

- Киттель, Ч. Введение в физику твердого тела / Ч. Киттель. – М. : Наука, 1978. – 791 с.
- Анималу, А. Квантовая теория кристаллических твердых тел / А. Анималу; пер. с англ. Е. Л. Ивченко, А. Л. Эфроса. – М. : Мир, 1981. 574 с.
- Elliott, S. The Physics and Chemistry of Solids / S. Elliott. – Sussex : John Wiley & Sons, 1998. – P. 264–270.
- Шмидт, В. В. Введение в физику сверхпроводников / В. В. Шмидт. – М. : МЦНМО, 2000. – 416 с.
- Ашкрофт, Н. Физика твердого тела / Н. Ашкрофт, Н. Мермин. – М. : Мир, 1979. – Т.2. – 422 с.
- Сяо, Г. Nanostructures and Nanomaterial Synthesis, Properties, and Applications / G. Cao, Y. Wang. – New York : World Scientific, 2011. – 581 p.
- Katsnelson, M. Peculiarities of anharmonic lattice dynamics and thermodynamics of alkaline-earth metals / M. Katsnelson [et al.] // Philosophical Magazine B – 2001. – Vol. 81. – No. 12. – P. 1893–1913.
- De Launay, J. The theory of Specific Heats and Lattice Vibrations / J. de Launay // Solid State Physics Advances in Research and Applications – 1956. – Vol. 2. – P. 225–236.
- Панфилович, К. Б. Температуры Дебая жидких металлов / К. Б. Панфилович, Э. Э. Валева. // Теплофизика и аэромеханика. – 2012. – Т. 19. – № 6. – С. 799–802.
- Mitin, V. Quantum Mechanics for Nanostructures / V. Mitin, D. Semntsov, N. Vagidov; edited by V. Mitin. – Cambridge : University Press. – 2010. – 431 p.
- Авдейчик, С. В. Введение в физику наноконпозиционных строительных материалов / С. В. Авдейчик: [монография]; под ред. В. А. Лиопо, В. А. Струк. – Гродно : ГАУ, 2009. – 439 с.
- Нараи-Сабо, И. Неорганическая кристаллохимия / И. Нараи-Сабо. – Будапешт : изд-во Акад. наук Венгрии, 1969. – 504 с.
- Gray, D.E. American Institute of Physics Handbook / D. E. Gray (ed.). – New York : McGraw-Hill Book Company Inc., 1957. – P. 1541.
- Физические величины: справочник / А. П. Бабичев [и др.]; под ред. И. С. Григорьева, З. Михайлова. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – С. 148.
- Физическая энциклопедия / А. М. Прохоров [и др.]; под ред. А. М. Прохорова. – М. : Большая Российская энциклопедия, 1994. – С. 547.
- Справочные таблицы. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.fxzy.ru. – Дата доступа : 07.05.2018.
- Кикоин, И. К. Таблицы физических величин: справочник / И. К. Кикоин. – М. : Атомиздат, 1976. – С. 85–86.

Материал поступил в редакцию 17.01.2019

LYASHUK I.A., LIOPO V.A., HVISEVICH V.M., AUCHYNNIKAU Y.V., VERAMEICHYK A.I., NIKITIN A.V. The relationship of the Debye temperature settings properties of crystals

The Debye temperature θ_D is a characteristic of a substance that depends on the parameters: the composition of the substance, its structure, degree of defectiveness, size, etc., which is determined experimentally by the dependence of the heat capacity at a constant volume (C_V) on the temperature (T). This function according to the classical approximations for a wide temperature range has a constant value. The function $C_V = f(T)$ decreases monotonically during cooling. Above this temperature, the classical representation does not take into account the energy structure of the atom. Atoms are modeled by completely solid balls. At low temperatures, it is necessary to take into account that atoms are quantum oscillators with the same frequency (Einstein model) or with the frequency distribution $P_W = w^2$ of the Debye model. This approach is now prevalent. However, there is no unanimity in this direction. θ_D it depends on T , which is devoid of physical meaning. There are works dedicated to the θ_D melts. There are many attempts to determine θ_D the substance on the basis of known parameters. This fact suggests that it is not possible to take into account the whole set of parameters of the state of matter in any model. Even in theory, the Debye calculation formula θ_D required additional assumptions despite its simplicity. The aim of the work was to check the theoretical formula $\theta_D = \bar{U}(6\pi^2 n)^{1/3} \hbar / k$. As object of research was taken by the crystals of metals with point groups FCC and BCC. Value, where $N=4$ for FCC and $N=2$ for BCC. The values of θ_D , U , and a is taken from the physical reference. It was found that θ_D and U in different directories may differ by tens of percent. At the same time, the speed of sound can be determined by experimental θ_D and a . It is proposed to consider this value of the sound velocity as the main acoustic parameter, because θ_D and a does not depend on the shape of the sample, the variation of its composition and acoustic experiments. The results can be used in the field of nanotechnology and in the study of acoustic phenomena in crystalline materials.

