

УДК 620.3

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ И НАНОМАТЕРИАЛОВ В ЛЕСНОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

Черник К.Н., магистрант гр. МТЛ20-01, I курс

Научный руководитель: Черник Д.В. канд. техн. наук, доцент, доцент
Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева
г. Красноярск

Нанотехнологии — ключевое понятие начала XXI века, символ новой, третьей, научно-технической революции. На сегодняшний день целью нанотехнологий является создание наноматериалов, наноустройств, наносистем, способных оказать революционное воздействие на развитие цивилизации.

Специалисты в области нанотехнологий условно относят к наноматериалам дисперсные и массивные материалы, содержащие структурные элементы (зерна, кристаллиты, блоки, кластеры), геометрические размеры которых хотя бы в одном измерении не превышают 100 нм, и обладающие качественно новыми свойствами, функциональными и эксплуатационными характеристиками [1].

Анализ научно-технической литературы показывает, что лесное машиностроение потребляет большой объем наноструктурированных материалов (например, сталь, титан, алюминий и их сплавы, пластмассы, керамика, композиционные материалы), порошковых материалов и комплектующих наноизделий (гидрооборудование и электрооборудование, нанопродукция приборостроения), материалов с памятью. Эксперты отмечают, что значительный эффект ожидается от внедрения технологических процессов нанесения износостойких, коррозионностойких, жаростойких и водоотталкивающих покрытий деталей лесных машин. Наноструктурированная продукция триботехнического направления и оборудования имеет важное значение для обработки деталей с нанометровой точностью, а также для нанесения нанопокровов. При этом улучшение соответствующих показателей качества (твердость, прочность, пластичность, жаростойкость, износостойкость, коррозионная стойкость) может быть достигнуто как за счет внедрения технологического процесса (литье, прессование, нанесение покрытий) получения нанотрубок, нанопорошков, фуллеренов, так и за счет соответствующих технологических режимов изготовления заготовок и изделий (равноугольное прессование, термомеханическая обработка) [1;2].

Учеными установлено, что добавки фуллеренов, даже в малозначительных количествах в смазочные масла, заметно улучшают условия работы узлов трения механизмов лесных машин (подшипники, втулки, зубчатые и шлицевые

соединения). Снижение трения в присутствии фуллеренов объясняется следующим образом: молекула фуллерена имеет шаровидную форму и выполняет роль, аналогичную шариком в шарикоподшипнике, другими словами, молекулы фуллеренов обеспечивают в первом приближении частичный переход от трения скольжения к трению качения и препятствуют массопереносу вещества под действием сил трения. Высокая механическая прочность молекул снижает вероятность возникновения задиров и уменьшает выработку контактирующих поверхностей [1].

В настоящее время существуют покрытия из наночастиц кремнезема, которые делают обработанную поверхность гидрофобной, т.е. на поверхности с плёнкой из SiO_2 капля воды касается субстрата только немногими точками, что значительно уменьшает Ван-дер-ваальсовы силы и позволяет силам поверхностного натяжения жидкости сжимать каплю в шарик, который легко скатывается по наклоненному стеклу, унося с собой накопившуюся грязь. За счет наноразмерной толщины, такие покрытия полностью невидимы, а благодаря биоинертности кремнезема - безвредны для человека и окружающей среды. Они устойчивы к ультрафиолетовому излучению и выдерживают температуры до 400°C , а водоотталкивающий эффект сохраняется в течение 4-х месяцев [3].

На данный момент учеными получены композиты с повышением допустимой нагрузки в 8 раз, удельной ударной вязкостью в 1,5 раза и снижением коэффициента трения в 2 раза. Для изготовления различных деталей лесных машин используются нанодисперсные порошки оксидов и гидроксидов алюминия, также применяются волокна оксидов и гидроксидов алюминия, обладающие уникальными сорбционными, бактерицидными и каталитическими свойствами. Апробировано их применение в мембранах и керамических фильтрах. Известно их использование для полной очистки технологической воды от тяжелых металлов, также эти порошки используются как наполнители шлифовальных материалов для шин [1;3].

