

1 Sun Shaolei, Deng Zigang, Wang Guojing, Wan Lei, Zheng Jun

Левитационные характеристики бортового блока из объемного высокотемпературного сверхпроводника с прямым охлаждением криокулером. Levitation performance of an onboard high-temperature superconducting bulk unit with cryocooler direct cooling. Supercond. Sci. and Technol.. 2020. 33, N 9, с. 094015. Англ.

High-temperature superconducting (HTS) maglev systems show the intrinsic advantage of self-stabilizing levitation without external control, therefore, they have great potential to be a new type of rail transit. At present, the cryogenic condition (77 K) of HTS bulks is maintained by pouring liquid nitrogen (LN2) into the dewar and supplementing LN2 at regular intervals, which cannot be maintained for a long period and in a controllable cryogenic environment. This cooling method is easy to realize but not the best approach for future commercial high-speed maglev. It is therefore necessary to try other cooling methods. In this paper, the authors try the direct cooling method. A cryocooler was used to directly cool a cryogenic unit with eight bulk superconductors which are designed to be close to the practical application. The levitation performance of the cryogenic unit with superconductors is tested on SCML-01. The temperature stability of the cryogenic unit was verified and measurements of levitation force versus temperature and levitation force versus field cooling heights were performed at temperatures from 50 to 90 K. The experimental results show that the HTS bulk unit can obtain a stable and controllable cryogenic environment. By analyzing the experimental data, it is found that decreasing temperature is beneficial to the levitation performance of HTS bulks and as the temperature decreases, the rate of the levitation force increase steps down. Moreover, according to the application environment of the HTS maglev cryogenic unit, 60 K is recommended as its operating temperature. The experimental results provide valuable references for the design of HTS maglev units in the future.

Рубрики: 29.19.29; 291.19.29.18.40.38.04

2020-11 FI17 БД ВИНТИ

2 Pang Peng, Liu Wei, Ren Xiaochen, Lu Qinlong, Yang Shihong, Jing Hailian, Zhou Xingyu

Температурные характеристики объемного образца YBCO, подвергнутого действию высокочастотного флуктуирующего магнитного поля в высокотемпературной сверхпроводящей системе магнитного подвеса. Temperature characteristics of bulk YBCO exposed to high frequency fluctuant magnetic field in high-TC superconducting maglev system. Physica. C. 2020. 572, с. 1353616. Англ.

In high-temperature superconductor (HTS) Maglev system, the permanent magnet guideway (PMG) can't be formed by the whole permanent magnet (PM), which results in the existence of multiple PM splicing slots in the PMG. Moreover, this kind of splicing gap will become bigger with the longer service time of PMG. In addition, due to material inhomogeneity and magnetization difference inside a single PM and there will be fluctuation in magnetic field (MF) above PMG. The fluctuation may have a great impact on the efficient and stable operation of the Maglev system. This paper focuses on the influence of fluctuant MF on the

temperature rise inside bulk HTS, including the internal loss caused by cooling height working height and frequency of MF change. Finally, the HTS Maglev system is analyzed from temperature rise inside the bulk HTS. The results and analyses of this article are useful for the application of bulk HTSs in the Maglev system.

Рубрики: 29.19.29; 291.19.29.46.48.30

2020-12 FI17 БД ВИНТИ

3 Sun Y., Xu J., Qiang H., Lin G.

Система позиционного управления поездом на магнитной подвеске. Adaptive Neural-Fuzzy Robust Position Control Scheme for Maglev Train Systems With Experimental Verification. IEEE Trans. Ind. Electron.. 2019. 66, N 11, с. 8589-8599. Англ.