УДК 621.92

Основин В. Н., Сергеев К. Л., Дубновицкий С. К.

ИССЛЕДОВАНИЕ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ РЕЦИКЛИНГА ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА, ДЛЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Введение. Ключевой задачей в металлообработке является улучшение показателей технологического процесса механической обработки поверхностей деталей, которая напрямую зависит от эффективности применяемых смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ).

Прежде всего это связано с ростом объемов использования новых и усовершенствованных материалов с повышенными механическими характеристиками и особыми физическими свойствами, обеспечением требований к качеству и точности обработки, широким применением

Основин Виктор Николаевич, к. т. н., доцент, заведующий кафедрой механики материалов и деталей машин Белорусского государственного аграрного технического университета.

Сергеев Кирилл Леонидович, ассистент кафедры механики материалов и деталей машин Белорусского государственного аграрного технического университета.

Беларусь, БГАТУ, 220023, г. Минск, проспект Независимости, 99.

Дубновицкий Сергей Константинович, магистр технических наук, директор филиала БрГТУ Пинский индустриально-педагогический колледж.

Беларусь, 225710, г. Пинск, ул. Иркутско-Пинской дивизии, 27.

новых технологий, высокопроизводительного станочного оборудования и инструмента на основе сверхтвердых материалов.

Номенклатура производимых СОЖ в Республике Беларусь быстро расширяется и в последние годы существенно изменилась. Это объясняется появлением большого количества небольших предприятий, занимающихся малотоннажным производством СОЖ, а также в узком ориентировании на конкретные технологические операции и материалы заготовок. В результате усложнился химический состав выпускаемых СОЖ, а также увеличилась стоимость как самих СОЖ, так и технологии их приготовления. Одним из важнейших направлений ресурсосберегающей деятельности является разработка и создание новых технологических процессов производства продукции технического назначения из вторичных сырьевых ресурсов, в частности, из отходов масложировой отрасли и технологической переработки древесного сырья.

В данной статье рассмотрено экспериментальное исследование составов СОЖ, созданных из вторичных сырьевых ресурсов на производительность обработки и качество обрабатываемых поверхностей при механической обработке металлов.

Современные СОЖ с высоким содержанием базовых нефтяных масел (40–80% состава) потребляются машиностроительными предприятиями в таком количестве, что это приводит к значительным расходам природных ресурсов и образованию значимого количества нефтесодержащих отходов. Накопление данных отходов в атмосфере, почве, водах может привести к необратимым изменениям природных экосистем, т. к. биоразлагаемость нефтепродуктов составляет около 30%. Кроме этого, нефтяные масла токсичны, взрывоопасны и негативно влияют на здоровье человека. Решение данной проблемы состоит в уменьшении либо полном исключении данных компонентов.

Известно [1, 2], что при переработке семян масличных культур и производстве растительного масла, маргариновой продукции и майонеза образуется определенное количество отходов, и вследствие этого, одной из нерешенных проблем является рациональное использование жировых отходов, таких как, soapстоки растительных масел, масленичный фуз, первичные жировые гудроны, смесь различных отходов и т. п. Установлено [3], что СОЖ, содержащие в своем составе растительные масла, жиры или их отходы, наносят минимальный ущерб человеку и окружающей среде и имеют 100%-ю биоразлагаемость и ежегодную воспроизводимость. Использование таких растительных масел, жиров, а также отходов и побочных продуктов их переработки возможно не только в металлообработке, а также при производстве многих присадок и топлив [4]. Одним из исследуемых составов является СОЖ ТУ 100185315.001-2012, включающая отходы масложировой промышленности, щелочные агенты, триэтаноламиновое мыло олеиновой кислоты и другие компоненты.

