

УДК 621.89

Яровая И. А.

ПОСТРОЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС) являются необходимым элементом современного технологического процесса, создающим большой резерв повышения производительности и качества обработки. Организация и техника применения СОТС является одним из важных аспектов проблемы использования СОТС в обработке материалов резанием. Это вызвано тем, что в условиях роста производства и потребления значительно ужесточились как экономические, так и социально-гигиенические требования к производственным процессам. В связи с этим вопросы выбора СОТС являются особенно актуальными.

В изучении вопроса о СОТС большое значение имеют работы П. А. Ребиндера и Б. В. Дерягина [1, 2]. Эти работы показали, что именно смазки, которые содержат поверхностно-активные вещества, принимают активное участие в процессе резания. Активные жидкие смазки вследствие их взаимодействия с металлом быстро притягиваются и ориентируются на поверхности металла, то есть создают эффект смазывания поверхности, чем облегчают процесс резания. Кроме того, поверхностно-активные вещества в смазочных материалах благоприятствуют уменьшению механического сопротивления (пластических и упругих деформаций) обрабатываемого материала (эффект Ребиндера). В металлообработке применяют СОТС в твердом, жидком и газообразном состоянии, различного состава и различных физико-химических свойств. Разнообразие свойств и структур материалов, применяющихся в качестве СОТС, усложняет выбор. В ряде работ, посвященных СОТС, предложены классификации смазочно-охлаждающих жидкостей [3, 4]. Тем не менее, единой общей классификации СОТС не существует.

Целью работы является создание единой классификации смазочно-охлаждающих технологических средств, упорядочивающей выбор СОТС, наилучшим образом отвечающих требованиям технологического процесса. Для этого необходимо рассмотреть все наиболее характерные признаки СОТС, выявить их общности и сгруппировать по этим общностям.

Фактически любое СОТС является дисперсной системой, поскольку состоит из двух и более фаз, не реагирующих между собой химически. В такой системе недорогая связующая основа выполняет роль дисперсионной среды, а всевозможные добавки и легирующие присадки являются дисперсной фазой.

Основная масса СОТС представляет собой жидкие среды. В этом случае они называются смазочно-охлаждающими жидкостями (СОЖ). Смазочно-охлаждающие жидкости являются самой распространенной технологической средой при обработке материалов, что обусловлено их более высокой (по сравнению с твердыми и пластичными смазочными веществами) охлаждающей, проникающей и моющей способностью, а также экономичностью и доступностью. По химической структуре СОЖ делятся (рис. 1) на углеводородные составы, эмульсионные жидкости и водные СОЖ [3].

К углеводородным средам относят минеральные и растительные масла. Иногда используют компаундированные системы – смеси минеральных и растворимых масел. Чистые минеральные масла малоэффективны при резании, а растительные масла дороги и дефицитны, поэтому для получения СОЖ с заданными свойствами в минеральную базовую основу вводят различные легирующие добавки, называемые присадками. Присадки по характеру действия подразделяют следующим образом [5]:

- антифрикционные (снижающие коэффициент трения между обрабатываемым изделием и инструментом);
- противоизносные (снижающие износ инструмента);
- противозадирные (предотвращающие заедание и схватывание материалов инструмента и изделия);
- моющие (препятствующие оседанию и адгезии загрязнений);
- антикоррозионные (снижающие коррозионное действие масел);
- вязкостные (повышающие вязкость и изменяющие индекс вязкости);
- антипенные (ингибирующие пенообразование);
- специальные (трибополимеризующиеся, антискачковые, насыщающие взаимодействующие материалами продуктами распада, облегчающие диспергирование);
- многофункциональные (повышающие свойства масел по нескольким показателям).

В качестве присадок для улучшения технологических качеств масел в чистом виде и комбинациях применяют следующие виды соединений:

- поверхностно-активные присадки: животные, растительные жиры, жирные кислоты;
- химически активные присадки: органические соединения серы, хлора, фосфора, металлов (свинцовые мыла, сернистые соединения молибдена и вольфрама, органические соединения цинка);
- соединения, содержащие несколько активных компонентов.