В рамках адаптивного нейронечеткого подхода разработана система позиционного управления поездом на магнитной подвеске. Анализируется нелинейная математическая модель магнитной подвески. Показаны ее особенности и особенности предложенного подхода. Экспериментально подтверждена эффективность такой схемы управления

Рубрики: 55.41.39; 551.41.39.29

2020-02 МН28 БД ВИНТИ

4 Zhai Mingda, Long Zhiqiang, Li Xiaolong

Нагрузочные характеристики поезда на магнитной подушке. Calculation and evaluation of load performance of magnetic levitation system in medium-low speed maglev train. Int. J. Appl. Electromagn. and Mech.. 2019. 61, N 4, с. 519-536. Англ.

В рамках метода конечных элементов рассчитаны нагрузочные характеристики среднескоростного поезда на магнитной подушке. Полученные результаты сравниваются с экспериментальными результатами, полученными при реальном анализе движения поезда в г. Чанша (Китай). Отмечается хорошее соответствие расчетных данных экспериментальным результатам

Рубрики: 55.41.39; 551.41.39.29

2020-08 МН28 БД ВИНТИ

5 Zheng J., Sun R., Li H., Zheng X., Deng Z.

Подвижной состав на магнитном подвесе. A Manned Hybrid Maglev Vehicle Applying Permanent Magnetic Levitation (PML) and Superconducting Magnetic Levitation (SML). IEEE Trans. Appl. Supercond.. 2020. 30, N 1, с. 1-7. Англ.

В статье рассмотрен вопрос создания гибридных подвижных составов с постоянной магнитной ей и со свехпроводящей магнитной левитацией с повышенной конкурентоспособностью по пассивной устойчивости и простоте конструкции.

Рубрики: 55.41.39; 551.41.39.29

2020-12 МН28 БД ВИНТИ

6 Cai F., Liu J., Zhou D., Zhao L., Zhang Y., Zhao Y.

Статические модулирующие испытания высокотемпературных суперпроводников для максимизации скорости движения подвижного состава на магнитном подвесе. Optimal YBCO Bulk Size to Maximize Running Speed of the SS-HTS Maglev Circular Track System by Static Simulation Experiments. IEEE Trans. Appl. Supercond.. 2020. 30, N 3, с. 1-5. Англ.

В статье представлено исследование левитационных и направляющих характеристик высокотемпературных сверхпроводников с целью оценки возможности повышения скорости движения подвижного состава maglev. Результаты исследования могут служить ориентиром для проектирования и строительства подвижного состава на магнитном подвесе, обеспечивающего достижение более высокой скорости движения.

Рубрики: 55.41.39; 551.41.39.29

2020-12 МН28 БД ВИНТИ

7 Li H., Deng Z., Ke Z., Yu J., Ma S., Zheng J.

Характеристики вписывания в кривые транспортного средства на магнитном подвесе на основе экспериментальных данных и динамического моделирования. Curve Negotiation Performance of High-Temperature Superconducting Maglev Based on Guidance Force Experiments and Dynamic Simulations. IEEE Trans. Appl. Supercond.. 2020. 30, N 1, с. 1-11. Англ.

Одной из важных областей исследования динамики транспортных средств на магнитном подвесе являются характеристики их вхождения в кривые участки пути, что связано с эксплуатационной безопасностью и комфортом пассажиров. В этой статье вопрос вхождения в кривые изучается в три этапа. Была определена безопасная дальность движения, что должно использоваться в качестве индикатора безопасности; проведена экспериментальная оценка неровностей магнитной направляющей и по полученным данным проведено динамическое моделирование для транспортного средства, проходящего кривые участки пути. Полученные результаты показали, что транспортное средство может проходить кривые участки пути с определенной скоростью без внешней рельсовой суперлевитации. Однако пассажирские поезда на магнитном подвесе могут проходить кривые безопасно и плавно при добавлении системы подвешивания и суперлевитации.

Рубрики: 55.41.39; 551.41.39.29

2020-12 МН28 БД ВИНТИ

8 Ma Guangtong, Yang Wenjiao, Wang Zhitao, Ye Changqing, Li Jing

Развитие транспортной системы Maglev. Research development of superconducting Maglev transportation. Huanan ligong daxue xuebao. Ziran kexue ban=J. S. China Univ. Technol. Natur. Sci. Ed.. 2019. 47, N 7, с. 68-74, 82. Библ. 28. Кит.; рез. англ.