В деревообрабатывающей промышленности существует проблема рационального и полного использования всех составляющих древесины. В связи с этим возрастает значение комплексной химической переработки древесины, поскольку только таким путем можно добиться полной утилизации такого сложного по структуре и составу сырья. Химические технологии при этом имеют преимущества, связанные с возможностью утилизации всей биомассы дерева, низкокачественной древесины и разнообразных древесных отходов. Одним из побочных продуктов химической технологической переработки растительного древесного сырья на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности Республики Беларусь являются лигносульфонаты, которые широко используются в производстве строительных материалов, нефтяной и машиностроительной промышленности, агропромышленном комплексе и т. д.

В связи с этим вторым исследуемым составом является СОЖ на основе лигносульфонатов. Лигносульфонаты технические жидкие (ТУ 2455-028-00279580-2004) представляют смесь натриевых и магниевых солей лигносульфоновых кислот (с примесью редуцирующих и минеральных веществ), получаемых из щелоков бисульфитной варки целлюлозы [5]. Концентрат СОЖ для механической обработки содержит триэтаноламиновые эфиры, нитрит натрия, калия гидроксид, воду и дополнительно лигносульфонаты технические жидкие. Будучи водорастворимыми в любых соотношениях, технические лиг-

носульфонаты обладают универсальными свойствами поверхностно-активных веществ (ПАВ), которые незначительно понижают поверхностное натяжение воды и образуют стойкие эмульсии и пены, что значительно облегчает процессы механической обработки металлов. Целесообразность перехода вместо нефтяной основы СОЖ на продукцию из вторичных сырьевых ресурсов очевидна, поскольку химический синтез на базе натурального сырья позволяет получать многофункциональные присадки, обеспечивающие не только хорошие экологические свойства СОЖ, но и улучшающие технологические показатели при различных методах обработки.

Эмульсии СОЖ структурно представляют собой дисперсные системы, состоящие из дисперсной фазы и дисперсионной среды и являются соединением компонентов масляной фазы (молекулы органических масел и окруженные молекулы ПАВ в воде). Основной коллоидно-химической характеристикой таких жидкостей является дисперсность. Уменьшение размеров и увеличение количества масляных частиц дисперсной фазы СОЖ в процессе её эксплуатации приводит к повышению ее функциональных и эксплуатационных свойств в процессе различных видов обработки [6]. Процесс получения требуемой дисперсности достигается при использовании ультразвуковых (УЗ) устройств, принцип действия которых основан на использовании звуковых и ультразвуковых колебаний, создаваемых механическими и электромеханическими вибраторами. Вследствие акустических колебаний и эффекта кавитации обеспечивается получение частиц масляной фазы диаметром до 1 мкм [7].

Методика экспериментальных исследований. На первом этапе проведения экспериментальных исследований устанавливались кинетические закономерности изменения геометрических параметров дисперсной фазы после УЗ обработки (для эмульсии СОЖ на основе отходов масложировой промышленности) и варьирования процентного содержания в концентрате СОЖ соответствующих компонентов (для СОЖ на основе лигносульфонатов).

Для проведения данных исследований по установлению кинетических закономерностей изменения геометрических параметров (изменение средних размеров R_{cp} и количества частиц N масляной фазы) исследуемых СОЖ использовалась интегрированная среда обработки и анализа растровых изображений AutoScan Studio 3.0, которая предназначена для решения научных задач, связанных с анализом и обработкой цифровых изображений [8]. Для получения изображений частиц масляной фазы СОЖ применялся компьютерный микроскоп, изготовленный на базе микроскопа Микмед-6, предназначенный для исследования объектов в проходящем свете и оснащенный цифровой видеокамерой типа DCM 320, работающей совместно с персональным компьютером и спектральным осветителем высокого контраста типа ОС-16 ЦОМ с устройством управления режимами осветителя.

