

technology and the ratio of the initial materials in the charge composition, an experimental rod material of the Al-Ti-B addition alloy was obtained, electron-microscopic, micro-X-ray spectral studies, the stereometric structure analysis of which showed the priority interaction of titanium with boron. This circumstance determined the high quality of the modifying addition alloy, expressed in the presence in it of a predominant amount of small nucleating particles of titanium diboride.

Keywords: aluminum alloys, modification, Al-Ti-B addition alloy, nucleation, electroslag casting, dispersed mechanical engineering waste.

УДК 620.179.112

*Смирнова Н.Н., кандидат биологических наук, доцент,
Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский)
федеральный университет»*

*Шарафутдинов Р.Н., кандидат биологических наук, доцент,
Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский)
федеральный университет»*

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОРОШКОВ ОКСИДОВ АЛЮМИНИЯ И ТИТАНА

Аннотация: на лазерном дифракционном анализаторе частиц Микросайзер 201С проведён анализ размеров частиц порошков Al_2O_3 и TiO_2 , выбранных для разработки рецептуры СОЖ. Установлено, что в порошке оксида алюминия число наночастиц составляет 4%, а частицы в микродиапазоне 10-20 мкм имеют наибольшую суммарную удельную поверхность. В порошке TiO_2 преобладают наночастицы (более 90 %). Обоснован выбор базовых компонентов СОЖ по устойчивости к грибопоражению. Проведение исследования на основные показатели (антикоррозионные свойства, кислотное число, биопоражение) 8 проб технологической жидкости с разработанной рецептурой показали соответствие требованиям, предъявляемым к эмульсионным СОЖ.

Ключевые слова: технологическая жидкость, СОЖ, анализатор, оксид алюминия, оксид титана, рапсовое масло, индустриальное масло И-12А.

Введение

Современные процессы обработки металлов в машиностроительных и металлургических производствах невозможны без применения смазочно-

охлаждающих жидкостей (СОЖ), способствующих существенному увеличению стойкости инструмента, повышению производительности и качества обработки деталей.

Недостатком практически всех марок водорастворимых СОЖ, применяемых в настоящее время, является низкая биостойкость технологических жидкостей, ведущая к сокращению их срока эксплуатации, к увеличению объёмов СОЖ-содержащих сточных вод, которые имеют более высокую токсичность по сравнению с исходной эмульсией. Проблемой применения водорастворимых СОЖ является также невозможность переплавки металлической стружки, загрязнённой остатками рабочих эмульсий, и негативное воздействие на организм станочников.

Выходом из сложившейся ситуации может быть применение СОЖ, базовой основой которой являются масла с диспергированными в ней нанопорошками оксидов металлов и с локальной подачей жидкости непосредственно в точки обработки детали [1].

Литературные данные по применению нанопорошка оксида алюминия в качестве добавки к маслам свидетельствуют, что благодаря малым размерам и круглой форме частицы порошка заполняют неровности поверхности и создают дополнительный эффект трения качения, что приводит к снижению коэффициента трения [2]. Данный эффект может наблюдаться и при контакте инструмента с поверхностью обрабатываемой детали.

Выявлено [3], что применение СОЖ, содержащей наночастицы оксида меди, при абразивной обработке металлов или сплавов способствует блокировке наночастицами меди конусообразных микротрещин поверхностного слоя детали.

Наиболее перспективным является диоксид титана, так как он наиболее распространен, нетоксичен, обладает большой площадью удельной поверхности, экономически доступен, обладает высокой химической и фотохимической стойкостью, имеет высокую каталитическую активность [4].

Определение размеров частиц порошков оксида алюминия и диоксида титана

Для разработки рецептуры технологической жидкости были использованы порошки оксида алюминия Al_2O_3 и диоксида титана TiO_2 .

Оксид алюминия представляет собой химическое соединение с ярко выраженными абразивными свойствами. Материал содержит не менее 95 % масс α - Al_2O_3 . Около 3 % в объеме частиц содержится не прореагировавший алюминий, 2% - сорбированные газы (азот, углеводороды), вода. По внешнему виду порошок имеет белый цвет, его насыпная плотность варьируется в пределах 0,6 - 1,7 г/см³. Частицы имеют сферическую форму. Удельная поверхность, измеренная методом БЭТ составляет 25 - 35 м²/г. Материал имеет зернистость F600, температуру плавления 2000 °С. Порошок пожаро - и взрывобезопасен. Страна происхождения – Россия. Порошок оксида алюминия находит применение при изготовлении электротехнических керамик и композиционных материалов.

Диоксид титана представляет собой вещество минерального происхождения, которое широко используется в косметической сфере. Состав: 100 % диоксид титана. Страна происхождения – Россия. Этот порошок применяют для придания косметическим средствам белого цвета. По запаху и внешнему виду напоминает мел. Также диоксид титана способен отражать УФ-лучи, поэтому часто включается в состав солнцезащитных средств. В домашнем мыловарении этот порошок позволяет превратить прозрачную основу в белую.