Транспортное средство магнитной левитации (maglev), обладая преимуществами безопасности, экономичности и экологичности, является типичным представителем передового типа рельсового транспорта. Транспортное средство maglev высокотемпературной сверхпроводимости (HTS), основанное на эффекте флукс-пиннинга (flux-pinning), и транспортное средство maglev с электродинамической подвеской (EDS), в котором магнит сверхпроводимости использован в качестве бортового активного элемента, представляют собой главные формы транспорта сверхпроводимости maglev. Представлены конструкция, теория и развитие двух типов транспортных средств maglev.

Рубрики: 73.49.99; 733.49.99.13

2020-03 TR06 БД ВИНТИ

9 Chen Chen, Xu Jun-qi, Rong Li-jun, Pan Hong-liang, Gao Ding-gang

Динамические характеристики транспортного средства maglev. Nonlinear dynamics characteristics of maglev vehicle under track random irregularities. Jiaotong yunshu gongcheng xuebao=J. Traffic and Transp.Eng.. 2019. 19, N 4, с. 115-124. Библ. 30. Кит.; рез. англ.

На основе гибкого пути, выполнено исследование динамических характеристик транспортного средства maglev, вызванных неровностью пути. На основе представления усилия пути в виде сегментной цепной конструкции, предложен метод расчета вертикальной устойчивости подвески транспортного средства maglev. Определены частоты собственной вибрации и модальные матрицы гибкого пути, когда различные усилия подвески приложены в соответствующих точках подвески. Определены дискретная форма конструкции сегментной цепи пути и уравнение смещения конструкции пути. Случайное возбуждение, вызванное неровностью пути, преобразовано в возбуждение системы, и выполнен контроль за вибрацией транспортного средства и пути. Приведены результаты исследования.

Рубрики: 73.43.31; 733.43.31.21

2020-04 TR06 БД ВИНТИ

10 Высокоскоростное ж.-д. движение в Японии. JR Central's Shinkansen "dual system" to create Japanese megaregion. Int. Railway J.. 2019. 59, N 4, с. 34-37, 4 ил.. Англ.

Сообщается, что приведена информация об организации и развитии высокоскоростного ж.-д. движения в Японии. В октябре 1964 г. в Японии впервые в мире было сдана в эксплуатацию высокоскоростная ж.-д. линия Tokaido Shinkansen по маршруту Токио-Осака. Готовясь к Олимпийским Играм 2020 г., оператор указанной линии компания JR Central планирует использовать на линии поезда нового поколения, а к концу 2019 г. будет построена линия maglev line Токио-Нагоя со скоростью движения 500 км/ч. Указанная компания является также оператором 12 обычных ж.-д. линий. Рассмотрены проблемы, связанные с эксплуатацией линии Tokaido Shinkansen, включая старение конструкций, землетрясения и приближение к пределу объемов перевозок с использованием 368 поездов, имеющих среднее опоздание на уровне 42 с

Рубрики: 73.29.61; 733.29.61.13.19

2020-05 TR21 БД ВИНТИ

11 Yu Yi, Jiang Xi, Lin Hui, Zhao Huahua

Дополнительная остановочная зона для поездов maglev. Setting method of auxiliary stopping area for high-speed maglev based on protection speed. Tongji daxue xuebao. Ziran kexue ban=J. Tongji Univ. Natur. Sci.. 2019. 47, N 9, с. 1310-1316. Библ. 9. Кит.; рез. англ.