Второй этап эксперимента производственные испытания эмульсионной СОЖ при лезвийной обработке (СОЖ на основе отходов масложировой промышленности) и при магнитно-абразивной обработке (МАО) (СОЖ на основе отходов деревообрабатывающей промышленности).

Выходными показателями эффективности СОЖ при лезвийной обработке являлись: а) достигаемая шероховатость поверхности деталей, Ra_f , мкм; уменьшение шероховатости оценивали по отношению Ra_f/Ra_0 , где Ra_0 – показатель шероховатости до обработки; б) величина удельного съема материала, $\Delta G_{y\delta}$, г/см²·мин. Величину удельного съема определяли с помощью разности масс образцов до и после обработки. Образцы взвешивали на лабораторных весах ВК-1500. Шероховатость обработанной поверхности по параметру Ra определяли с помощью профилометра Mitutoyo Surftest SJ-201.

Для эмульсионных СОЖ при МАО измерение шероховатости Ra поверхности осуществлялось на профилографе-профилометре модели 252 «Калибр», взвешивание образцов проводилось на весах лабораторных ВЛТ-1 с точностью до 0,001 г; производительность процесса $\Delta G_{y\delta}$ определялось по величине удельного массового съема, мг/см²·мин. Значения показателей для данных условий МАО определялись как среднее арифметическое результатов замеров на пяти образцах.

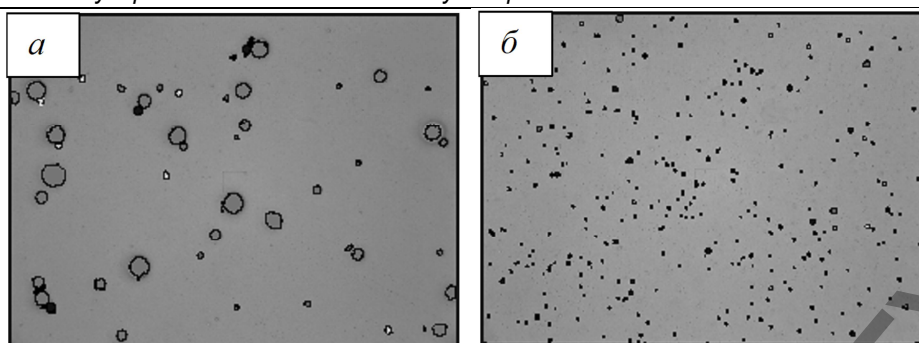


Рисунок 1 – Типичный вид масляной фазы эмульсии СОЖ на основе отходов масложировой промышленности до (а) и после УЗ диспергирования (б) (x40)

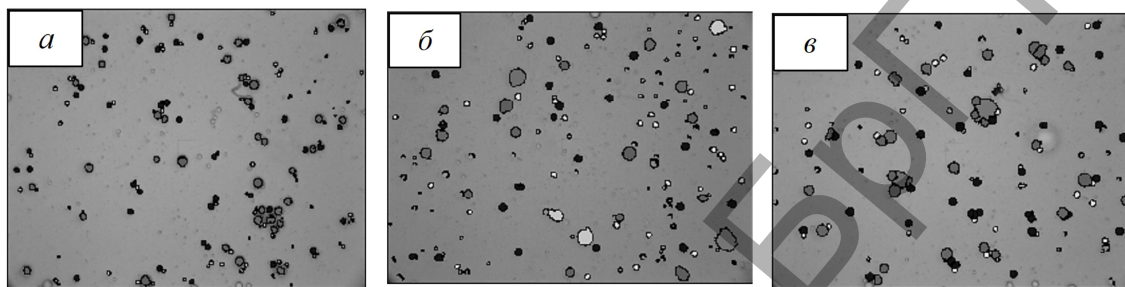


Рисунок 2 – Типичный вид масляной фазы концентрации $C_{\text{сож}} = 5\%$ для 7,5% (а), 10,0% (б) и 12,5% (в) содержания в исходном концентрате СОЖ лигносульфонатов при анализе программой AutoScan Studio 3.0 (x40)

