.
- Водостойкость: литиевые смазки – 50%, сульфонатные – 22%.
- Текучесть: литиевые смазки – 250 кгс, сульфонатные смазки – 500 кгс.
- Низкотемпературный момент вращения: литиевые смазки – 300 Н·м, сульфонатные смазки – 620 Н·м.
- Диаметр пятна износа: литиевые смазки – 0,6 мм, сульфонатные смазки – 0,49 мм.

Литиевые смазки имеют очень хорошие температурные и водооткачивающие свойства. Их можнократно повысить при помощи добавления различного рода присадок. У сульфонатного комплекса ряд характеристик значительно лучше. Они более стабильны, выдерживают температурные нагрузки и гораздо более выразительно сохраняют свою стабильность в условиях тяжелых нагрузок, абразивного износа и агрессивной среды.

В результате сравнения основных характеристик установлено, что смазки на основе литиевого мыла проигрывают смазкам сульфоната кальция. Одно из главных преимуществ таких смазок, как сульфонатные, является то, что в них не понадобится добавлять улучшающие присадки, так как характеристики исходных компонентов уже обладают всеми необходимыми свойствами. Эти смазки показывают гораздо более стабильные характеристики при их эксплуатации в тяжелых условиях работы. Такие смазки, благодаря своим превосходным характеристикам, могут использоваться в широчайшем спектре сельскохозяйственного оборудования, что делает их абсолютными заменителями литиевых смазок. По праву можно сказать, что будущее смазочных материалов в технике за сульфонатными смазками.

Список использованных ресурсов

1. Попов, П. С. Влияние состава и свойств дисперсионной среды на качество сульфонатных пластичных смазок : специальность 05.17.07 "Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Попов Павел Станиславович, 2016. – 168 с. – EDN GXСQEV.

2. Любинин, И. А. Высокотемпературные пластичные смазки: состояние и перспективы производства в странах СНГ / И. А. Любинин, Л. В. Железный // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2013. – № 7. – С. 30-35. – EDN QYZPDL.

3. Любинин, И. А. Состояние и перспективы производства пластичных смазок в России и странах СНГ / И. А. Любинин // Химия и технология топлив и масел. – 2012. – № 1(569). – С. 3-6. – EDN PAVFCV.

4. Харьков, К. А. Совершенствование технологии изготовления пластичных смазок для сельскохозяйственной техники / К. А. Харьков, М. Ю. Костенко, М. А. Есенин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 193. – С. 195-205. – DOI 10.21515/1990-4665-193-023. – EDN EWSAOD.

References

1. Popov, P. S. Vlijanie sostava i svojstv dispersionnoj sredy na kachestvo sul'fonatnyh plastichnyh smazok : special'nost' 05.17.07 "Himicheskaja tehnologija topliva i vysokojenergeticheskikh veshhestv" : dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehniceskikh nauk / Popov Pavel Stanislavovich, 2016. – 168 s. – EDN GXСQEV.

2. Ljubinin, I. A. Vysokotemperaturnye plastichnye smazki: sostojanie i perspektivy proizvodstva v stranah SNG / I. A. Ljubinin, L. V. Zheleznyj // Trenie i smazka v mashinah i mehanizmah. – 2013. – № 7. – S. 30-35. – EDN QYZPDL.

3. Ljubinin, I. A. Sostojanie i perspektivy proizvodstva plastichnyh smazok v Rossii i stranah SNG / I. A. Ljubinin // Himija i tehnologija topliv i masel. – 2012. – № 1(569). – S. 3-6. – EDN PAVFCV.

4. Har'kov, K. A. Sovershenstvovanie tehnologii izgotovlenija plastichnyh smazok dlja sel'skohozjajstvennoj tehniky / K. A. Har'kov, M. Ju. Kostenko, M. A. Esenin // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2023. – № 193. – S. 195-205. – DOI 10.21515/1990-4665-193-023. – EDN EWSAOD.