Рис. 1. Классификация смазочно-охлаждающих жидкостей

К углеводородным СОЖ относят также органические растворители: керосин, смеси минеральных масел с олеиновой кислотой, четыреххлористый углерод и другие.

Эмульсии представляют собой дисперсные системы, состоящие из двух жидкостей, не растворимых или малорастворимых друг в друге [3]. В зависимости от того, какая из жидкостей системы является дисперсной фазой, различают эмульсии масла в воде и эмульсии воды в масле. В настоящее время наиболее широко применяют эмульсии типа «масло в воде». Концентрат эмульсии, разбавляемый водой, называют эмульсолом. Современные эмульсолы являются сложными коллоидными системами, имеющими в своем составе эмульгаторы, активные присадки, ингибиторы коррозии, бактерицидные добавки и другие компоненты [4].

Когда молекулы минерального масла, малорастворимых ингибиторов коррозии полностью включаются в молекулярные агрегаты (мицеллы) эмульгатора, при растворении эмульсола в воде образуются прозрачные водные мицеллярные растворы, называемые растворимыми маслами. Применение растворимых масел имеет значительные перспективы, поскольку они обладают антикоррозионными свойствами и по причине прозрачности позволяют наблюдать за ходом обработки.

Водные СОЖ подразделяют на электролиты, водные растворы полимеров и поверхностно-активных веществ и суспензии [3]. Применяют также комбинированные составы, содержащие одновременно растворы солей и ПАВ.

Твердые технологические смазки (ТТС) представляют вторую по частоте использования группу СОТС. В качестве ТТС используют следующие виды веществ [4, 6]:

- неорганические материалы со слоистой (ламеллярной) структурой; к ним относят тальк, слюду, графит, дисульфиды молибдена, вольфрама и титана, буру, нитрит бора, бромиды олова и кадмия, сульфат серебра, иодиды висмута, никеля и кадмия, фталоцианин, селениды и теллуриды вольфрама [1];

- твердые органические соединения, такие, как мыла, воски, твердые жиры;

- полимерные пленки и ткани (нейлон, полиэтилен, полиамид, политетрафторэтилен, полифенилсилоксаны, термопластичные и фторированные полимеры;

- металлические пленочные покрытия (медь, латунь, свинец, олово, барий, цинк);

- лед и перешедшие при низких температурах в твердое состояние жидкости и газы.

Многие из перечисленных твердых веществ (слоистые материалы, порошки металлов и полимеров) могут применяться не только как самостоятельное смазочное средство, но и как наполнитель или присадка к пластичным, жидким и газообразным СОТС [7].

Из перечисленных неорганических материалов наибольшее распространение приобрели графит и дисульфид молибдена [4].

Твердые органические соединения применяются чаще всего в качестве основы (дисперсионной среды) для изготовления твердосмазочных карандашей, брикетов или в качестве компонента пластичных и жидких СОТС. Для этих целей используют твердые мыла, воски, парафины, церезины, твердые животные и синтетические жиры [4].

Составы ТТС, в которых в качестве базового компонента используется стеариновая связка [8], близки природным веществам типа воска, однако возможно их применение в виде эмульсий при производстве СОЖ.

Органические соединения используют также в качестве пленкообразующего и связующего компонента при предварительном нанесении на рабочую поверхность металлического инструмента твердых антифрикционных покрытий или при пропитке абразивного инструмента. В качестве таких компонентов применяются различные смолы (эпоксидные, мочевиноформальдегидные), а также кремнийорганические и другие соединения. Полимерные пленки, нанесенные на рабочую поверхность инструмента, способны значительно снизить коэффициент трения, повысить износостойкость, предотвратить схватывание. Пленки могут быть предварительно нанесены или непрерывно возобновляться в процессе обработки, например натиранием. При горячей штамповке и прессовании металлов в качестве смазочных средств можно использовать не только полимерные пленки (нейлон, полиэтилен, полиамид, тетрафторэтилен и другие), но и минеральные и органические ткани, пропитанные различными антифрикционными композициями.

