УДК 621.892.092:621.77

**И.В. Петрухин, В.А. Фомин, В.М. Панченко**
*(ФГУП "НИИ полимеров им. академика В.А. Каргина", г. Дзержинск)*

# Водорастворимые смазки марки "СИНЭРС" для холодной обработки металлов давлением

*Статья посвящена усовершенствованию технологии обработки металлов давлением путем применения водорастворимых технологических смазок, позволяющих минимизировать отделочные операции. Разработаны составы, технология получения и марочный ассортимент водорастворимых смазок. Изучены основные физико-механические характеристики смазок, определены области их использования в промышленности.*

*The article is devoted to the improvement of cold metal working technology using water-soluble technological lubricants which allow to minimize finishing operations. Compositions, production process and range of grades of water-soluble lubricants are developed. The main physical and mechanical characteristics of lubricants are studied. The fields of their usage in industry are specified.*

**Ключевые слова:** водорастворимые смазки; качество поверхности; замена смазок с минеральными маслами; экологическая безопасность смазок.

**Keywords:** water-soluble lubricants; surface quantity; replacement of lubricants with mineral oils; environmental safety of lubricants.

Процессы холодной обработки металлов давлением получили широкое распространение в машиностроении и металлообрабатывающей промышленности. Технологические смазки для снижения трения, износа и повышения качества поверхности формуемых деталей являются необходимым и важным элементом технологического процесса получения изделий.

Основной ассортимент технологических смазок готовят на нефтяных маслах, что приводит к необходимости очистки отформованных изделий перед нанесением гальванических, антикоррозионных, лакокрасочных и полимерных покрытий. Остатки углеводородных масел и смазок на деталях зажиривают поверхность металла, существенно снижая адгезионно-прочностные характеристики формируемых покрытий, создавая предпосылки к отслаиванию и развитию коррозии.

Общим способом очистки деталей от остатков смазок является протирка, часто с органическим растворителем, обезжиривание поверхности щелочным составом или раствором технического моющего средства, промывка горячей водой, промывка холодной водой и пассивация.

Очистку деталей из черных и цветных металлов перед их грунтовкой, окраской или консервацией проводят в моечно-сушильных установках, ваннах с барботажем при температурах 60…90°С, а также ручной протиркой ветошью, смоченной растворителем. После пассивации деталь сушат обдувкой сжатым воздухом.

Таким образом, стадия очистки отформованных деталей является комплексом энерго- и материалоемких операций, существенно влияющим на себестоимость изделий и вредным для окружающей среды с экологической точки зрения.

При этом состав и свойства применяемой технологической смазки непосредственно определяют структуру, длительность и затратность цикла очистки: протирка, обезжиривание, промывка, пассивация.

Предлагаемый подход в совершенствовании технологического процесса состоит в применении для обработки металлов давлением *водорастворимых (водосмешиваемых) технологических смазок* (ВТС), позволяющих свести цикл очистки изделия к одной операции – водной промывке.

Достигаемая при этом степень очистки поверхности металла соответствует баллу Х по десятибалльной шкале качества очистки поверхности. В рамках данной концепции полное снятие проблемы зажиренности поверхности металла обеспечивает лучшую адгезию покрытий, устраняет отлипы, коробление и отслаивание красок.

Водорастворимые смазки марки "СИНЭРС" представляют собой синтетические смазочные материалы, являющиеся продуктами термомеханического загущения полигликолевых базовых масел гидрофильными загустителями. Кроме того, они могут содержать модифицирующие добавки (присадки): наполнители, регуляторы вязкости, термостабилизаторы, дезактиваторы тяжелых металлов, антипенные, антикоррозионные и антизадирные агенты. В зависимости от типа, концентрации и способа введения загустителя в базовое масло они имеют жидкую, полужидкую или пластичную консистенцию при общем содержании загустителя 10 до 30% мас.