Данные о размерах частиц оксидов определяли на лазерном дифракционном анализаторе частиц Микросайзер 201С. Анализатор Микросайзер 201С предназначен для быстрого и точного измерения распределения частиц по размерам в диапазоне 0.2...600 мкм.

Полученные результаты измерений интегрального распределения частиц Al_2O_3 и TiO_2 представлены в таблице 1 и рисунке 1.

На основании данных, представленных в таблице 1 и на рисунке, в порошке оксида алюминия в диапазоне от 1 мкм до 20 мкм преобладают

микрочастицы – на их долю приходится чуть менее 90 % всех частиц, а наночастиц (менее 1 мкм) – не более 4 % от суммарного количества всех частиц.

Таблица 1. Интегральное распределение (P,%) весовых долей частиц Al_2O_3 и TiO_2 менее 50 мкм

D, (мкм)	P, (%)	
	Al_2O_3	TiO_2
<0,2	0	0,7
<0,21	0	1,4
<0,25	0,2	5,3
<0,5	1,4	44,7
<1	4,0	91,6
<5	11,4	99,4
<10	41,6	99,6
<20	89,1	99,7
<25	95,6	99,9
<50	100,0	100,0

Данные по оксиду титана существенно отличаются от выше приведенных результатов. Наоборот, более 91 % частиц TiO_2 принадлежит наночастицам, наибольшую доля которых (86,3%) составляют частицы в диапазоне от 1000 нм до 250 нм.

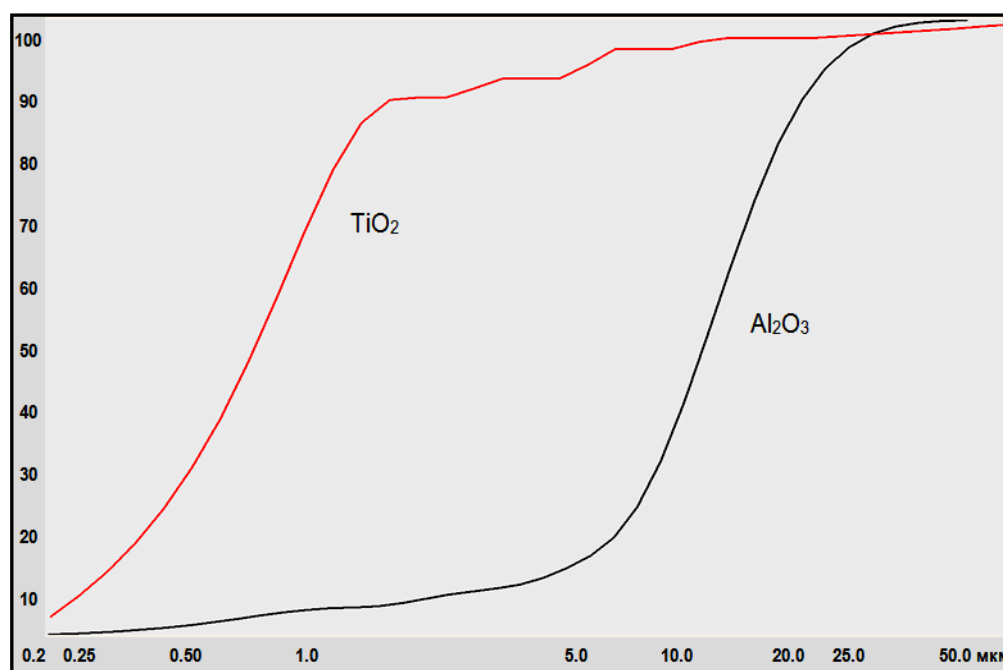


Рис.1. Интегральное распределение (P,%) весовых долей частиц Al_2O_3 и TiO_2

Значение наночастиц существенно возрастает в величине суммарной удельной поверхности ($\text{см}^2/\text{г}$) изучаемых нами порошков (рис.2, рис.3).