Металлические пленочные покрытия могут выполнять роль ТТС, если они образованы из металлов и сплавов более мягких, чем деформируемый обрабатываемый материал [4]. Трудность удаления металлических покрытий с поверхности изделий и высокая стоимость ограничивают их применение в машиностроении преимущественно операциями обработки металлов давлением (прессование, чеканка, волочение).

В ряде случаев целесообразно использовать так называемые металлоплакирующие смазочные материалы, представляющие собой высокодисперсные порошки мягких металлов, например свинца или бронзы. Металлоплакирующие смазочные материалы позволяют в условиях трения скольжения реализовать эффект избирательного переноса, снижая коэффициент трения на 20–30 % и повышая противозадирную стойкость трущихся пар [1].

Пластичные (консистентные) смазочные материалы (ПСМ) – густые мазеобразные продукты, занимающие промежуточное положение между твердыми и жидкими смазочными материалами. ПСМ обладают рядом свойств, которые отличают их как от твердых упругих тел, так и от вязких жидкостей. Основным специфическим свойством ПСМ является упруго-вязкопластический характер деформирования под нагрузкой, то есть ПСМ – это реологические сложные жидкости, что обусловлено наличием структурного каркаса, образованного загустителем в дисперсионной (базовой) среде [4]. Пластичные смазочные материалы получают загущением минеральных и синтетических масел или их смесей с помощью различных загустителей, содержание которых колеблется в пределах 5–30 %. Поскольку именно загуститель определяет основные эксплуатационные характеристики ПСМ, классифицировать их принято по свойствам загустителя [9]. Используют в основном четыре вида загустителей: мыльные, углеводородные, неорганические и органические.

Мыльные загустители представляют собой мыла – соли высших жирных кислот. ПСМ на кальциевых мылах называются солидолами, на натриевых – консталинами. Применяются также натриево-кальциевые, литиевые, алюминиевые и другие мыла [1]. Углеводородные загустители представляют собой твердые углеводороды (парафины, церезины) [9]. Неорганические загустители – специально обработанные глины различного происхождения: бентониты, силикагель и другие минеральные продукты. Органические загустители – это различные пигменты (красители), производные мочевины, полимеры и другие. Кроме основы и загустителя ПСМ содержат в небольшом количестве присадки, добавки, свободные щелочи и кислоты, а также диспергаторы.

Газообразные смазки применяют в виде чистых газов (углекислого газа, азота, кислорода, воздуха) или в смеси с частицами твердых или жидких смазок. Газы могут иметь нормальную или отрицательную температуру (до температур перехода в жидкое состояние). В последнем случае увеличивается отвод тепла, охрупчивается поверхность изделия, что улучшает обрабатываемость, снижает тепловыделение [3, 4].

Твердые смазочно-охлаждающие вещества применяют в виде добавок к газовым СОТС. Как правило, это частицы графита или дисульфита молибдена в виде порошков, мазей, наносимых на поверхность инструмента, а также в виде пленочных покрытий (например, никель-фосфорные покрытия инструмента из быстрорежущих сталей) [3].

По результатам анализа классификационных признаков, учитывая опыт стандартизации, представляется возможным построить единую классификацию СОТС. Метод построения классификации основан на дедуктивном разделении классифицируемого множества на подмножества (от общего к частному) по подчиненным и соподчиненным признакам. Этим достигается конкретизация признаков СОТС на каждой последующей ступени классификационного деления и обеспечивается создание четкого распознавательного образа для тематического поиска СОТС.