Для снижения строительных расходов, исходя из предпосылки безопасной и непрерывной эксплуатации высокоскоростных поездов maglev, предложен метод организации дополнительной остановочной зоны для указанных поездов, основанный на защите кривой скорости. Данный метод может обеспечить выполнение требований безопасной и непрерывной эксплуатации поездов, где на линии существует многоцелевая кривая скорости. Приведено инженерное применение метода организации дополнительной остановочной зоны, с помощью моделирования выполнен расчет для конкретных рабочих условий. Приведены результаты.

Рубрики: 73.49.99; 733.49.99.13

2020-06 TR06 БД ВИНТИ

12 Zhang Min, Fan Yi-li, Ma Wei-hua, Luo Shi-hui

Влияние частоты скольжения на передвижение транспортного средства maglev. Influence of slip frequency on running performance of maglev vehicle. Jiaotong yunshu gongcheng xuebao=J. Traffic and Transp.Eng.. 2019. 19, N 5, с. 64-73. Библ. 30. Кит.; рез. англ.

С помощью теории двумерного электромагнитного поля, решены продольный и вертикальный компоненты воздушной подушки магнитного поля линейного индукционного двигателя (LIM), и получены аналитические выражения силы тяги и нормальной силы LIM. Метод аналитического расчета проверялся с использованием испытательного стенда для LIM, и сравнивались изменения силы тяги и нормальной силы при скорости, когда постоянный диапазон частоты скольжения (slip frequency) равнялся 6-18 герц. Построена модель динамики транспортного средства maglev с тремя рамами всплытия (levitation). Выполнены моделирование и сравнение реакций вибрации кузова транспортного средства и рамы всплытия при усилиях удара 1, 3, 5 и 8 кН. Приведены результаты.

Рубрики: 73.49.99; 733.49.99.13

2020-09 TR06 БД ВИНТИ

13 Jiang Zaolong, Liu Xiaojun, Jin Bo, Zhang Zhijun, Liu Zhengbo, Zhao Jiaqi, Li Yuan

Влияние электромагнитного поля на надвижку балки, расположенной над путями Maglev. Influence of steel electromagnetic field on pushing and falling construction of steel box girder over Maglev track. Hunan daxue xuebao. Ziran kexue ban=J. Hunan Univ. Natur. Sci.. 2019. 46, N 11, с. 164-171. Библ. 16. Кит.; рез. англ.

Окружающие электромагнитные поля значительно изменяются, когда реализуется электрификация системы Maglev движения со средней и низкой скоростями. Генерирование сильного электромагнитного поля оказывает большое влияние на безопасность монтажа надвижкой стальной коробчатой балки, расположенной над путями системы Maglev. На примере реализации китайского проекта Changsha Huanghua International Airport Avenue Project, изучалось влияние электромагнитного поля на надвижку и падение стальной коробчатой балки над путями Maglev. С помощью программы

конечных элементов ANSOFT, выполнен расчет сильного электромагнитного поля пути Maglev. Приведены результаты.

Рубрики: 73.49.99; 733.49.99.13

2020-09 TR06 БД ВИНТИ

14 Jia Yongxing, Yang Zhen, Yao Shuanbao, Mei Yuanguai

Моделирование колебаний давления в тоннеле, вызванных прохождением 2-х поездов Maglev. Numerical simulation of pressure fluctuation in tunnel caused by high-speed Maglev trains passing each other. Zhongguo tiedao kexue=China Railway Sci.. 2020. 41, N 3, с. 86-94. Библ. 33. Кит.; рез. англ.

Используя одномерную сжимаемую модель неустойчивого потока и метод характерной линии обобщенной переменной Riemann, изучалось распределение пикового давления в тоннеле, вызванного прохождением поездов Maglev в противоположном направлении при скорости 600 км/час. Анализировалось влияние длины тоннеля, зоны тоннельного клиренса, скорости и длины поезда. Результаты показали, что колебания давления в центральной точке измерения тоннеля являются наиболее интенсивными, а пиковое давление симметрично распределено от центрального положения двух стен тоннеля. Приведены другие результаты.

