

## ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

УДК 547.333.4; 661.181  
DOI 10.26456/vtchem2020.3.14

### СОЗДАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ И БЕЗОПАСНОЙ НЕЗАМЕРЗАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ

Н.В. Веролайнен, С.С. Капустина, В.А. Веролайнен

*Тверской государственный университет*

**Аннотация.** Проведено исследование составов и свойств стеклоомывающих жидкостей для пониженных температур, представленных на рынке. А также осуществлен подбор поверхностно-активных веществ и хладагента, для их дальнейшего использования в качестве основных компонентов при создании экологически безопасных не спиртовых стеклоомывающих жидкостей.

**Ключевые слова:** *поверхностно-активные вещества (ПАВ), незамерзающие стеклоомывающие жидкости, диметилсульфоксид, пропиленгликоль, сульфанола, неонол АФ (12).*

Омывающая жидкость – жидкость без которой запрещена эксплуатация автотранспорта, предназначенная для очищения лобового стекла. В холодные месяцы эксплуатация невозможна из-за замерзания воды.

Использование специальной жидкости для смачивания и очистки лобового стекла автомобиля в зимнее время стало привычным явлением для подавляющего большинства современных водителей.

За названием «незамерзающая жидкость для омывания стекол» скрывается спирт с некоторыми добавками. Общими признаками известных жидкостей является содержание в ней незамерзающего спиртосодержащего компонента - жирных (одноатомных) спиртов из алифатического ряда с содержанием атомов углерода от 1 до 3, поверхностно-активного вещества ПАВ и пакета технологических присадок (ингибитор, отдушка, краситель и т.д.). Как и ко всем продуктам, к омывающей жидкости предъявляют определенные требования качества и относительной безопасности.

В качестве спиртовой составляющей используют изопропанол и этанол. Недостатком спиртовых стеклоомывателей является их способность расслаиваться на лобовом стекле, в результате чего образуется ледяная пленка, кроме того при использовании таких составов металлические части автомобиля подвержены коррозионному

воздействию. Другим недостатком использования спиртов является наркотическое воздействие на центральную нервную систему организма человека и канцерогенные свойства [1].

Так, как спирты не способны растворять жировые и масляные загрязнения, для этого в стеклоомывающие жидкости вводят ПАВ - поверхностно-активные вещества, кроме того, стеклоомыватели содержат отдушки и красители для устранения неприятного запаха и цвета. ПАВ, отдушки, красители и другие добавки в составе омывающих жидкостей также могут быть вредными и токсичными для организма человека, других живых организмов и окружающей среды. Катионактивные ПАВ, как наиболее токсичные, практически не употребляются в составе стеклоомывающих жидкостей, чаще всего используют анионактивные ПАВ, как наиболее дешевые, а также, неионогенные ПАВ. Амфотерные или амфолитные ПАВ обладают хорошей поверхностной активностью и наиболее экологически безопасные, но очень дороги, что ограничивает их применение в составе стеклоомывателей [1].

Почти все смеси ПАВ неидеальны, но идеальная система всегда может быть принята за некоторый эталон. Подбор поверхностно-активных веществ, для создания эффективной смеси осуществляется по параметру взаимодействия  $\beta$  бинарных смесей ПАВ [2]. Параметр взаимодействия  $\beta$  получают экспериментально из значений ККМ и широко применяют для характеристики свойств смесей ПАВ. Для смесей, состоящих из неионогенных и ионных ПАВ с различными гидрофильными и гидрофобными группами, обычно наблюдаются отклонения от идеальных систем.

Синергизм в смесях ПАВ проявляется в улучшении или усилении свойств смеси (в сравнении с каждым из ПАВ в отдельности). Например, моющие средства, для производства которых применяются смеси анионных и неионогенных ПАВ. В данном случае неионогенное ПАВ предотвращает осаждение анионного, чувствительного к кальцию в жесткой воде. Моющие свойства таких продуктов значительно выше, чем у составов, содержащих лишь анионные или только неионогенные ПАВ.

