

нанотрубок и установлены их оптимальные концентрации для выбранной бетонной смеси (0.05 % вес. от массы цемента). В представленном исследовании показана возможность значительного улучшения физико-механических свойств бетонов (увеличение прочности более чем на 110%, повышение показателя трещиностойкости более чем на 80%) за счет введения в их состав гидрофильных углеродных нанотрубок совместно с поверхностно-активными веществами. Доказано возникновение синергетического эффекта от совместного введения поверхностно-активных веществ и гидрофиллизированных углеродных нанотрубок. Предложены оптимальные составы комплексных модификаторов содержащих нанотрубки и поверхностно-активные вещества и выбрано рациональное количество их введения в цементную смесь (0.05 % вес. от массы цемента). Таким образом установлено, что разработанные добавки могут эффективно использоваться для создания бетонных материалов, используемых в ответственных строительных конструкциях и сооружениях.

MECHANICAL PROPERTIES OF COMPOSITE CONCRETES MODIFIED WITH CARBON NANOTUBES

Ильиных И.А.¹, Burmistrov I.N.^{1,2}, Mazov I.N.^{1,3}, Kuznetsov D.V.¹, Yudintseva T.I.¹, Kuskov K.V.¹

1 National University of Science and Technology "MISIS"
2 Engels Technological Institute (branch) Saratov State Technical University of Yu. A. Gagarin
3 Boreskov Institute of Catalysis SB RAS

In this work an analysis of influence of addition of hydrophilized multiwall carbon nanotubes on the properties of composite concrete materials. The mechanism of concrete reinforcement is discussed and optimal concentration of oxidized CNTs in concrete was established. It was shown that mechanical properties of composite concrete materials can be significantly improved by addition of CNT with increase of mechanical strength by more than 110% and crack resistance more than by 80% as compared with pure concrete. Synergetic effect of increase of mechanical properties by addition of surfactant combined with CNTs was discovered. Optimal concentrations of CNTs in concrete was suggested. Investigated functional materials can be used for development of concretes for usage in special areas, such as highly-loaded constructions and buildings.

РАЗРАБОТКА МОДИФИКАТОРОВ ДЛЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Ильиных И.А.¹, Бурмистров И.Н.^{1,2}, Мазов И.Н.^{1,3}, Кузнецов Д.В.¹, Юдинцева Т.И.¹, Юсупов Х.У.¹, Шевелев А.А.²

1 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
2 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»
Энгельсский технологический институт (филиал)
3 Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН

Проведен анализ влияния технологических параметров на процесс приготовления модификаторов для материалов дорожной разметки на основе углеродных нанотрубок. Показана возможность получения широкого диапазона концентраций углеродных нанотрубок в композитных материалах с применением метода коагуляционного осаждения. Исследовано влияние различных осадителей на качество наноуглеродных модификаторов и фактическое содержание нанотрубок в модификаторе. Обоснованы концентрационные ограничения для создания модификаторов на основе нефтеполимерной смолы. Установлено, что при изготовлении модификаторов этим методом при прогнозировании фактической концентрации углеродных нанотрубок в модификаторе необходимо учитывать частичную растворимость парафина в большинстве осадителей, и, главным образом, в смеси ксилола и осадителя. Исследовано влияние различной природы модификаторов на устойчивость материалов дорожной разметки к абразивному износу. Показано, что наибольшей износостойкости можно добиться при непосредственном введении углеродных нанотрубок в полимерное пленкообразующее дорожной разметки. Обоснован выбор наиболее приемлемых с технологической и эксплуатационной точки зрения наноуглеродных модификаторов.

DEVELOPMENT OF MODIFIERS FOR THERMOPLASTIC POLYMERIC MATERIALS BASED ON CARBON NANOTUBES

Ильиных И.А.¹, Burmistrov I.N.^{1,2}, Mazov I.N.^{1,3}, Kuznetsov D.V.¹, Yudintseva T.I.¹, Yusupov K.U.¹, Shevelev A.A.²

1 National University of Science and Technology "MISIS"
2 Engels Technological Institute (branch) Saratov State Technical University of Y. A. Gagarin
3 Boreskov Institute of Catalysis SB RAS