Рубрики: 73.49.99; 733.49.99.13

2020-11 TR06 БД ВИНТИ

15 Lim J., Jeong J. H., Kim C. H., Ha C. W., Park D. Y.

Анализ и экспериментальная оценка продольной силы линейного асинхронного двигателя для магнитолевитационного транспорта. Analysis and Experimental Evaluation of Normal Force of Linear Induction Motor for Maglev Vehicle. IEEE Trans. Magn.. 2017. 53, N 11. Англ.

Представлены анализ и экспериментальное исследование действующей продольной силы и энергопотребления в магнитолевитационном транспортном средстве (МЛТС). В МЛТС для подвеса используются электромагниты, а для создания тяги - линейные двигатели. Отмечено, что данные компоненты, обеспечивая комфортность езды, обладают низкой энергоэффективностью. С целью повышения тягового КПД и снижения энергопотребления системы разработан алгоритм векторного управления, изучено влияние величины воздушного зазора. По энергопотреблению системы произведен расчет эффективной левитационной нагрузки и соответствующих левитационного зазора и продольной силы линейного асинхронного двигателя. Проведено сравнение вычислений с результатами конечно-элементного анализа. Выполнены эксперименты с полномасштабным поездом на испытательной линии, продемонстрирована эффективность двигательной установки.

Рубрики: 45.53.37; 451.53.37.29.35.31

2019-03 EL08 БД ВИНТИ

16 Yonezu T., Watanabe K., Suzuki E., Sasakawa T.

Исследование характеристик электромагнитной силы, действующей на левитационные/управляющие катушки в сверхпроводящей магнитолевитационной транспортной системе. Study on Electromagnetic Force Characteristics Acting on Levitation/Guidance Coils of a Superconducting Maglev Vehicle System. IEEE Trans. Magn.. 2017. 53, N 11. Англ.

Рассмотрена высокоскоростная транспортная система на основе магнитной левитации, в которой сверхпроводящие катушки (СПК) установлены на транспортном средстве (ТС), а левитационные/управляющие катушки (ЛУК) встроены в дорожное полотно. Возникающая система электродинамического подвеса на основе электромагнитного взаимодействия между СПК и ЛУК обеспечивает функции левитации и управления ТС. Отмечено, что предыдущие работы были посвящены изучению сил, действующих на СПК в зависимости от конструктивных параметров ТС, и исходя из этих сил, в основном, определялась конструкция ТС. В то же время исследования электромагнитных сил, действующих на ЛУК, также крайне важны, поскольку эти силы определяют не только конструкцию, структуру и состав самих ЛУК, но и влияют на дизайн ТС. Предложен усовершенствованный метод проектирования транспортной системы с целью оптимизации характеристик ТС с учетом нагрузок на ЛУК. Представлены результаты выполненных для реализации метода исследований с использованием компьютерного моделирования характеристик электромагнитных сил, действующих на ЛУК, с учетом параметров ТС.

Рубрики: 45.53.37; 451.53.37.29.35.31

2019-05 EL08 БД ВИНТИ

17 Wang H., Ge X., Liu Y.

Векторное бессенсорное управление линейными асинхронными двигателями в приводах низко- и среднескоростных средств передвижения на магнитной подвеске на основе адаптивной системы с эталонной моделью, использующей наблюдатель режима скольжения второго порядка. Second-Order Sliding-Mode MRAS Observer-Based Sensorless Vector Control of Linear Induction Motor Drives for Medium-Low Speed Maglev Applications. IEEE Trans. Ind. Electron.. 2018. 65, N 12, с. 9938-9952. Англ.