Стеклоомывающие жидкости после омывания стекла могут попадать в подкапотное пространство автомобиля и вызывать коррозию металлических деталей кузова и других частей автомобиля, поэтому необходимо введение в состав стеклоомывающей жидкости антикоррозионной присадки [3].

Прогрессивным направлением является разработка современных не спиртовых экологически-безопасных незамерзающих

стеклоомывателей, содержащих синергические смеси поверхностно-активных веществ.

В настоящей работе исследованы свойства водных растворов поверхностно-активных веществ, подобраны концентрации хладагента для их дальнейшего использования в качестве основных компонентов при создании экологически безопасных не спиртовых стеклоомывающих жидкостей. А также были проанализированы составы промышленных незамерзающих жидкостей, которые использовались для сравнения с экспериментальными растворами.

### **Экспериментальная часть**

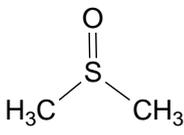
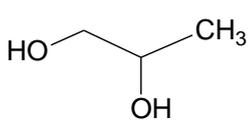
Для исследования состава и свойств были выбраны несколько промышленных незамерзающих жидкостей достаточно известных фирм Gleid Super Trofeo ( $-30^{\circ}\text{C}$ ), G-Drive ( $-20^{\circ}\text{C}$ ), Liqui Moly ( $-18^{\circ}\text{C}$ ). Все жидкости различаются заявленной температурой замерзания, но по основным компонентам состава все они схожи. Основой выбранных промышленных незамерзающих жидкостей является смесь изопропилового спирта и деминерализованной воды с добавлением поверхностно-активных веществ, различных добавок и стабилизаторов.

Для создания экспериментальной незамерзающей жидкости в качестве не спиртовой составляющей, были подобраны два хладагента диметилсульфоксид и пропиленгликоль. Диметилсульфоксид, его водный раствор нетоксичен, биоразлагаем и используется в фармацевтической промышленности. Пропиленгликоль используется в фармацевтической и косметической промышленности, в пищевой промышленности пропиленгликоль зарегистрирован в качестве пищевой добавки E1520, в отличие от этиленгликоля, практически не токсичен, не опасен при вдыхании паров и случайном приеме внутрь.

Подбор хладагентов осуществлялся исходя из их экологичности и безопасности, широкой применяемости в промышленности и относительно не дорогой себестоимости. Подобранные диметилсульфоксид и пропиленгликоль схожи по своим физико-химическим свойствам, что отражено в таблице 1.

Таблица 1

## Физико-химические характеристики хладагентов

Название	Формула	Mr	T <sub>кип</sub> , °C	T <sub>пл/кр.</sub> , °C	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>
Диметилсульфоксид (ДМСО) (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> SO		78,13	189	18,5	1,1004
Пропиленгликоль CH <sub>2</sub> (ОН)-CH(ОН)- CH <sub>3</sub>		76,09	187,4	-60	1,0363

Подбор поверхностно-активных веществ, для создания экспериментальной незамерзающей жидкости осуществляли по параметру взаимодействия  $\beta$  бинарных смесей ПАВ [2].

В работе исследовали поверхностное натяжение водных растворов смеси сульфанола и неанола АФ(12) в соотношениях 1:1 и 2:1 (таб. 2).

Графики зависимости поверхностного натяжения от концентрации растворов представлены на рис. 1.