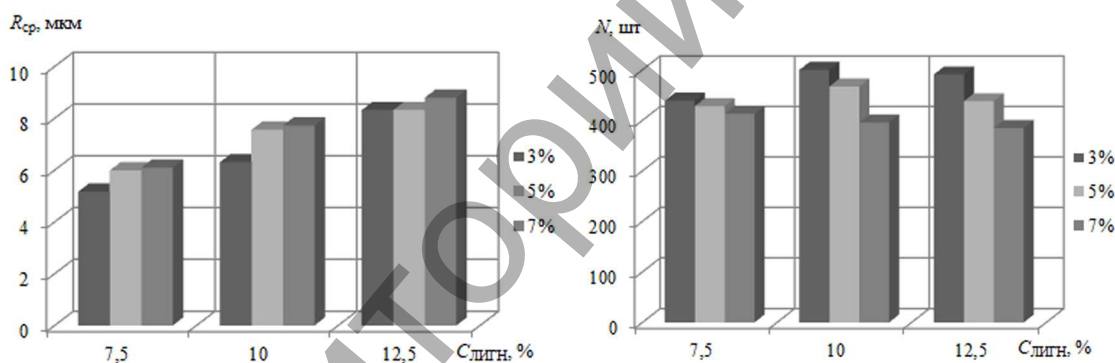


Рисунок 3 – Изменение среднего размера $R_{\text{ср}}$ и количества частиц N дисперсной фазы для различных концентраций $C_{\text{сож}}$ эмульсионной СОЖ на основе лигносульфонатов

Экспериментальная часть. На первом этапе экспериментов при лезвийной токарной обработке использовалась СОЖ на основе отходов масложировой промышленности. С предлагаемым составом СОЖ на основе отходов масложирового производства осуществляли процесс диспергирования с помощью УЗ диспергатора погружного типа по методике [9], аналогичной описанной ранее, после чего средний размер $R_{\text{ср}}$ масляных капель составлял приблизительно 1,5 мкм после УЗ диспергирования (рисунок 1).

При МАО на первом этапе экспериментов проводились исследования для эмульсии СОЖ на основе лигносульфонатов. Результаты экспериментальных исследований по определению изменений структурных характеристик масляной фазы СОЖ для различных концентраций СОЖ, $C_{\text{сож}}$ (3%; 5%; 7%) и $C_{\text{лигн}}$ лигносульфонатов в исходном продукте (7,5%; 10,0%; 12,5%) представлены на рисунках 2–4.

На втором этапе экспериментов оценка производительности обработки $\Delta G_{\text{уд}}$ и качества обрабатываемой поверхности Ra опытно-исследуемых СОЖ на основе отходов масложировой промышленности проводилась при чистовой обработке наружных поверхностей образцов цилиндрической формы из стали 45 (ГОСТ 1050-88). На основании ранее проведенных испытаний [10] наилучшие результаты по определению качества обрабатываемой поверхности показали: масляная СОЖ – МР-99, 5%-я эмульсия ЭТ-2 и синтетическая СОЖ – Аквол-10, с которыми были проведены сравнительные испытания.

Исходная шероховатость поверхности образцов составляла в среднем $Ra_0 \approx 5$ мкм. Эксперименты проводились на токарно-винторезном станке 16К20. Режимы обработки: глубина резания 0,5 мм, подача 0,09 мм/об, скорость резания 80 м/мин, время обработки 80 сек, частота вращения шпинделя 630 мин⁻¹.

Результаты проведенных испытаний при обработке металлов резанием представлены в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Сравнительные показатели производительности обработки $\Delta G_{\text{уд}}$ и шероховатости поверхности Ra при использовании различных видов СОЖ

Вид СОЖ	$\Delta G_{\text{уд}}$, г/см ² ·мин	Ra_f / Ra_0
Исследуемый образец	4,59	0,57
ЭТ-2	4,17	0,61
МР-99	4,37	0,60
Аквол-10	5,06	0,64

Второй этап при МАО – сравнительные испытания предлагаемых и известного концентрата СОЖ. Прототип – СОЖ для использования на финишных операциях [11]. Для МАО использована трехпроцентная эмульсионная СОЖ. Образец 1 – $C_{\text{лигн}} = 7,5\%$, образец 2 и 3 – 10,0% и 12,5% соответственно.