**Свойства и физико-химические характеристики водорастворимых технологических смазок марки "СИНЭРС"**

| Наименование | Класс смазки | Внешний вид | Растворимость в воде, % мас. | Плотность, кг/м$^3$ | Кажущаяся вязкость по Брукфильду при 23°С А/7/50, Па·с (ГОСТ 25271–93) | Температура вспышки в открытом тигле, °С |
|---|---|---|---|---|---|---|
| СИНЭРС-В | Синтетическая эфирная мыльная | Гладкая мазь от белого до желтого цвета | 11…22 | 1100…1112 | 10…40 | 245 |
| СИНЭРС-ВМ | | Полужидкий вязкотекучий продукт | 12…25 | 1100…1112 | 4…20 | 245 |
| СИНЭРС-СВГ | Синтетическая немыльная, на комплексном минеральном загустителе | Вязкая жидкость желто-коричневого цвета | Смешивается в любых соотношениях | 1170…1200 | 2…6 | 225 |
| СИНЭРС-МФ | Наполненная синтетическая эфирная мыльная | Пластичная мазь от белого до желтого цвета | 25…30 | 1146…1177 | 20…80 | 245 |

Реологические (объемно-механические) свойства смазок определяются природой и вязкостью базового масла, типом и содержанием загустителя, наличием, концентрацией и взаимным влиянием модифицирующих добавок. В диапазоне эффективной вязкости 1…5 Па·с смазки являются жидкотекучими продуктами, смазки с вязкостью 10…80 Па·с – пластичными телами, а при более высоких вязкостях – труднотекучими пастами. Предел прочности на сдвиг при 20°С составляет 100…600 Па в зависимости от концентрации загустителя. Плотность смазок марки "СИНЭРС" находится в интервале 1100…1250 кг/м$^3$ (20°С).

Основные свойства разработанных водорастворимых смазок марки "СИНЭРС" приведены в таблице.

Температурный диапазон применения ВТС составляет 10…200°С, кратковременно до 300°С. Ввиду малого времени формования, высокой удельной поверхности теплоотвода и производительности, не превышающей 5…10 изделий в минуту, при листовой штамповке смазка не нагревается выше 40…50°С, что и подтверждается в реальных условиях производства. При температурах выше 300…360°С смазки интенсивно испаряются, выгорают при доступе воздуха, не оставляя коксового остатка или трудноудаляемых пригаров.

Оптимальный температурный интервал для нанесения ВТС на заготовки составляет 15…30°С (ручное нанесение оператором).

Смазки марки "СИНЭРС" обладают тиксотропией – обратимым изменением вязкостно-прочностных свойств при механическом воздействии (встряхивание, перемешивание, вибрация). Тиксотропия смазок проявляется как понижение их вязкости при течении и ее восстановление после прекращения течения (снятия механической нагрузки). Это свойство позволяет перекачивать высоковязкие пластичные смазки с помощью шестеренных, винтовых насосов, когда смазка разжижается проходя проточную часть насоса, а также обеспечивать необходимую плотность нанесения смазок на заготовки (в том числе на наклонных и вертикальных поверхностях).

Важным реологическим критерием пластичных смазок является их вязкостно-динамическая характеристика как некая кривая зависимости эффективной вязкости ВТС от скорости деформации (рисунок).

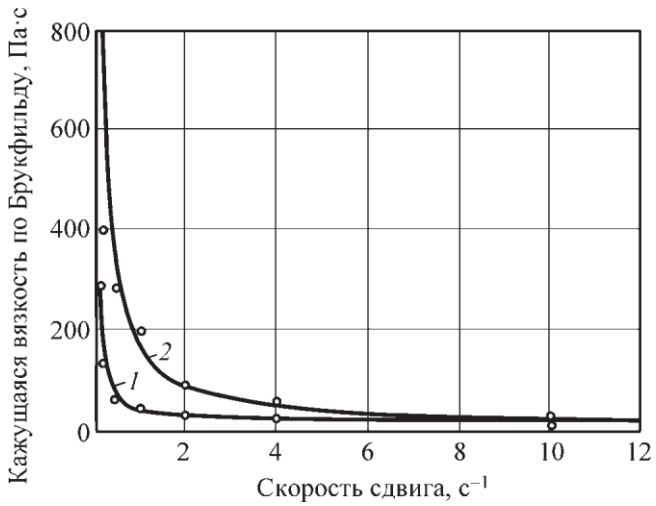
Знание этой экспериментальной зависимости полезно для прогнозирования поведения смазочных материалов в зоне деформации и расчета условий транспортирования смазок в различных технологических процессах (прокатка, волочение, штамповка, калибровка).

