

УДК 531.4

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ
УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ****Толочко Н.К.**¹, д.ф.-м.н., профессор, **Сергеев К.Л.**¹, аспирант,
Казей В.А.², ведущий инженер¹Белорусский государственный аграрный технический университет
²ООО «Перспективные исследования и технологии»

В последние годы все большее распространение получают смазочные жидкости, в которые для повышения их функциональных свойств вводятся микро/нанодисперсные модифицирующие добавки на основе различных углеродных материалов [1]. Так, модифицирование моторных масел нанопорошками на основе углеродных нанотрубок и на основе аморфного углерода (сажи) приводит к существенному (на 30% и более) снижению износа трущихся деталей [2]. Введение углеродных нанотрубок в состав смазочно-охлаждающих жидкостей способствует предотвращению схватывания и сваривания контактирующих поверхностей режущего инструмента и заготовки [3]. В процессах горячей штамповки используются коллоидно-графитовые смазочные композиции, которые обладают повышенными смазывающими свойствами благодаря их главной составляющей – графитовым частицам микронных и субмикронных размеров [4]. Одним из наиболее важных этапов такого рода модифицирования является получение суспензий из углеродных материалов с заданной степенью дисперсности, что достигается в результате процессов ультразвукового (УЗ) диспергирования [5]. Поэтому исследование и совершенствование этих процессов представляет особый научный и практический интерес. Данная работа посвящена изучению особенностей УЗ диспергирования различных типов порошковых углеродных материалов в воде.

Диспергированию подвергали порошки, состоящие из углеродных нанотрубок, и порошки со структурой аморфного углерода (порошки обоих типов синтезированы в НПП «Перспективные исследования и технологии»), а также порошки технического графита марок ГК-1 и ГС-2 (ГОСТ 17022-81).

Порошки, состоящие из углеродных нанотрубок, обрабатывали с помощью УЗ диспергатора погружного типа (производство ЧУП «КОНТЕХ-05», Беларусь) при следующих условиях: рабочая частота $f = 20$ кГц, обрабатываемый объем $V = 300$ мл, длительность обработки $t = 20$ мин, выходная мощность генератора P в разных опытах варьировалась. Порошки со структурой аморфного углерода и порошки технического графита обрабатывали с помощью УЗ диспергатора погружного типа (производство БГУИР, Беларусь) при следующих условиях: $f = 22$ кГц, $V = 50$ мл, $P = 30$ Вт, $t = 10$ мин (обработку вели поэтапно в течение 1, 4 и 5 мин с перерывами в 1-2 мин). В ходе экспериментов определяли среднее значение частиц суспензии $R_{ср}$ в зависимости от условий обработки с помощью компьютерного микроскопа (производство ЧНПУП «Спектравтоматкомплекс», Беларусь).

Результаты экспериментов показаны на рис. 1 и 2.

Анализ результатов экспериментов позволяет сделать следующие выводы о характере процессов УЗ диспергирования.

В случае порошков, состоящих из углеродных нанотрубок, $R_{ср}$ уменьшается практически линейно с увеличением P . При этом для активированных порошков значения $R_{ср}$ значительно меньше, чем для исходных порошков.

В случае порошков аморфного углерода и технического графита $R_{ср}$ уменьшается нелинейным образом со временем: сначала сравнительно быстро, а затем все более медленно. Это свидетельствует о неравномерном развитии процесса диспергирования, интенсивность которого со временем падает, что объясняется повышением стойкости частиц к разрушению по мере уменьшения их размеров.

Как следует из проведенных исследований, существует принципиальная возможность существенного уменьшения размеров частиц порошков углеродных материалов различных типов путем УЗ диспергирования, в том числе перевода размеров в микронную и субмик-

ронную области при соответствующем увеличении мощности и длительности УЗ воздействия.