Также учеными создано более 20 видов медных наноматериалов: прутки, трубы и других профили, из которых изготавливаются и поставляются потребителям в России, Германии, Италии, США, Австрии и других странах высококачественные готовые изделия: сварочный инструмент, направляющие втулки и седла клапанов бензиновых и дизельных двигателей, сухие подшипники скольжения и др. Дополнительно было разработано около 30 видов алюминиевых наноматериалов, которые упрочнены синтезированными оксидами и/или карбидами со средним размером их частиц от 10 нм до 50 нм. Основным преимуществом этих материалов является их высокая жаростойкость, благодаря которой они могут заменять ряд сталей, титановых сплавов, а также все имеющиеся алюминиевые и магниевые сплавы при температуре эксплуатации 350°C . Из полученных полуфабрикатов изготавливаются различные детали лесных машин [1].

В последние годы при помощи нанотехнологий создан новый класс полимерных материалов – нанокомпозиты. Технология их получения состоит в том, что в полимерную матрицу вводятся углеродные нанотрубки. Полученные

наноматериалы можно использовать при герметизации различных соединений и в качестве уплотнений.

Известно, что легирование порошкового железа нанодисперсным порошком меди в количестве 3 % массовой доли влияет на физико-механические свойства и структуру спеченных порошковых сталей, что приводит к существенному улучшению их пластических свойств: ударная вязкость возрастает в 3 раза, относительное удлинение – в 5 раз, твердость – в 1,25 раза по сравнению со сталями, легированными стандартными порошками меди с размером зерна 15-125 мкм [4].

Использование нанодисперсных наполнителей в полимерных и эластомерных композициях - один из наиболее эффективных способов получения материалов с заданным набором свойств. Например, добавки нанопорошков технического алмазного углерода повышает сопротивление резин к истиранию, а добавки углеродных нанотрубок к эпоксидным смолам увеличивает прочность при растяжении в 1,5-4,0 раза. [5].

Разработка резиновых смесей с использованием добавок и наполнителей из наноразмерных частиц дает возможность значительно повысить потребительские характеристики, конкурентоспособность шин и резинотехнических изделий российского производства, а также обеспечить базу для широкого использования наноматериалов в производстве шин. Повышение качества достигается за счет введения в состав резины нанодобавок органической и неорганической природы наноструктурированных кремнекислотных наполнителей и наногелей, наномодифицированных природных минеральных наполнителей, нанодисперсных углеродных наполнителей и других видов добавок. При производстве шин из наномодифицированных резиновых материалов обеспечивается высокий рост сроков эксплуатации, износостойкости, озоностойкости, маслобензостойкости, морозостойкости, теплостойкости, стойкости к воздействию агрессивных сред резинотехнических изделий. Кроме того, происходит отказ от использования экологически вредных материалов и снижение стоимости резинотехнических изделий [5].

Металлические нанопорошки используются в качестве лакирующих и антифрикционных присадок к смазочным маслам. Так, например, при создании присадок на основе наноразмерных порошков необходимо обеспечить их стабильность в моторном масле. Это связано с большой удельной поверхностью частиц, что усиливает их химическую активность и агрегацию. В результате частицы могут слипаться, теряют стабильность и выпадают в осадок. Повышению стабильности нанопорошков в моторном масле способствует наличие на поверхности частиц электрических зарядов, что достигается добавлением в суспензию вспомогательных веществ, например, олеиновой кислоты, которая выступает в качестве стабилизатора.

Стоит отметить, что введение в моторное масло никелевого нанопорошка улучшает его противоизносные свойства от 13% до 27%. Металлические нанопорошки используют в качестве катализаторов дожигания газовых выбросов.