Общая информация	
Обработано изображений	3
Площадь изображений	553824.037 кв.мкм
Площадь обработки	553824.037 кв.мкм
Информация о каплях	
Количество капель	385
Площадь капель	25958.2607 кв.мкм
Средний диаметр	8.8023 мкм
Средний объемный диаметр	11.1311 мкм
Минимальный объем	4.9209 куб.мкм
Средний объем	722.1344 куб.мкм
Максимальный объем	8664.9917 куб.мкм
Дисперсия выборки объема	1742131.5
СКО выборки объема	1319.8983
Дисп. совокупности объема	1737594.7
СКО совокупности объема	1318.1786
СКО от среднего для объема	67.3558
Относ. ошибка объема	0.0933
Информация о классах	
Количество классов	10
Класс с макс. суммой объемов	9

Класс	Цвет	Объектов	%Коллич	%Массы	Средний габарит, мкм
1	Yellow	26	6.75	0.26	[0; 3]
2	Orange	94	24.42	3.46	[3; 6]
3	White	99	25.71	14.48	[6; 9]
4	Blue	85	22.08	22.18	[9; 12]
5	Green	39	10.13	17.42	[12; 15]
6	Red	18	4.68	12.23	[15; 18]
7	Magenta	11	2.86	10.5	[18; 21]
8	Light Blue	6	1.56	7.69	[21; 24]
9	Dark Blue	6	1.56	9.21	[24; 27]
10	Black	0	0	0	[27; 30]



а – величины по статистической обработке; б – таблица по разбиению на классы по величине «средний размер»; в – гистограммы распределения по среднему размеру R_{cp} дисперсной фазы СОЖ

Рисунок 4 – Отчет программы AutoScan Studio 3.0 для 3%-й (1) и 7%-й (2) эмульсионной СОЖ с концентрацией лигносульфонатов $C_{лигн} = 12,5\%$

Испытания проводились на втулках диаметром 32,0 мм, шириной 30,0 мм и толщиной стенки 1,0 мм. Материалы образцов – сталь 35 (ГОСТ 1050-88), алюминиевый сплав Д16 (ГОСТ 21488-76). Оборудование – станок магнитно-абразивный модели ЭУ-1. Режимы и параметры процесса MAO: величина магнитной индукции 0,9 Тл; скорость резания 2,4 м/с; скорость осцилляции 0,2 м/с; амплитуда осцилляции 2 мм; коэффициент заполнения рабочего зазора 1; величина рабочего зазора 1 мм при его концентричности; время обработки 180 с. Исходная шероховатость образцов до обработки 1,6–2,0 мкм. В качестве ферро-абразивного порошка применялся ФТ-2.

Результаты исследования эмульсионной СОЖ на основе лигносульфонатов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты исследования эмульсионной СОЖ на основе лигносульфонатов

Составы СОЖ	Обрабатываемый материал			
	Д16		Сталь 35	
	ΔG , мг/см ² -мин	Ra , мкм	ΔG , мг/см ² -мин	Ra , мкм
Прототип	6,68	0,1	9,91	0,16
Образец 1	5,98	0,13	8,76	0,21
Образец 2	7,04	0,09	10,22	0,12
Образец 3	6,95	0,09	7,94	0,14

Заключение. По результатам проведенных экспериментальных исследований для лезвийной обработки при испытаниях различных видов СОЖ было установлено, что исследуемый состав СОЖ на основе отходов масложировой промышленности позволяет получить результаты, не уступающие показателям уже существующим СОЖ, которые широко применяются при различных операциях обработки металлов резанием. Исследуемый состав СОЖ характеризуется доступностью исходных материалов, простотой изготовления и эффективностью использования.

При MAO оптимальным является эмульсия СОЖ с концентрацией лигносульфонатов $C_{лигн} = 10,0\%$ (образец 2), которая обладает наибольшей устойчивостью и хорошими технологическими свойствами, повышающими производительность MAO и снижающими шероховатость обрабатываемых поверхностей.