Приведено описание исследований, выполненных при разработке системы управления линейными асинхронными двигателями, применяемыми в приводах малоскоростных средств передвижения с магнитной подвеской. Рассмотрена схема оценки скорости путем объединения наблюдателя скользящего режима второго порядка с эталонной адаптивной моделью в асинхронных приводах с бессенсорным управлением. Модель вектора пространственных состояний, учитывающая динамические конечные эффекты, переупорядочена для представления в форме алгоритма. На основе теории гиперстабильности Попова разработан наблюдатель тока статора, который используется взамен эталонной модели схемы оценки скорости. Поскольку изменение сопротивления статора, связанное с динамикой его температуры, может привести к большой расчетной ошибке и даже к нестабильности системы, в предложенной схеме оценки скорости принята схема определения сопротивления статора без использования датчика. Эффективность и надежность функционирования разработанной системы управления подтверждена результатами моделирования и физических экспериментов.

Рубрики: 45.41.31; 451.41.31.29.11

2019-07 EL06 БД ВИНТИ

18 Hosseini M. S., Javadi H., Vaez-Zadeh S., Abdollahi S. E.

Разработка точной dq-модели линейных двигателей с переключаемым магнитным потоком и сегментированной вторичной структурой для рельсовых транспортных систем. Precise dq model development of linear flux switching motors with segmented secondary for rail transportation applications. IET Elec. Power Appl.. 2018. 12, N 2, с. 213-221. Англ.

Исследовано модельное представление линейных двигателей с переключаемым потоком и сегментированной вторичной структурой (ЛДППСВС). В этих двигателях обмотки якоря и возбуждения установлены в первичных пазах, а вторичная структура образована простыми слоистыми сегментами. Такие двигатели сочетают как преимущества высокой плотности силы линейных синхронных двигателей, так и простую конструкцию вторичной структуры линейных асинхронных двигателей. Благодаря своей простой и, следовательно, недорогой вторичной структуре, они подходят для применения в транспортных системах типа Maglev. Для применения в рельсовых транспортных системах важное значение имеет управление положением и скоростью этого двигателя. Поэтому необходимо создание соответствующей аналитической модели в целях контроля. Предложен аналитический метод для представления dq-модели ЛДППСВС. Используя этот метод, рассчитываются индуктивности по осям d и q, развиваемая электромагнитная тяга и перпендикулярная сила. Для проверки предложенной модели изучены три различные модели на основе метода конечных элементов и одна из них выбрана в качестве основы для сравнения и использована для проверки всех результатов, полученных с предложенной аналитической моделью. Кроме того, создан прототип ЛДППСВС для проверки проведенного исследования.

Рубрики: 45.53.37; 451.53.37.29.35.31

2019-12 EL08 БД ВИНТИ

19 Li Haitao, Deng Zigang, Jin Li'an, Li Jipeng, Li Yanxing, Zheng Jun

Условия устойчивости к поперечному движению высокотемпературной сверхпроводниковой системы магнитного подвеса, полученные из гистерезисной модели нелинейного направляющего усилия. Lateral motion stability of high-temperature superconducting maglev systems derived from a nonlinear guidance force hysteretic model. Supercond. Sci. and Technol.. 2018. 31, N 7, с. 075010. Англ.

Рассмотрены проведенные исследования устойчивости устройств магнитного подвеса с высокотемпературной сверхпроводниковой электромагнитной системой. На основе полученных экспериментальных данных построена математическая модель, главной особенностью которой является возможность описывать гистерезисную характеристику направляющей силы. Данная модель была использована при исследовании бокового движения устройства на магнитном подвесе под действием возмущающих воздействий. Результаты исследования позволили определить направляющую силу электромагнитной системы, под действием которой устройство на магнитном подвесе автоматически возвращается в равновесное состояние при допустимых пределах отклонения от устойчивого состояния. Отмечено, что результаты исследования могут использоваться при проектировании устройств на магнитном подвесе, включая транспортные средства.

Рубрики: 45.31.31; 451.31.31.27.39

2019-12 EL02 БД ВИНТИ

20 Chung Yoon Do, Lee Chang Young, Jeon Hae Ryong

Рабочие характеристики и оценка затрат на охлаждение для ВТСП приемных решеток беспроводной системы подзарядки поезда на сверхпроводящей магнитной подвеске. Operating characteristics and cooling cost evaluation for HTS receiver arrays of wireless power charging system in superconducting MAGLEV train. Cryogenics. 2018. 94, с. 79-83. Англ.