In this work an analysis of influence of process parameters on a process of making of modifiers for road marking materials based on carbon nanotubes was performed. A possibility of creation of a wide concentration range of the

carbon nanotubes in polymer-CNT masterbatches by a coagulation precipitation method was shown. An effect of various precipitants on quality of the modifiers and actual nanocarbon content of the nanotubes were researched. Concentration limits of a creation of the modifiers are based on petroleum resin were substantiated. Identified in this work, it is necessary to consider a partial solubility of wax in most precipitants, and mainly in a mix of xylene and a precipitant when predicting an actual concentration of carbon nanotubes in the resulting composite. An influence of a nature of the different modifiers on a road marking materials resistance to abrasion was studied. It is shown that the highest wear resistance can be achieved by a direct introduction of carbon nanotubes in a polymer film-forming of the road marking. The choice of the most technologically and operationally suitable nanocarbon modifier was described.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЯМЫ ДЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ОГРАНИЧЕНИЯ РАЗЛЕТА ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ ПЛАЗМЫ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ

Исаев Ю.Н., Васильева О.В.

ФГБОУ ВПО «НИ ТПУ» («Национальный исследовательский Томский политехнический университет»),
Томск, Россия (634050, г. Томск, пр. Ленина, 30), e-mail: vasileva.o.v@mail.ru

Работа посвящена разработке модели потенциального барьера, позволяющей учитывать упругое отражение частиц о стенки плазматрона. Рассматривается коаксиальный магнитоплазменный ускоритель, реально используемый на практике. В ускорителе исследовано изменение скорости и массы плазменного сгустка в зависимости от координаты, определяемое как энергетическими характеристиками, так и газодинамическими закономерностями гиперзвуковых струйных течений в цилиндрическом канале. Представлен вид потенциальной функции и силового поля, моделирующих пространственное ограничение разлета частиц плазмы. Установлена динамика распространения заряженных частиц в электромагнитном поле, графически представлен баланс энергии с учетом эрозии стенок канала. Показана адекватность разработанной модели коаксиального магнито-плазменного ускорителя с учетом эрозии, вызванной при распространении частиц по низкочастотной спирали. Низкочастотное спиральное движение представлено как суперпозиция продольного и поперечного движений. Решение дифференциальных уравнений осуществлялось методом Рунге–Кутты с фиксированным шагом.

MODELLING OF THE POTENTIAL HOLE FOR SPATIAL RESTRICTION OF SCATTERING OF THE LOADED PARTICLES OF PLASMA IN THE ELECTROMAGNETIC FIELD

Isaev Y.N., Vasileva O.V.

1National research Tomsk polytechnic university, Tomsk, Russia (634050, Tomsk, Lenin prospect, 30),
e-mail: vasileva.o.v@mail.ru

Work is devoted to development of model of the potential barrier, allowing considering elastic reflection of particles about plasmatron walls. The coaxial magneto plasma accelerator which is really used in practice is considered. In the accelerator change of speed and weight of a plasma clot depending on the coordinate, defined both power characteristics, and gas dynamic regularities of hypersonic jet currents in the cylindrical channel is investigated. The type of potential function and the force field, modeling spatial restriction of scattering of particles of plasma is presented. Dynamics of distribution of the loaded particles in an electromagnetic field is established, the balance of energy taking into account an erosion of walls of the channel is graphically presented. Adequacy of the developed model of the coaxial magneto plasma accelerator taking into account an erosion caused at distribution of particles on a low-frequency spiral is shown. Low-frequency spiral movement is presented as superposition of longitudinal and cross movements. The solution of the differential equations was carried out by a method Runge-Kutta with the fixed step.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТРАНСФОРМАТОРА ПРИ ЕГО ДИАГНОСТИКЕ КОРОТКИМ ИМПУЛЬСОМ

Исаев Ю.Н., Колчанова В.А., Елгина Г.А., Лавринович А.В.

ФГБОУ ВПО «НИ ТПУ» («Национальный исследовательский Томский политехнический университет»),
Томск, Россия (634050, Томск, пр. Ленина, 30), e-mail: ni105@mail.ru

Приводится оригинальный синтез модели обмоток трехфазного двухобмоточного трансформатора. Исходный сигнал входного воздействия в виде импульса короткой длительности раскладывался на составляющие ряда Фурье. Для каждой составляющей в соответствии с принципом суперпозиции рассчитывался переходный процесс. Для определения функций токов и напряжений использовался метод пространства состояний с учетом распределённости параметров схемы замещения, а также влияния скин-эффекта. В работе приведен пример расчета индуктивности и сопротивления витков обмотки трансформатора круглого и прямоугольного сечения с учетом скин-эффекта на основе расчета поля распределения магнитного потенциала с использованием метода конечных элементов. Для реализации метода конечных элементов был использован пакет COMSOL Multiphysics. Приведены функции переменных состояния при входном воздействии в виде зондирующего им-