

М. И. Зубрицкий, С. В. Дубанов

**ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ И ПОВЕДЕНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ
ЖИДКОСТЕЙ В КОНТАКТЕ С ПОВЕРХНОСТЬЮ МЕТАЛЛА
(РАЗРАБОТКА НОВЫХ СМАЗОК ДЛЯ ВОЛОЧЕНИЯ
ПРОВОЛОКИ)**

Проведены экспериментальные исследования по изучению возможности использования растворов различных высокомолекулярных веществ (органических полимеров, силикатов, поверхностно-активных веществ и др.) в качестве компонентов технологических жидкостей для механической обработки металлов и стекла. Установлено, что высокая эффективность растворов сополимера акриламида с акрилатами аммония и натрия при механической обработке стекла обусловлена как эффектом Ребиндера, так и механохимическими реакциями, облегчающими диспергирование стеклянной поверхности. Изучена перспективность использования водных бинарных растворов силиката натрия и натриевых мыл как основы новых СОЖ для механической обработки металлов и исследованы их основные физико-химические и функциональные свойства.

Введение. Тонкие пленки жидкостей, толщина которых соизмерима с радиусом действия энергетических полей поверхности твердого тела, существенно изменяют свою структуру и свойства. Поле поверхностных сил твердых тел в основном обусловлено силами молекулярной и электрической природы, обладающими существенно различным дальним действием. По результатам исследований А.С. Ахматова, Б.В. Дерягина, А.Д. Зимона радиус действия поверхностных сил распространяется на расстояние до 1 мкм, а в некоторых случаях их действие можно проследить до расстояния 10 мкм и даже более. Например, особые граничные свойства тонких пленок воды начинают проявляться при толщинах около 1,5 мкм.

Эти новые свойства жидкостей следует рассматривать как приобретенные ими под действием энергетического поля поверхности, что дает основание говорить об особом «граничном состоянии» вещества. Еще более выраженных аномальных свойств следует ожидать при помещении жидкости в узкий зазор, когда оно испытывает действие двух поверхностей твердого тела, поля которых накладываются друг на друга. В результате такой суперпозиции могут существенно изменяться (иногда избирательно) механические, реологические, теплофизические и др. свойства жидкости.

Техническими примерами таких систем являются, смазки между поверхностями трения и смазочно-охлаждающие жидкости в зоне резания. При динамическом контакте металлических поверхностей (в сочетании с тепловым воздействием) такие структуры будут трансформироваться или разрушаться. При этом разрушение молекулярно-упорядоченных структур, например, в смазочных материалах, как правило, приводит к ухудшению их функциональных свойств. Организовать молекулярную структуру материала и придать ему динамическую стабильность можно с помощью целенаправленно подобранных модификаторов и функциональных добавок, в первую очередь поверхностно-активных веществ.

Поэтому изучение процессов трансформации физико-механических, реологических, теплофизических и др. свойств многокомпонентных жидкостей при их помещении в малые объемы, т. е. при их переводе в состояние граничных слоев может послужить основой для разработки методов управления структурой и свойствами новых смазочных материалов и технологических жидкостей. Решению отдельных аспектов этой обширной, актуальной и важной проблемы и посвящено данное исследование.

Цель работы. Целью настоящей работы является:

– разработать методику исследования физико-химических и реологических свойств тонких слоев жидкостей, преимущественно водных растворов полимеров, поверхностно активных веществ растворов и масляных эмульсий;

– изучить процессы перехода многокомпонентных жидкостей в состояние граничных слоев и их реологические и физико-химические свойства;

– исследовать влияние природы и состояния твердой поверхности металла на кинетику перехода контактирующих многокомпонентных жидкостей в состояние граничных слоев;

– изучить влияние поверхностно-активных веществ на формирование устойчивых молекулярно-организованных структур в исследуемых растворах под действием энергетических полей твердых тел;

– выдать практические рекомендации по разработке составов и технологий получения новых смазочных и смазочно-охлаждающих технологических жидкостей;

– разработать составы новых смазочных жидкостей преимущественно для волочения проволоки и провести их опытно-промышленную проверку.