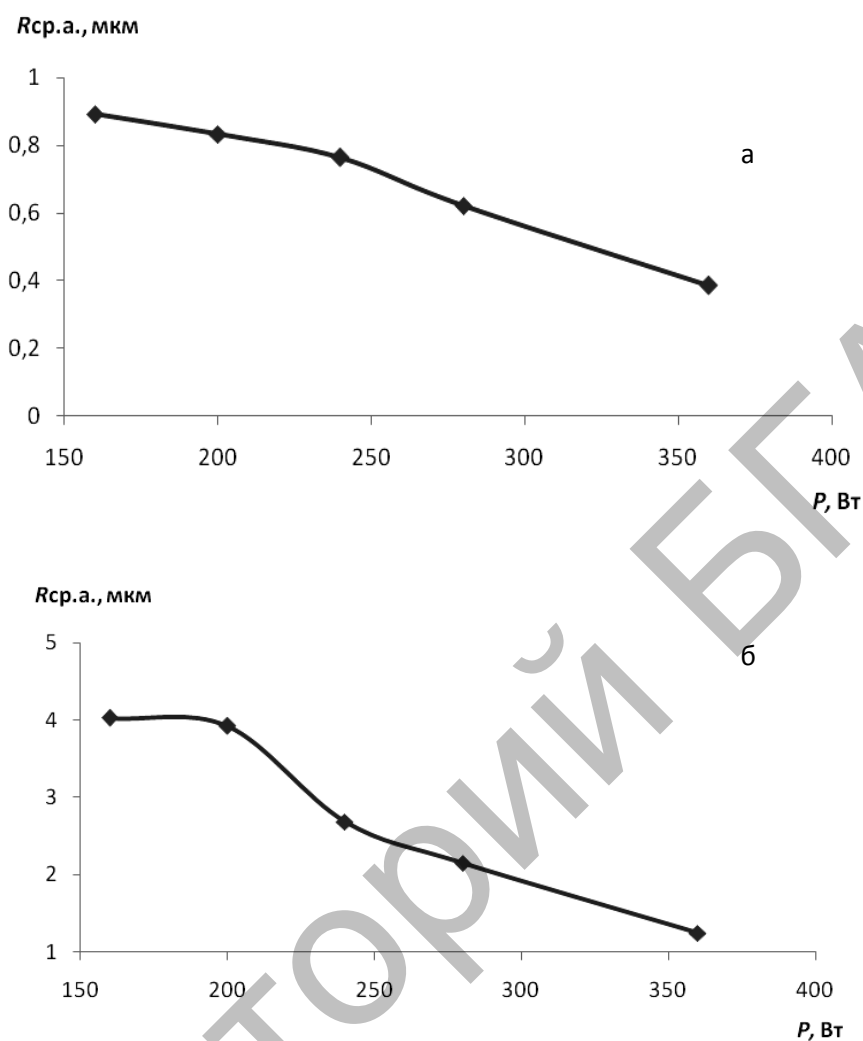


Рисунок 1 – Зависимость $R_{cp}(P)$ для порошков, состоящих из углеродных нанотрубок, в исходном состоянии (а) и подвергнутых электрохимическому активированию (б)

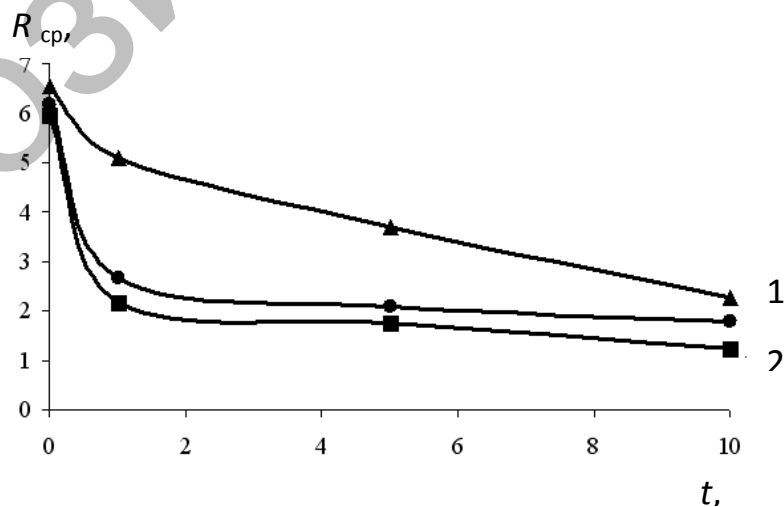


Рисунок 2 – Зависимость $R_{cp}(t)$ для порошков аморфного углерода (1) и технического графита ГС-2 (2) и ГК-1 (3)

Полученные результаты могут быть использованы на практике при оптимизации технологических процессов УЗ диспергирования порошковых углеродных материалов.