Анализ показал, что образец 2 по сравнению с 1, 3 и прототипом:

- для сплава Д16 повышает производительность MAO в 1,2 раза,

а также снижает шероховатость обрабатываемой поверхности в 1,5 раза;

- для стали 35 повышает производительность магнитно-абразивной обработки в 1,2 раза, а также снижает шероховатость обрабатываемой поверхности в 1,8 раза.

К преимуществам данных СОЖ на основе лигносульфонатов следует отнести полное отсутствие коррозионной агрессивности, простоту изготовления и доступность компонентов.

Таким образом, повышение качества обрабатываемой поверхности и производительности обработки существенно зависит от подбора СОЖ, что следует учитывать при соответствующем выборе режимов и параметров механической обработки металлов.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Стопский, В. С. Химия жиров и продуктов переработки жирового сырья / В. С. Стопский, В. В. Ключкин, Н. В. Андреев. – М.: Колос, 1992. – 286 с.
2. Паронян, В. Х. Технология и организация производства жиров и жирозаменителей / В. Х. Паронян. – М.: Делли, 2007. – 511 с.
3. Матвеевский, Р. М. Повышение экологической чистоты смазочных масел / Р. М. Матвеевский // Трение и износ, 1994. – Т. 15. – № 5. – С. 843–848.
4. Ермолаева, Н. В. Разработка автоматизированной системы управления химическим составом циркулирующей масляной СОЖ с целью повышения экологичности и безопасности технологического процесса: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 / Н. В. Ермолаева. – Москва, 2011. – 113 с.
5. Никитин, В. М. Химия древесины и целлюлозы / В. М. Никитин. – М.: Лесная промышленность, 1978. – 366 с.
6. Хмельёв, В. Н. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности / В. Н. Хмельёв [и др.]. – Бийск: АлтГТУ, 2010. – 203 с.
7. Хмельёв, В. Н. Многофункциональные ультразвуковые аппараты и их применение в условиях малых производств, сельском и домашнем хозяйстве: монография / В. Н. Хмельёв, О. В. Попова. – Барнаул: АлтГТУ, 1997. – 160 с.
8. AutoScan: программный комплекс обработки и анализа изображений. – [Электронный ресурс]. PDF-документ (7,45 МБ) – ЗАО Спектроскопические системы, 2009.

9. Толочко, Н. К. Влияние дисперсности эмульсионной смазочно-охлаждающей жидкости на эффективность магнитно-абразивной обработки / Н. К. Толочко, К. Л. Сергеев // Технология машиностроения. – 2014. – № 10. – С. 31–35.
10. Сергеев, К. Л. Влияние различных технологических сред на качество обрабатываемой поверхности / Сергеев К. Л и [др.] //

- Сборник материалов научно-практической конференции студентов и магистрантов «Техсервис-2017» / БГАТУ; ред. кол.: А. В. Миранович и [др.]. – Минск, 2017. – С. 175–178.
11. Концентрат технологической жидкости для шлифования материалов: а.с. 1055757 СССР: МКИ С10М 3/02 / М. П. Волков [и др.]; № 3464923; заявл. 05.05.82; опубл. 23.11.83. – Бюл. № 43. – 3 с.
Материал поступил в редакцию 24.01.2019

OSNOVIN V. N., SERGEEV K. L., DUBNOVITSKY S. K. The study of lubricant coolants based on waste products recycling for machining process of components surfaces

The set of experimental results on investigating the lubricant coolant based on recycling of waste products is presented in the article. The structural analysis of disperse phase of emulsion samples is carried out. The influence of the variation of oily phase dispersity and emulsion concentration on the processing capacity and the quality of the processed surface is considered.

УДК 656.13

Мазылюк П. В.

ТЕХНИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА МЕТОДА БЕЗОСТАНОВОЧНОГО ПРОЕЗДА СВЕТОФОРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Введение. Дорожное движение ежегодно усложняется из-за большого наплыва транспортных средств на улицах городов. Так, для уменьшения заторов транспорта нужно улучшать организацию дорожного движения. По этой причине в мире, и также в Украине и Республике Беларусь, начали вводить и совершенствовать зеленую волну для движения транспортных средств на светофорных объектах.

В Республике Беларусь вводится система «умный город» [1], где с помощью датчиков и видеофиксации возможно будет частично справляться с пробками на дорогах.