Единая классификация СОТС (рис. 2) состоит из четырех классификационных групп, характеризующих агрегатное состояние дисперсионной среды СОТС:

- смазочно-охлаждающие жидкости;
- твердые технологические смазки;
- пластичные смазочные материалы;
- газы.

В классификационную группу смазочно-охлаждающих жидкостей отнесены водные СОЖ, эмульсии и углеводородные составы.

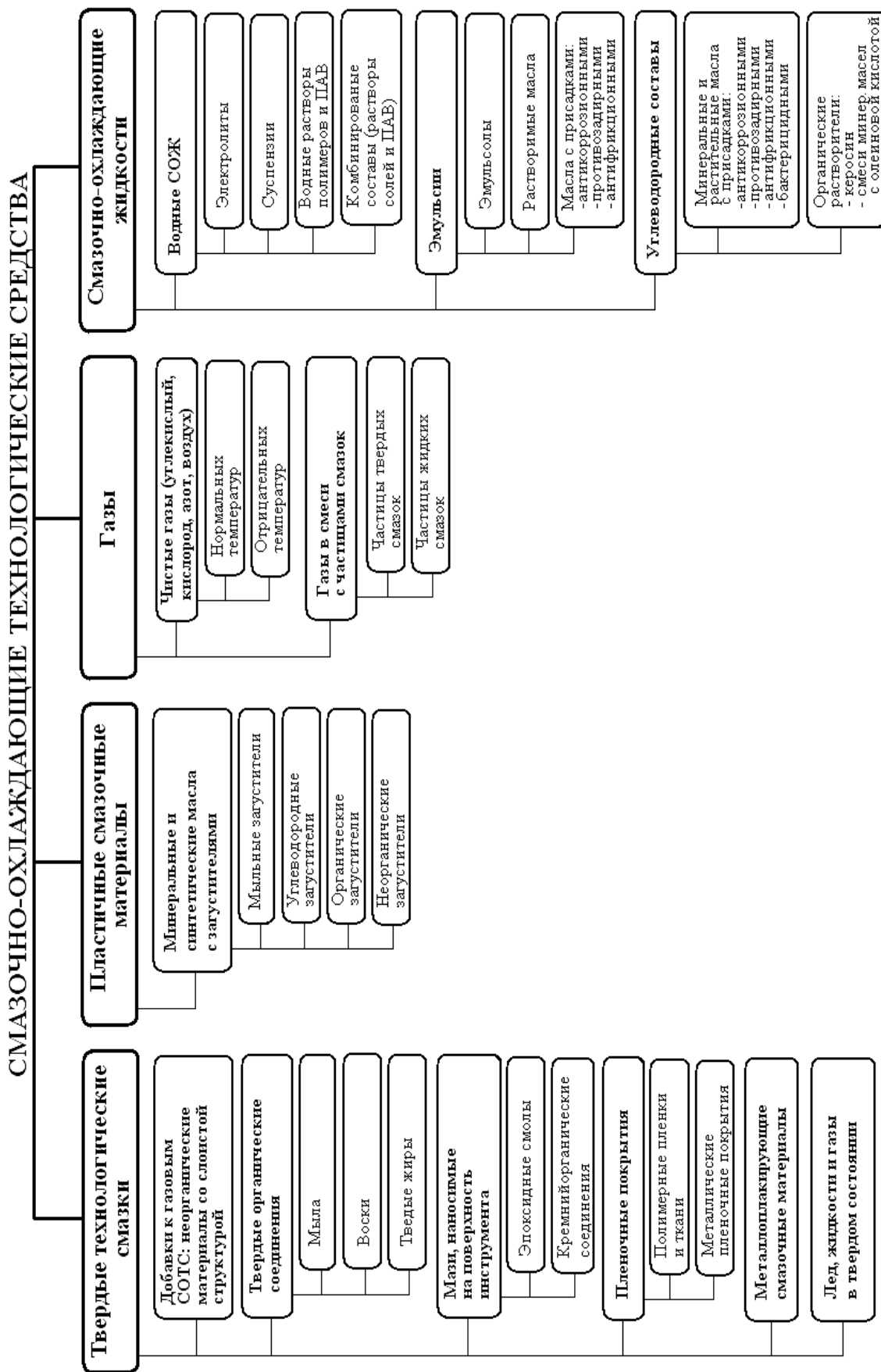


Рис. 2. Классификация смазочно-охлаждающих технологических систем

В классификационную группу твердых технологических смазок объединены следующие классификационные признаки: добавки к газовым СОТС, твердые органические соединения, мази, наносимые на поверхность инструмента, пленочные покрытия, металлоплакирующие смазочные материалы, лед, жидкости и газы в твердом состоянии.

В классификационную группу пластичных смазочных материалов отнесены минеральные и синтетические масла с загустителями.

В классификационную группу газов отнесены чистые газы, газы в смеси с частицами смазок.

Каждая классификационная группа объединяет в себе классификационные признаки, характеризующие химический состав дисперсной фазы СОТС, а следовательно, и назначение самого СОТС. Каждый классификационный признак имеет ряд собственных значений. Таким образом, предлагаемая иерархическая классификация является двухступенчатой.

Построенная единая иерархическая классификация систематизирует информацию о смазочно-охлаждающих технических средствах и облегчает ее использование при проектировании. Она создает предпосылки для решения следующих задач: анализ номенклатуры СОТС по физико-химическим свойствам; группирование СОТС по физико-химическим свойствам для разработки типовых методик проектирования технологических процессов обработки металлов резанием. На основе предложенной классификации может быть создана система классификации и кодирования СОТС, предназначенная для унификации и стандартизации самих СОТС и процессов их изготовления.

ВЫВОДЫ