Результаты исследования и их обсуждение. Накопленные к настоящему времени знания о структуре, свойствах и поведении жидкостей вблизи фазовых поверхностей раздела, в поле поверхностных сил касаются в большинстве своем простых жидкостей. Обнаружены и описаны закономерности изменения вязкоупругих, кинетических, теплофизических, смачивающих и других свойств широкого круга жидкостей при контакте с твердыми поверхностями различных материалов [1–2]. Установлено, что в отсутствии температурного градиента жидкость закономерно движется в более узкие зазоры. Однако, в работе [3] показано, в ряде практически важных приложений температурные условия на стенках могут оказаться неравновесными, а именно, когда более сближенные участки ограничивающих поверхностей разогреты сильнее (например, пятна контакта при трении и резании). В этом случае может появиться составляющая капиллярного давления, вытягивающая жидкость из зазора. Для механизма смазочного действия, например, это достаточно неблагоприятная ситуация, когда те участки поверхности, которые больше всего нуждаются в смазке, лишаются ее. Поэтому требуется более детальное изучение физических свойств многокомпонентных жидкостей в контакте с твердым телом. Для решения этих проблем необходима разработка новых, более чувствительных методов исследований и проведение комплексных измерений разными методами свойств различных жидкостей вблизи хорошо охарактеризованных твердых поверхностей.

Интересные работы в этой области проводились в Институте механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси в том числе и с участием одного из авторов данного проекта [4, 5]. В частности, проводились исследования по определению радиуса действия поверхностных сил дисперсных частиц различной природы; по изучению влияния поверхности твердых тел на молекулярную подвижность смазок

и изучение свойств (реологических, теплофизических) разделительных смазочных слоев.

Авторами предлагаемого проекта проведены обширные экспериментальные исследования по изучению возможности использования растворов различных высокомолекулярных веществ (органических полимеров, силикатов, поверхностно-активных веществ и др.) в качестве компонентов технологических жидкостей для механической обработки металлов и стекла. В частности установлено, что высокая эффективность растворов сополимера акриламида с акрилатами аммония и натрия при механической обработке стекла обусловлена как эффектом Ребиндера, так и механохимическими реакциями, облегчающими диспергирование стеклянной поверхности [6]. Изучено влияние поверхностно-активных веществ на физико-химические параметры эмульсии рапсового масла в мыльном растворе при использовании последней в качестве технологической смазки при волочении медной проволоки [7]. Изучена перспективность использования водных бинарных растворов силиката натрия и натриевых мыл как основы новых СОЖ для механической обработки металлов и исследованы их основные физико-химические и функциональные свойства [8].

Однако полученные результаты носят преимущественно феноменологический характер, поэтому назрела необходимость проведения систематических исследований с целью разработки научно обоснованного механизма поведения многокомпонентных жидкостей в контакте с поверхностью металла, что послужит основой разработки новых технологических жидкостей для обработки металлов, в частности, новых смазок для волочения проволоки.

Выводы. Планируемые исследования позволят впервые сформулировать концепцию о свойствах и поведении некоторых многокомпонентных жидкостей в контакте с поверхностью металлов, в частности, в условиях механического и теплового воздействия с целью разработки методов управления термодинамической и термомеханической устойчивостью граничных слоев этих жидкостей.

Литература

1. Де Жен, П. Смачивание: статика и динамика // Де Жен П. – УФН. – 1987. – Т. 151, № 4. – С. 619–681.
2. Дерягин, Б.В. Поверхностные силы / Б.В. Дерягин, Н.В. Чураев, В.М. Муллер. – Москва: Наука. – 1985. – 268 с.
3. Зейтунян, Р.Х. Проблема термокапиллярной неустойчивости Бенара-Марангони / Р.Х. Зейтунян. – УФН. – 1998. – Т. 168, № 3 – С. 542–549.
4. Zlotnikov, I.I. Regulation of phase interaction in lubricants containing ultradispersed ceramic particles I.I. Zlotnikov [и др.] // NSBS-99: Proceedings of Intern. Conf. – Zielona Gora, Poland, 1999, p. 301–304.

5. Смуругов, В.А. Теплофизические свойства смазочных материалов при переходе их в состояние граничных слоев / В.А Смуругов [и др.] // Трение и износ. – 2002. – Т. 23, № 4. С. 455–459.

6. Злотников, И.И. СОЖ для механической обработки стекла на основе растворов полимеров / И.И. Злотников [и др.] // Трение и износ. – 2006. – Т. 27, № 6. – С. 655–658.

7. Зубрицкий, М.И. Разработка состава смазки для мокрого волочения медной проволоки / М.И. Зубрицкий, И.И. Злотников, А.И. Клименок / Проблемы непрерывной подготовки инженеров-педагогов: сборник материалов междунар. науч.-практ. конф., Мозырь, 15–16 декабря 2006 г. / Отв. ред. Л.Н. Бакланенко. – Мозырь: УО МГПИ им. И.П. Шамякина, 2007. – С. 98–101.

8. Злотников, И.И. Водорастворимые сож на мыльно-силикатной основе / И.И. Злотников [и др.] // Трение и износ. – 2006. – Т. 27, № 4. – С. 417–421.