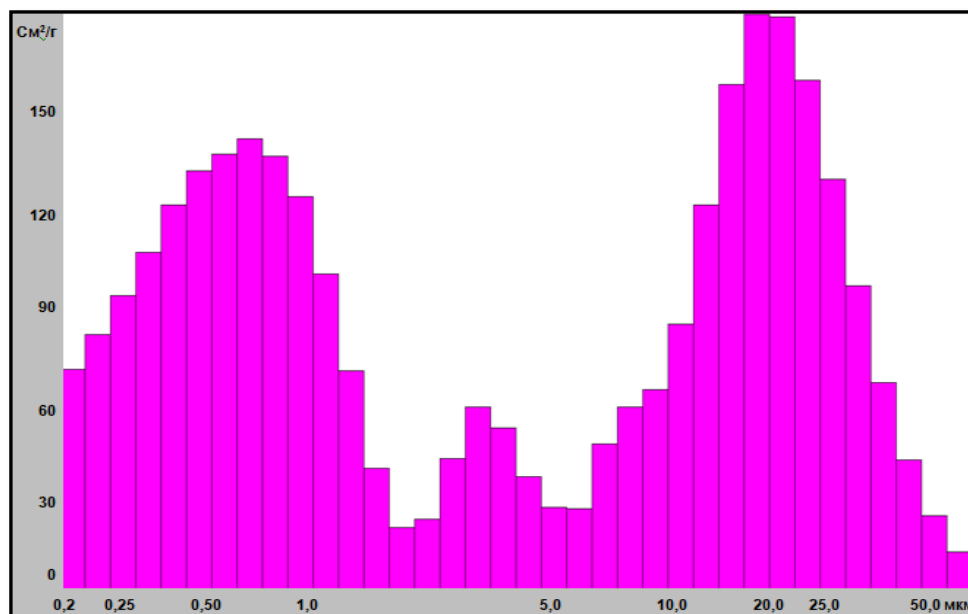


Рис. 2. Гистограмма удельной поверхности частиц ($\text{см}^2/\text{г}$) Al_2O_3

На гистограмме рисунка 2 для порошка Al_2O_3 хорошо видны два ярко выраженных максимума диапазона частиц (10 – 25 $\mu\text{м}$ и 2 – 0,2 $\mu\text{м}$), вклад которых в общую суммарную поверхность наибольшая. Измерения и автоматически проведённые на анализаторе частиц Микросайзер 201С дали результат для оксида алюминия – 3067 $\text{см}^2/\text{г}$.

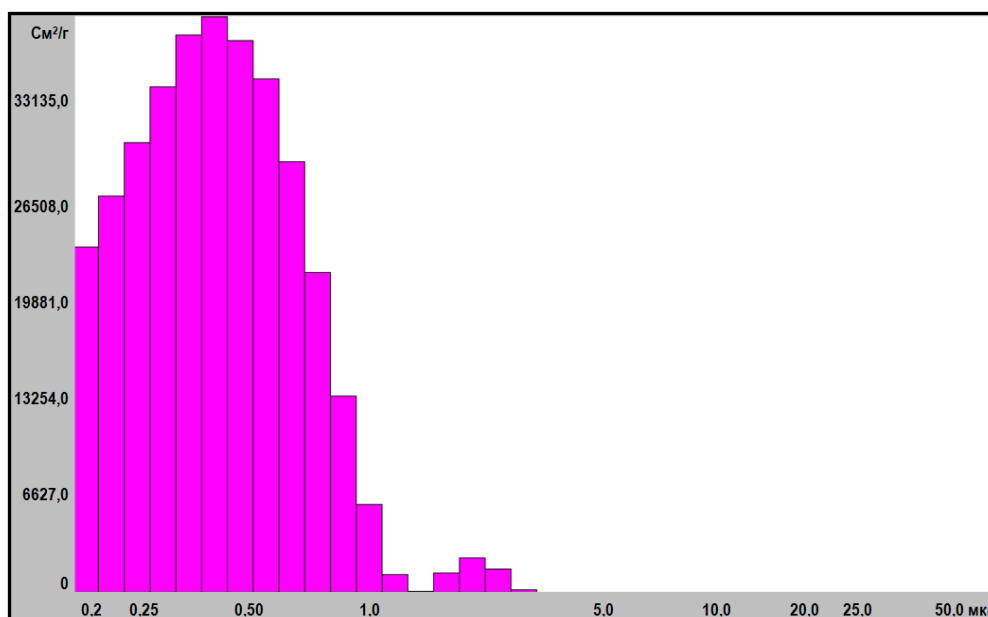


Рис. 3. Гистограмма удельной поверхности частиц ($\text{см}^2/\text{г}$) TiO_2

Для TiO_2 (рис. 3) наблюдаем только один максимум в кривой гистограммы, смещённую в диапазон наночастиц с суммарной удельной поверхностью 34202 $\text{см}^2/\text{г}$ более, чем в 10 раз превышающую по сравнению с порошком оксида алюминия.

На основании проведенного гранулометрического анализа можно говорить, что порошки оксидов алюминия и титана различаются по размерам частиц и их удельной поверхности. В порошке Al_2O_3 наибольшую численность имеют микрочастицы, а в порошке TiO_2 преимущество имеют наночастицы.

Разработка технологической жидкости

Для разработки рецептуры технологической жидкости выбраны базовые компоненты, применяемые в составах концентратов водорастворимых СОЖ. Данные по грибостойкости данных компонентов, полученные согласно требованиям ГОСТ 9.085-78 [5], представлены в таблице 2.