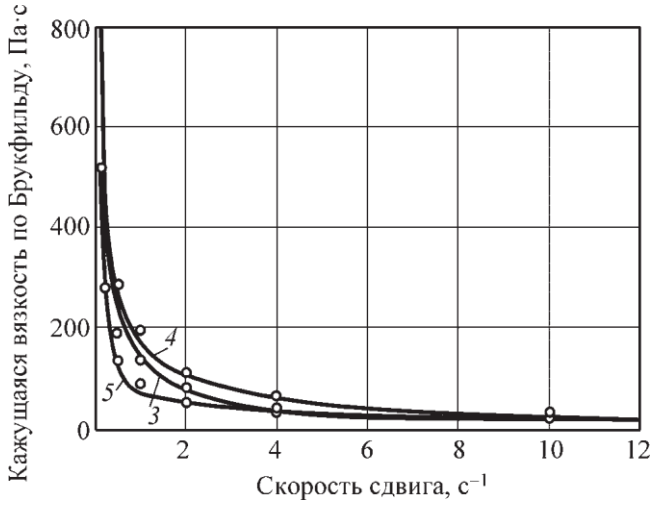
В процессе длительного хранения (3…4 мес) эффективная вязкость ВТС может повышаться в 1,5–2 раза по сравнению с нормативными показателями, но она легко снижается до приемлемого уровня путем простого механического перемешивания (шпатель, рамная мешалка).

Явление повышения эффективной вязкости в процессе хранения характерно для всех пластичных смазок, а не только ВТС, и связано с их тиксотропией – обратимым изменением структуры и механических свойств материала. Тиксотропия ВТС учтена при разработке методов их испытаний и отражена в нормативно-технической документации на смазки. Наличие тиксотропии не снижает смазочную эффективность композиции и гарантийный срок ее хранения.

Смазки подвергают испытанию по ускоренному методу определения коррозионного воздействия на металлы (ГОСТ 9.080–77) на пластинах из меди, стали, алюминия.

Наполненные ВТС типа "СИНЭРС-МФ" обеспечивают межоперационную защиту от коррозии отформованных деталей из углеродистых сталей в течение 3 мес.




**Зависимости эффективной вязкости модельных полигликолевых смазок марки "СИНЭРС" от скорости деформации при различном содержании мыльного загустителя, % мас.:**
*1* – 10; *2* – 12; *3* – 16; *4* – 18; *5* – "УНИОЛ-2М"

Смазки наносятся на поверхность заготовок различными способами: тампоном, кистью, валиком, с использованием централизованных систем подачи (станции автоматической подачи смазки). Для жидких смазок возможно распылительное нанесение на заготовки.

Нормы расхода ВТС при ручном способе нанесения (кистью) на поверхность заготовки для холоднолистовой штамповки составляют 50…100 г/м$^2$.

Благодаря составу, основанному на синтетических водорастворимых полимерах, и отсутствию в композициях минеральных масел, ВТС не зажиривают металлы в процессе формования, позволяя получать чистую поверхность изделий простой промывкой горячей водой. Остатки смазок с отформованной поверхности удаляются промывкой водопроводной водой (лучше мягкой) с температурой 65…75°С в течение 3…5 минут (погружной режим).

Промывные воды непахучи, нетоксичны, биоразлагаемы и при соответствующем разбавлении могут быть сброшены в канализацию. Растворы отработанных ВТС пригодны в качестве основы водных закалочных сред, противогололедных составов, моюще-диспергирующих, пылеподавляющих и антистатических агентов.

Вследствие исключения из цикла очистки изделий органических растворителей, щелочей и технических моющих средств достигается минимизация затрат на отделочные операции, значительная экономия энерго-материальных и трудовых ресурсов в условиях массового производства.