Нанопорошки цинка, никеля, железа и платины, полученные методом электрического взрыва проводников, используют в качестве добавок к штатным катализаторам синтеза моторных топлив из попутных нефтяных газов и смазочных масел. Применение нанопорошков в качестве добавок к грубодисперсным порошкам улучшает их формуемость и приводит к повышению прочности прессовок [2].

Ниже (таблица 1) приведен эффект от применения некоторых нанотехнологий в лесном машиностроении [1].

Таблица 1 - Эффект от применения некоторых нанотехнологий в лесном машиностроении [1]

Технология производства	Признак нанотехнологии	Эффект от применения
Детали двигателя: клапана, седла, поршни	Использование нанопорошковых материалов	Повышение жаро- и износостойкости
Детали опрыскивателей: насадки, распылители	Использование металлокерамических нанопорошков	Повышение стойкости к гидроабразивному изнашиванию
Кожухи лесных машин	Нанесение нанослоя из оксида алюминия	Увеличение срока службы в несколько раз
Упрочнение режущих элементов рабочих органов лесохозяйственной техники	Использование наночастиц из металлокерамики	Повышение долговечности в 2-3 раза
Антифрикционные вкладыши	Использование нанокompозитов из углерода	Снижение коэффициента трения в несколько раз
Производство автомобильных фар и зеркал	Использование нанопленок	Самоочистение поверхности
Нейтрализаторы выхлопных газов	Использование наночастиц бемита	Эффективность очистки при температуре 450°C по оксиду углерода – 95%, по углеводородам – 85%

В лесном машиностроении используется широкий спектр материалов для покрытий и способов их нанесения. В качестве материалов покрытий применяют многокомпонентные материалы с большим набором легирующих элементов, с помощью которых конструкционному материалу детали можно придать комплекс новых свойств (антикоррозионность, термостойкость, износостойкость). Особенно это касается изделий сложной техники, работающих в экстремальных условиях эксплуатации (температура, агрессивная внешняя

среда, высокие динамические нагрузки). Без использования специальных покрытий с определенной структурой и составом практически не могут работать детали поршневой группы двигателей внутреннего сгорания и др.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что в лесном машиностроении благодаря использованию наноматериалов, более точной обработки и восстановлению поверхностей можно сократить в три раза эксплуатационные затраты (включая расход топлива), добиться значительного увеличения ресурса работы лесных машин (от 1,5 до 4 раз), а также, улучшить совокупности технических показателей (вредных выбросов, снижение шума), что позволяет успешнее конкурировать на внутреннем и на внешнем рынках.

Список литературы:

1. Быков, В.В., Наноматериалы и нанотехнологии в лесном машиностроении и техническом сервисе: учебное пособие / В.В. Быков, В.И. Балабанов, И.Г. Голубев, М.И. Голубев, Л.В. Окладников. - М.: МГУЛ, 2013. – 75 с.
2. Ширяева, М. А. Роль нанотехнологий в отрасли машиностроения / М. А. Ширяева, Т. А. Минькова // Актуальные вопросы экономических наук. – 2013. – № 30. – С. 90-94.
3. Головин, Ю.И. Основы нанотехнологий / Ю.И. Головин. – Москва: Машиностроение, 2009. – 311 с.
4. Наноструктурные покрытия и наноматериалы : основы получения. Свойства. Области применения. Особенности современного наноструктурного направления в нано-технологии / Н. А. Азаренков [и др.] ; Харьковский нац. ун-т им. В. Н. Каразина, Сумской гос. ун-т. – Москва : ЛИБРОКОМ, 2012. – 366 с.
5. Знаменский, Л.Г. Ультразвуковые нанотехнологии точного литья в гипсовые формы: монография / Л.Г. Знаменский, О.В. Ивочкина, Б.А. Кулаков, И.Н. Ермаков. – Челябинск: Изд-во ЦНИТИ, 2005. – 127 с.