Таблица 2. Грибостойкость базовых компонентов технологической жидкости

№ п/п	Наименование материала	Результаты микроскопирования	Оценка интенсивности развития плесневых грибов
1	Олеиновая кислота	Прорастания спор и конидий не обнаружено, находятся в стационарном состоянии	0
2	Индустриальное масло И12-А	Прорастания спор и конидий не обнаружено.	0
3	Рапсовое масло	Прорастания спор и конидий не обнаружено	0
4.	Контроль (среда Чапека-Докса)	Наблюдается увеличение биомассы мицелия, спороношение.	3

Выбранные порошки оксидов испытывались в диапазоне концентраций от 0.01 об.% до 20 об.%. Олеиновая кислота использовалась для предупреждения конгломерации оксидов, особенно Al_2O_3 . Диспергирование

образцов проводилось на лабораторном встряхивателе от 3 до 5 часов. Показатели 8 образцов технологической жидкости представлены в таблице 3.

Таблица 3. Показатели разработанных образцов технологической жидкости

Наименование показателя	Значение	Метод испытаний
Внешний вид	Образцы 1.2.4.6-8 прозрачные цвет от янтарного до тёмно-коричневого.	ГОСТ 6243 (раздел 1)
Запах	Запах исходного масла, 4 балла.	ГОСТ 6243 (раздел 1)
Коррозионное воздействие: на алюминий на сталь	Выдерживают все 8 образцов	ГОСТ 6243
Поражение плесневыми грибами	Выдерживают все 8 образцов	ГОСТ 9.085-78
Кислотное число, мг КОН/г	Контроль (рапсовое масло) -13,4 ,Образец №1-13,4, образцы 2-4 -21,7. Индустриальное масло (исходное)- 2,2. Образец 5 - 2,2. Образцы 6-8 – 3,8.	ГОСТ 31933-201

Данные, представленные в таблице 3, свидетельствуют о соответствии нормативных требований, предъявляемым к СОЖ.

Вывод. Применение технологической жидкости дисперсного типа с капельной подачей в места обработки деталей позволит снизить негативное действие водорастворимых СОЖ на окружающую среду, здоровье работников и будет способствовать получению качественного металла после переплавки образующейся стружки

Список использованных источников

1. И.А. Макарова, М.В. Бузаева, О.А. Давыдова, Е.С. Климов Модифицирование смазочно-охлаждающей жидкости функционализированными углеродными нанотрубками. Вестник ЮУрГУ. Серия «Химия». 2015. Т. 7, № 3. С. 5–10. Клим Вестник ЮУрГУ. Серия «Химия». 2015. Т.7, № 3. С. 5–10.

2. О.Ю. Кустов. Получение композиции из смазочного масла, нанопорошка оксида алюминия и ПАВ для снижения трения в подшипниках качения. Вестник Пермского научного центра. 2.2015, С.43-47.
 3. Патент РФ RU 2 547 051 С2 Способ получения наноструктурированно-го слоя на поверхности металлов в условиях звукокапиллярного эффекта. // Артемов Игорь Иосифович, Кревчик Владимир Дмитриевич, Рудин Александр Васильевич и др.- Оpubл. 10.04.2015.
 4. Protoinduced reactivity of titanium dioxide. / O. Carp, C.L. Huisman, A. Reller // Progress in Solid State Chemistry. 2004. V. 32. P. 33-177.
 5. ГОСТ 9.085-78. ЖИДКОСТИ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ. Методы испытаний на биостойкость. [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200015039>. Дата обращения 17.02.2021 г.
-

*Smirnova N.N., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,
Naberezhnye Chelny Institute of the Kazan (Volga Region)
Federal University*

*Sharafutdinov R.N., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,
Naberezhnye Chelny Institute of THE Kazan (Volga Region)
Federal University"*

DEVELOPMENT OF THE FORMULATION OF TECHNOLOGICAL LIQUID USING POWDERS OF ALUMINUM AND TITANIUM OXIDES

Abstract: The particle sizes of Al₂O₃ and TiO₂ powders selected for the development of the coolant formulation were analyzed using the Microsizer 201C laser diffraction particle analyzer. It was found that the number of nanoparticles in aluminum oxide powder is 4%, and particles in the micro-range of 10-20 microns have the largest total specific surface area. The TiO₂ powder is dominated by nanoparticles (more than 90%). The choice of the basic components of coolant for resistance to fungal infection is justified. Conducted studies on the main indicators (anticorrosive properties, acid number, bio-contamination) of 8 samples of technological liquid with the developed formulation, compliance with the requirements for emulsion COOLANT was shown.

Keywords: process fluid, coolant, analyzer, aluminum oxide, titanium oxide, rapeseed oil, industrial oil I-12A.