Учитывая, что оптимизация движения будет выполняться для групп транспорта, а не для одиночных транспортных средств, нужно проводить исследования совершенствования движения на перекрестках во время, когда интенсивность движения невелика.

Анализ предыдущих исследований. Исследования в этом направлении начали проводиться с самого начала создания дорожных транспортных средств. За последние несколько лет активно начали вводить новые системы и устройства. В 2012 году было запатентовано устройство для индикации рекомендуемой скорости движения [2]. Суть данного устройства заключалась в получении

данных от светофора транспортным средством, обработке данных и отображении рекомендованной скорости движения для проезда светофорного объекта с оптимальной скоростью.

На отдельных автомобилях начали вводить дополнительные опции такие, как Audi Traffic Online, которые в сочетании с навигационной системой MMI 3G позволяют получать данные о режимах работы светофорных объектов и выбирать наиболее рациональный маршрут [3].

Учитывая, что ранее достаточно сложно было получить данные от светофорного объекта, то с развитием технологий это стало гораздо доступнее. В Харькове создали целые комплексы [4], которые позволяют передавать данные от светофорного объекта по радио, двухпроводных линиях, GPRS, IP-сетях (рисунок 1).

Дистанционно возможно синхронизировать время, принимать данные режимов работы светофорных объектов и изменять их, а в сочетании с датчиками и камерами, создавать зеленую волну для транспортного потока.

Но как и в Республике Беларусь, так и в Украине не решается проблема проезда отдельными транспортными средствами свето-

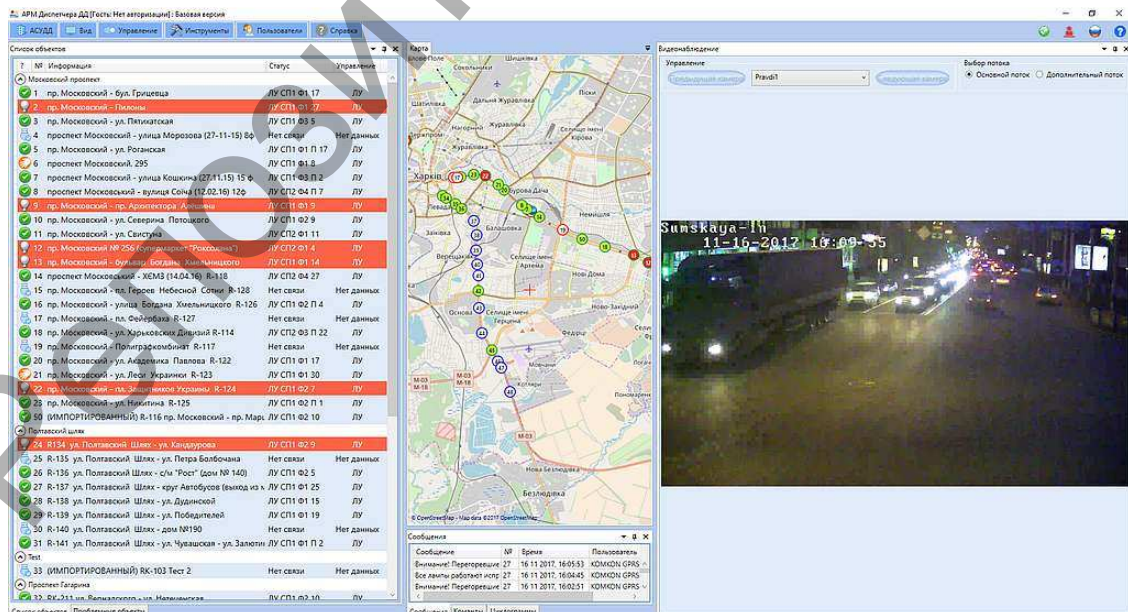


Рисунок 1 – Автоматизированная система управления дорожным движением

Мазылюк Павел Викторович, ведущий инженер, ассистент кафедры автомобилей и транспортных технологий Луцкого национального технического университета, e-mail: mazylyuk@ukr.net.
Украина, 43018, г. Луцк, ул. Львовская 75.