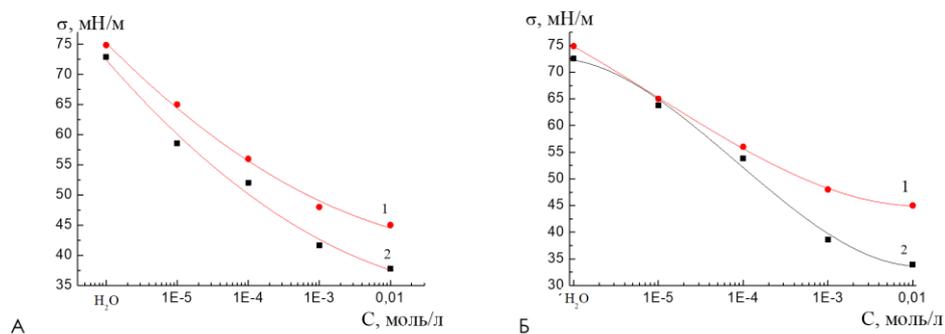


Рис. 1. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации водных растворов сульфанола (1) и смесей сульфанола и неанола (2) в соотношении (А) 1:1 и (Б) 2:1

Таблица 2

## Поверхностное натяжение смеси сульфанола и неонола АФ (12)

№	Соотношение ПАВ	Концентрация ПАВ, моль/л	Величина подъема жидкости в капилляре, мм	Поверхностное натяжение $\sigma$ , мН/м
20°C				
H <sub>2</sub> O	-	-	28	72,3
1	1:1	$1 \cdot 10^{-5}$	22,5	58,6
2	1:1	$1 \cdot 10^{-4}$	20	52,1
3	1:1	$1 \cdot 10^{-3}$	16	41,7
4	1:1	$1 \cdot 10^{-2}$	14,65	38,1
22°C				
5	2:1	$1 \cdot 10^{-5}$	27,3	63,8
6	2:1	$1 \cdot 10^{-4}$	23	53,823
7	2:1	$10^{-3}$	16,5	38,612
8	2:1	$10^{-2}$	15,6	36,475

Определение поверхностного натяжения водных растворов смесей подобранных анионных и неионогенных ПАВ позволило найти эффективное соотношение для составления экспериментальной жидкости, которое составило 2:1. Оказалось, что смесь в соотношении 2:1 снижала поверхностное натяжение водных растворов до 37 мН/м.

Из подобранных смесей поверхностно-активных веществ были составлены экспериментальные растворы незамерзающих жидкостей состоящих из эффективной смеси ПАВ и водного раствора хладагента.

Трехкомпонентные смеси на основе 30% раствора диметил-сульфоксида и 40 % раствора пропиленгликоля при нанесении на

стеклянные поверхности не замерзала при  $-25^{\circ}\text{C}$  в течение 24 часов. Трехкомпонентный состав смеси на основе диметилсульфоксида использовали в качестве экспериментальной жидкости для дальнейших испытаний.

Недостатком многих омывающих жидкостей на спиртовой основе является то, что незамерзающие компоненты являются агрессивными агентами и вызывают набухание резины, а также коррозию металлических частей.

В работе исследовали набухание резиновых пробок в незамерзающих жидкостях в течении 43 дней. Показано, что экспериментальная незамерзающая жидкость не подвергает набуханию резину по сравнению с промышленными образцами, которые способствуют прибавлению массы резиновых пробок.

Таблица 3

Набухание резины в экспериментальных и промышленных растворах

Количество дней	Масса резины, г			
	Gleid Super Trofeo (-30)	G-Drive (-20)	Liqui Moly (-18)	Эксп. раствор
0	3,936	3,770	3,479	3,332
7	3,963	3,804	3,511	3,341
14	3,974	3,820	3,525	3,345
20	3,980	3,829	3,535	3,346
28	3,988	3,838	3,546	3,348
43	3,998	3,850	3,560	3,353

Прибавление массы резиновых пробок в испытуемых образцах иллюстрирует график на рисунке 2.

