

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

совета по защите диссертаций Д01.18.01 при ФТИ НАН Беларуси по диссертационной работе Янкевича Степана Николаевича «Повышение ресурса средств персональной мобильности совершенствованием технологий изготовления безвоздушных шин и коммутации элементов питания тяговых батарей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Специальность и отрасли науки, по которым присуждается ученая степень

Диссертация Янкевича С.Н. относится к отрасли технических наук и соответствует специальности 05.02.07 – технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Научный вклад соискателя в решение научной задачи с оценкой его значимости

Соискателем методами компьютерного моделирования, теоретических и экспериментальных исследований и испытаний образцов безвоздушных шин (БШ) и тяговых батарей (ТБ) с коммутацией медными шинами решена задача повышения ресурса средств персональной мобильности (СПМ).

Конкретные научные результаты, за которые присуждена ученая степень

Совет по защите диссертаций Д01.18.01 присуждает Янкевичу Степану Николаевичу степень кандидата технических наук за комплекс исследований в области формирования элементов БШ из полимерных материалов методами 3D-печати и литья под давлением, а также неразъемных соединений ТБ при энергетических воздействиях различной природы для повышения качества и увеличения ресурса СПМ, включающих:

- экспериментальные закономерности формирования методом 3D-печати изделий из полимерных материалов с конструкционной прочностью на уровне 27–31 МПа при объемной плотности заполнения структуры до 40 % и с повышенной в 1,7–1,8 раза прочностью при выборе рисунка объемного заполнения «шестигранник из треугольников» при плотности заполнения 90 %, результаты сравнительных исследований физико-механических свойств и экономических показателей изготовления изделий методом 3D-печати, показавшие сокращение материальных затрат в ~15 раз на стадии подготовки их производства;

- разработку математической модели процесса формирования неразъемных соединений путем импульсного воздействия электрического тока и пластической деформации зоны соединения электропроводящих шин с элементами питания ТБ, связывающей теплоемкость C и температуру T объема расплавленного металла V с количеством тепла Q , выделяющегося при протекании импульсов тока силой I по участкам цепи сопротивлением R , отличающейся учетом влияния температуры разогрева на удельное сопротивление и силу тока в контактах и позволившей определить силу, длительность и скважность импульсов электрического тока, а также толщину и конфигурацию электропроводящих шин из никеля и меди, обеспечивающих формирование неразъемных соединений с прочностью на отрыв ($N \geq 100$ Н) и контактным сопротивлением ($R_k \leq 0,005$ Ом) при температуре разогрева внутренней поверхности корпуса не выше допустимых значений ($T \leq 60$ °С);

- разработку температурно-временной диаграммы формирования неразъемных соединений шин из меди с элементами питания ТБ, позволившей установить, что при прохождении первого импульса тока силой 1000 А продолжительностью 1,0–1,3 мс происходит разогрев контакта Cu-Ni до температуры 1085 °С, плавление контактного слоя медной шины с образованием раствора, содержащего от 5 до 10 ат.% Ni, и, соответствующее его концентрации, повышение температуры расплава до 1120 °С. В промежутке между импульсами тока длительностью 1 мс происходит кристаллизация раствора Ni в Cu и снижение его температуры до ~200 °С. При прохождении второго импульса тока происходит повторный разогрев зоны контакта до температуры 1120 °С, ее плавление, увеличение температуры разогрева жидкой фазы до 1200 °С, что обеспечивает формирование неразъемного соединения толщиной от 20 до 30 мкм с концентрацией в них никеля от 5 до 20 ат.%, а также образование переходного слоя неразъемного соединения с корпусом элемента питания толщиной 3–5 мкм, состоящего из твердого раствора Cu в Ni,

что в совокупности позволило разработать технологические процессы изготовления упругих элементов БШ из полимерных материалов, обеспечивших снижение коэффициента сопротивления качению на 40–55 % по сравнению с пневматическими шинами, а также получения неразъемных соединений с повышенной механической прочностью и пониженным электросопротивлением при коммутации элементов питания ТБ, что, в целом, повысило ресурс СПМ на 20–25 %.

Рекомендации по использованию результатов исследования

Полученные результаты апробированы в ОАО «Приборостроительный завод Оптрон» и РУП «НПЦ multifunctional беспилотных комплексов НАН Беларуси». Разработанные технологии могут быть применены на предприятиях машиностроения для повышения эффективности накопителей энергии и при изготовлении конкурентоспособных СПМ.

Зам. председателя Совета

Ученый секретарь совета



А.П. Ласковнев

С. Д. Латушкина