Для создания единой классификации СОТС проведен их обзор и анализ, рассмотрены наиболее характерные признаки, выявлены их общности и проведено группирование по этим общностям.

Показано, что наиболее характерными классификационными признаками СОТС являются агрегатное состояние дисперсионной среды и химический состав дисперсной фазы.

Предложена единая иерархическая классификация, систематизирующая информацию о смазочно-охлаждающих технических средствах и облегчающая ее использование при разработке типовых методик проектирования технологических процессов обработки металлов резанием.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ребиндер П. А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика. Избранные труды / П. А. Ребиндер. – М. : Наука, 1979. – 384 с.
2. Дерягин Б. В. Поверхностные силы / Б. В. Дерягин. – М. : Наука, 1985. – 400 с.
3. Смазочно-охлаждающие технологические средства и их применение при обработке резанием : справочник / под общ. ред. Л. В. Худобина. – М. : Машиностроение, 2006. – 544 с.
4. Бердичевский Е. Г. Смазочно-охлаждающие технические средства для обработки материалов / Е. Г. Бердичевский. – М. : Машиностроение, 1984. – 224 с.
5. Резников В. Д. Краткий справочник по свойствам смазочных материалов и топлив / В. Д. Резников. – М. : Машиностроение, 1985. – 195 с.
6. Курчик Н. Н. Смазочные материалы для обработки металлов резанием / Н. Н. Курчик, В. В. Вайниток, Ю. Н. Шехтер. – М. : Химия, 1972. – 312 с.
7. Папок К. К. Словарь по топливам, маслам, смазкам, присадкам и специальным жидкостям / К. К. Папок. – М. : Химия, 1975. – 392 с.
8. Кремнев Г. П. Повышение эффективности процесса сверления отверстий малого диаметра / Г. П. Кремнев, В. Б. Наддачин // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. – Харків, 2009. – Вип. 81. – С. 170–172. – (Серія «Технічні науки»).
9. Школьников В. М. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Справочник / В. М. Школьников. – М. : Издательский центр «Техинформ», 1999. – 600 с.

Статья поступила в редакцию 28.09.2012 г.