Водные растворы смазок марки "СИНЭРС" с концентрацией 5…20% можно применять в качестве смазочно-охлаждающих технологических средств при прокатке и обработке металлов резанием.

В ФГУП "НИИ полимеров им. академика В.А. Каргина" (г. Дзержинск) созданы и эксплуатируются опытно-промышленные установки получения водорастворимых технологических смазок многоцелевого назначения. Разработанная гибкая модульная технологическая схема позволяет получать жидкие, полужидкие и пластичные ВТС с эффективной вязкостью 1…100 Па·с с учетом конкретных требований заказчиков.

Вязкостно-прочностные и жидко-текучие свойства ВТС в определенных пределах могут регулироваться потребителями на производственных участках путем контролируемого разбавления товарных продуктов водой в условиях интенсивного перемешивания.

Для оценки эффективности ВТС марки "СИНЭРС" относительно традиционных смазочных материалов проводили опытно-промышленные испытания данных смазок при изготовлении деталей из высоколегированных хромоникелевых сталей методом глубокой холодной вытяжки.

Сравнительную эффективность ВТС определяли замером сил вытяжки и съема детали с пуансона, которые регистрировались по давлению в гидравлической системе при рабочем и обратном ходе ползуна пресса.

Результаты испытаний показали, что ВТС марки "СИНЭРС" снижают рабочую силу и силу съема при формовании деталей типа "стакан" на 20…25% по сравнению с использованием коллоидно-графитовых препаратов марок ПСВ и В1. При этом внутренняя и наружная поверхность деталей получалась гладкой, без задиров и царапин.

По сравнению с широко применяемыми индустриальными маслами, масляно-графитовой смазкой и т.п. продуктами, использование смазок марки "СИНЭРС" в процессах холодной обработки металлов давлением позволяет:

• уменьшить шероховатость поверхности изделий;

• получить более качественные детали при вытяжке на предельных коэффициентах вытяжки (избе-

жать появления дефектов в виде разрывов или отрыва дна);

• повысить ресурс оснастки на 20…25%;

• снизить до 50% трудозатраты на межоперационную полировку матриц;

• снизить на 20…25% норму расхода смазки на единицу поверхности, относительно смазок на нефтяных маслах.

В настоящее время ВТС марки "СИНЭРС" применяют в автомобильной промышленности и транспортном машиностроении для формования кузовных деталей из углеродистых сталей марок 08Ю, 08пс, 08кп, 08ГСЮТ, 09Г2С, 10, 20 из листовых заготовок толщиной 0,8…5,0 мм.

В авиационной промышленности смазки используют для штамповки и вытяжки разнообразных деталей из сталей 10М, 30ХГСА, коррозионно-стойкой стали 12Х18Н10ТМ, алюминиевых сплавов АМц, АМг, Д16, Д19, АД1, В95, титановых сплавов ВТ1-0 , ОТ4 с толщиной заготовок 0,3…2,0 мм, а также при механической обработке деталей: нарезание резьбы, развертывание отверстий, калибровка проволоки, навивка втулок.

В процессе штамповки деталей смазки марки "СИНЭРС" уменьшают силу прессования, снижают износ штамповой оснастки, улучшают качество готовых деталей, не дают пригара во время термообработки.

Водорастворимые технологические смазки находят применение на предприятиях медицинской, электротехнической промышленности, приборостроения, специального машиностроения, в процессах волочения, штамповки, прессования, калибровки деталей из углеродистых, коррозионно-стойких сталей, алюминиевых сплавов, меди М3, латуней ЛС-59, Л63. Имеется положительный опыт использования ВТС при производстве пожаротехнического, вентиляционного и теплообменного оборудования.

*Игорь Васильевич Петрухин, ст. науч. сотрудник,*
niip@kis.ru;
*Валерий Анатольевич Фомин, д-р хим. наук;*
*Валерий Михайлович Панченко,*
*начальник отдела сополимеризации цеха ПВХ*