Литература

1. Наноматериалы и нанотехнологии / В.М. Анищик [и др.]; под ред. В.Е. Борисенко, Н.К. Толочко. – Минск: Изд. центр БГУ, 2008. – 375 с.
2. Толочко, Н.К. Триботехнические характеристики моторного масла, модифицированного углеродными наночастицами / Н.К. Толочко, А.В. Крауклис, П.Г. Становой, Ю.А. Шиенок // Опыт, проблемы и перспективы развития технического сервиса в АПК: докл. Междунар. научно-практ. конф., Минск, 15-18 апреля 2009 г. В 2 ч. Ч. 1 / редкол. И.Н. Шило [и др] . – Минск: БГАТУ, 2009. – С. 379-383.
3. Синтетическая смазочно-охлаждающая жидкость с углеродными нанотрубками: пат. 2417253 РФ, МПК С10М 173/02 / А.А. Фомин, В.А. Мышкин; заявл. 26.11.2009; опубл. 27.04.2011 // Официальный бюл. «Изобретения. Полезные модели». – 2011. – №12.
4. Петров, А.Н. Комплексное исследование коллоидно-графитовых смазочных материалов на водной основе / А.Н. Петров, П.А. Петров, М.А. Петров // Матер. междунар. научно-техн. конф. ААИ «Автомобиле- и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров», посвященной 145-летию МГТУ «МАМИ». – М.: МГТУ «МАМИ», 2010. – С. 98-106.
5. Ультразвуковое диспергирование углеродных наноматериалов / Н.К. Толочко, П.Г. Становой, С.А. Жданок, В.А. Крауклис // Перспективные материалы. – 2008. – № 2. – С. 5-9.

УДК 631.3-7.001:53

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОКАЛЬНОЙ СУШКИ
МАШИН СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ**

Петрашев А.И., д.т.н., с.н.с.,

Всероссийский научно-исследовательский институт использования
техники и нефтепродуктов

На площадках хранения сельскохозяйственной техники влагу удаляют одновременно с очисткой от пыли и растительных остатков, используя сжатый воздух, подаваемый от компрессора по обдувочному шлангу с соплом. При обдувке машин сжатым воздухом качество и скорость сушки зависят от его влажности, и чем она ниже, тем быстрее испаряется вода и высыхает поверхность.

Относительная влажность ψ_1 воздуха определяется как по давлению, так и по плотности пара [1]:

$$\psi_1 = 100 \rho_1 / \rho_{01},$$

где ρ_1 - плотность пара, содержащегося в воздухе, кг/м^3 ; ρ_{01} - плотность насыщенного пара при температуре T_1 окружающего воздуха, кг/м^3 .

Если до сжатия окружающий воздух влажностью ψ_1 имел температуру T_1 , давление P_1 , и содержал водяной пар плотностью ρ_1 , то после сжатия компрессором до давления ($P_1 + P_n$), плотность ρ_2 пара возрастет:

$$\rho_2 = \rho_1 (P_1 + P_n) / P_1 = 0,01 \psi_1 \rho_{01} \left(\frac{P_n}{P_1} + 1 \right),$$

где P_1 - давление атмосферы, МПа; P_n - избыточное давление сжатия, регистрируемое манометром компрессора, МПа; ρ_{01} - плотность насыщенного пара при температуре T_1 , кг/м^3 .

В действительности, при работе компрессора не всегда удается охладить сжатый воздух в ресивере и водоотделителе до исходной температуры (температуры атмосферы). Он