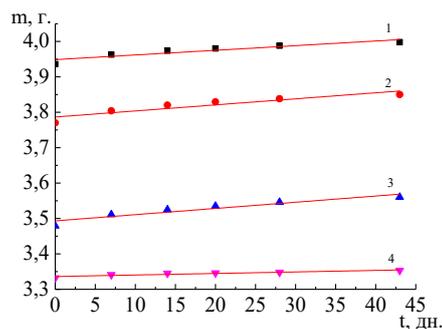


Рис. 2. Зависимость массы резины от количества дней проведенных в растворах незамерзающих жидкостей: 1 – «Gleid Super Trofeo» (-30 °С); 2 – «G-Drive» (-20 °С); 3 – «Liqui Moly» (-18 °С); 4 – экспериментальный раствор

Коррозионную активность испытуемых незамерзающих жидкостей наблюдали в течении 43 дней.

Под действием агрессивных сред промышленных жидкостей пластинки подверглись коррозии и уменьшили вес, результаты представлены в таблице 4.

Расчет скорости коррозии  $\rho$  г/м<sup>2</sup>\*сут производили по формуле:

$$\rho = \frac{\Delta m}{S\tau}$$

Таблица 4

Исследование коррозии облегченной стали

Названия раствора незамерзающей жидкости	Масса пластинки, г		Потери массы, $\Delta m$	Скорость коррозии, г/м <sup>2</sup> *сут
	Начальная	Конечная		
Gleid Super Trofeo (-30)	2,769	2,744	0,025	0,70
G-Drive (-20)	2,604	2,582	0,022	0,66
Liqui Moly (-18)	2,990	2,973	0,017	0,412
Экспериментальный раствор	2,939	2,933	0,006	0,16

Таким образом, подобранные в работе поверхностно-активные вещества сульфанол и неонол АФ(12) в соотношении 2:1 и 30% раствор диметилсульфоксида могут быть эффективно использованы для создания экологически-безопасной не спиртовой незамерзающей жидкости. Тогда как трехкомпонентный состав, в основе которого содержится 40% раствор пропиленгликоля, еще предстоит изучить.

### Список литературы

1. Хлесткова Н.В. Исследование свойств растворов одноатомных спиртов с целью выбора экологически менее вредных хладаносителей и растворителей // Экология промышленного производства. 2003, №1.
2. Ланге К.Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение / под науч. ред. Зайченко Л.П. СПб.: Профессия. 2005. С. 240.
3. Коррозия и защита от коррозии / под ред. Соколова П.Н. - М.: Химия, 1996.
4. ГОСТ 28084–89. Жидкости охлаждающие низкотемпературные. Общие технические условия; введ.1990 - 07 - 01. — Москва: Стандартформ, 2007.
5. Вережников В.Н., Гермашева И.И., Крысин М.Ю. Коллоидная химия поверхностно-активных веществ. – М.: Лань, 2015. 299 с.
6. Абрамзон А.А., Гаевой Г.М. Поверхностно-активные вещества. – Л.: Химия, 1979. 458 с.

*Об авторах:*

ВЕРОЛАЙНЕН Наталья Владимировна – кандидат химических наук, доцент кафедры органической химии химико-технологического факультета Тверского государственного университета, e-mail [nataliverolainen@mail.ru](mailto:nataliverolainen@mail.ru)

КАПУСТИНА Светлана Сергеевна – студентка 1 курса магистратуры химико-технологического факультета Тверского государственного университета, e-mail [sve\\_kap@mail.ru](mailto:sve_kap@mail.ru)

ВЕРОЛАЙНЕН Виолетта Андреевна – студентка 3 курса химико-технологического факультета Тверского государственного университета, E-mail: [vverolaynen@list.ru](mailto:vverolaynen@list.ru)

## CREATING A MODERN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY NON-FREEZING LIQUID

**N.V. Verolainen, S.S. Kapustina, V.A. Verolainen**

Tver state university

**Abstract.** In this article, a study of the composition and properties of winter glass-washing fluids on the market is carried out. Also, the selection of surfactants and refrigerants for their further use as the main components in the creation of environmentally friendly non-alcoholic glass-washing liquids was carried out.

**Keywords:** *surface-active substances (surfactants), non-freezing glasswashing liquids, dimethyl sulfoxide, propylene glycol, sulfanol, neonol AF (12)*