

СЕКЦИЯ 2.
ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И СИСТЕМНЫЕ
МЕТОДЫ В ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АПК

УДК 631.3:338.43

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ
ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Блохин А.Н., к.т.н., доцент

Попов А.И., к.пед.н., доцент

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,
Российская Федерация, г. Тамбов*

Ключевые слова: точечное земледелие, мультикоптеры, нанотехнологии, наноструктурированный углерод, композиционные материалы, себестоимость обработки растений.

Keywords: spot farming, multicopters, nanotechnology, nanostructured carbon, composite materials, cost of plant processing.

Аннотация: Рассмотрены значимость использования беспилотных летальных аппаратов для повышения эффективности растениеводства и достижения экологичности производимой сельскохозяйственной продукции. Обоснована возможность уменьшения веса мультикоптеров-опрыскивателей при использовании инновационных конструкционных материалов, что обеспечит повышение производительности их использования и снижение издержек при обработке сельхозугодий. Рассмотрены преимущества использования углеродных нанокomпозитов для модернизации мультикоптеров-опрыскивателей.

Summary: The importance of using unmanned aerial vehicles to increase the efficiency of crop production and achieve the sustainability of agricultural products is considered. The possibility of reducing the weight of multicopter sprayers by using innovative structural materials is substantiated, which will increase the productivity of their use and reduce costs when processing farmland. The advantages of using carbon nanocomposites for upgrading multicopter sprayers are considered.

В настоящее время для проведения работ в растениеводстве все больше используются беспилотные летательные аппараты как для мони-

торинга состояния земель и темпов роста сельскохозяйственных культур, так и для внесения удобрений и борьбы с насекомыми-вредителями, грибковыми заболеваниями растений, сорняками. Для повышения экологичности сельскохозяйственной продукции необходимо сделать процесс внесения в почву и на поверхность растений требуемых минеральных элементов и пестицидов более рациональным, т.е. точечным, внедрять данные технологии в большинстве хозяйств, но при этом уменьшить затраты на создание и обеспечение функционирования мультикоптеров-опрыскивателей.

Большинство используемых в сельском хозяйстве мультикоптеров-опрыскивателей имеют типовую конструкцию, включающую раму с размещенными на ней двигателями и пропеллерами, бак для горючего, бак для рабочей жидкости, механизм распыления с одной или несколькими форсунками [1]. Снижение стоимости обработки полей пестицидами и внесения удобрений возможно при изменении пропорции между массой переносимых опрыскивателей полезных компонентов и массой самой конструкции квадрокоптера при сохранении подъемной силы. Одним из направлений совершенствования данного вида сельскохозяйственной техники будет применение инновационных композиционных материалов, позволяющих при сохранении прочностных характеристик конструкции уменьшить ее с меньшей массой и большей долговечностью.

Одним из современных направлений улучшения свойств полимерных материалов конструкционного и функционального назначения является применение углеродного наноматериала [2]. Наиболее интересными направлениями улучшения эксплуатационных свойств полимерных материалов являются вопросы прочности, износо- и трещиностойкости, водопоглощения, придания полимерам электро- и теплопроводности.

На данный момент авторами разработаны промышленные технологии по внесению, распределению и стабилизации дисперсии углеродных нанотрубок в полимерных композитах. Выработаны эффективные методы и определена степень их влияния на качественные показатели конечного продукта, а также разработана аппаратурно-технологическая схема промышленного производства [3-4]. Уменьшение массы изделия, вызванное улучшением физико-механических характеристик за счет наномодифицирования материалов, из которых оно изготавливается, является актуальной задачей в области конструирования летательных аппаратов для агропромышленного комплекса.

Авторами предложен и научно обоснован комплексный физико-химический метод воздействия на перерабатываемый материал, включающий механические процессы подготовки сырья и введение наноуглеродного наполнителя в вязкую полимерную матрицу с целью улучшения её эксплуатационных характеристик. Разработана технология получения устойчивой дисперсии, содержащей частицы углеродного наноматериала

в полимерном связующем, которая легла в основу энерго- и ресурсосберегающей технологии.

Получены и исследованы образцы наномодифицированного связующего и полимерных композиционных материалов с улучшенными характеристиками. Физико-механические характеристики (при испытаниях на изгиб, срез и разрыв) наномодифицированного связующего улучшились на 20...30% [5]. Удельное электросопротивление наномодифицированного эпоксидного связующего снизилось до величины 2,5 Ом·м, а термопластов до 0,15 Ом·м при наполнении многослойными углеродными нанотрубками марки «Таунит-М» порядка 6% и 9% мас. соответственно, а теплопроводность этих полимеров возросла в 2 раза при наполнении 10% мас.

Использование в качестве конструкционных материалов полимерных нанокомпозитов позволит уменьшить массу каркаса и основных устройств мультикоптеров-опрыскивателей на 20–25%, что позволит увеличить объем бака для горючего и бака для рабочего вещества. Это обеспечит возможность более длительной работы аппарата без дозаправки, при этом себестоимость сельскохозяйственных работ по обработке почвы и растений снизится на 1–3%. В условиях массового использования беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве затраты на совершенствование их конструкции посредством использования инновационных конструкционных материалов достаточно быстро окупятся.

Список использованной литературы

1. Толочко, Н.К. Совершенствование конструкций и оптимизация режимов эксплуатации мультикоптеров-опрыскивателей / Н.К. Толочко, Н.Н. Романюк, В.Н. Еднач, А.И. Попов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2023. – Т. 29. – № 2. – С. 324–334.
2. Wei Li, Zhen Li, Zhinan Zhang. Tribological behavior of the carbon fiber-reinforced epoxy resin matrix composite with orderly arranged carbon nanotubes // Tribology International 201 (2025). 110246 <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2024.110246>.
3. Conductivity of a carbon nanotubes-epoxy resin nanocomposite / A.N. Blokhin, I.A. Zaytsev, A.K. Sukhorukov, R.A. Stolyarov, A.I. Popov, I.N. Burmistrov, D.E. Kobzev, V.S. Yagubov // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 693 (2019) 012011 IOP Publishing doi: 10.1088/1757-899X/693/1/012013.
4. Блохин, А. Н. Влияние углеродных нанотрубок на электропроводность эпоксидной матрицы / А. Н. Блохин // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2012. – № 3(41). – С. 384–386.
5. Блохин, А. Н. Влияние нанодисперсных частиц на прочностные свойства полимерных матриц / А. Н. Блохин, В. П. Таров, М. С. Толстых // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2012. – Т. 18, № 3. – С. 737–741.