Since conventional power supply unit should be attached to HTS magnet in the MAGLEV, a large thermal loss is indispensably caused by power transfer wires and joints, those have been one of essential obstacles in the superconducting MAGLEV train. As the wireless power transfer (WPT) technology based on strongly resonance coupled method realizes large power charging without any wires through the air, there are advantages compared with the wired counterparts, such as convenient, safety and fearless transmission of power during movement. Above all, the WPT technology in the MAGLEV can reduce the cost of tunnel construction since the space of conventional power line doesn't required. From these merits, the WPT systems have been started to be applied to the wireless charging for various power applications such as transportations (train, underwater ship, electric vehicle). In this study, as a practical approach, authors investigate transfer efficiency and cooling cost for multi-Tx and multi-sized single Tx coils under different size of Rxcoils arrays, respectively. Additionally, authors investigated transfer ratio at HTS Rx with helix and spiral Tx coils under different interval. As well as, authors evaluate cooling cost of different sizes of HTS receiver under long single and multi-copper antenna arrays based on nitrogen evaporation method.

Рубрики: 29.19.29; 291.19.29.46.48.30

2019-01 FI17 БД ВИНТИ

21 Santos da Cruz V., Telles G. T., Ferreira A. C., de Andrade R.

Импульсное намагничивание монолитных сверхпроводящих контуров для регулирования высоты магнитного подвеса. Pulse magnetization of jointless superconducting loops for magnetic bearings height control. IEEE Trans. Appl. Supercond.. 2018. 28, N 4. Англ.

Superconductors can be used for applications such as magnetic levitation. The Maglev Cobra project, developed at the Universidade Federal do Rio de Janeiro, uses superconducting bulks, which are produced in a partially industrial process, which does not guarantee homogeneity, and operate passively, making height control impossible. Replacing these bulks with jointless 2G wires superconducting loops will guarantee a homogenous production and enables active control of levitation height through current pulse magnetization. Superconducting loops were exposed to different values of current pulse width and intensity. The induced current in the tape was then measured. With this, the persistent current behavior in the superconductor could be observed, showing a correlation between the persistent current and the applied current pulse parameters. Saturation of the current in the superconductor was observed above certain values of applied current, due to the critical current value of the superconducting tape. Furthermore, as the width of the current pulse increases, the persistent current increment decreases. According to these results, an optimum point can be observed, in which the ratio between the persistent current and the energy used is maximized. To operate at the optimum point, the current pulse width must decrease as its intensity increases

Рубрики: 29.19.29; 291.19.29.46.48.30

2019-01 FI17 БД ВИНТИ

22 Zheng J., Huang H., Zhang S., Deng Z.

Общий метод моделирования электромагнитных характеристик ВТСП системы магнитного подвеса с помощью метода конечных элементов. A general method to simulate the electromagnetic characteristics of HTS maglev systems by finite element software. IEEE Trans. Appl. Supercond.. 2018. 28, N 5. Англ.

For practical maglev systems, the mutual effects among the bulk superconductor and the permanent magnet are primarily investigated to provide useful implications for the design. This paper proposed a general simulation method to demonstrate the electromagnetic behaviors of a levitation system. The basics properties including the distributions of the induced current and the levitation/guidance force of a bulk superconductor have been calculated while moving in the nonuniform magnetic field generated by a permanent magnet guideway. This numerical method is based on solving the partial differential equations time dependently and adapted to the commercial finite element software COMSOL Multiphysics 5.3. It is worth mentioning that relative movements are solved to simulate more real test scenarios with the moving mesh and automatic remeshing in COMSOL. Simulation results are intuitive for the generation of electromagnetic behaviors and show a good consistency with previous experimental data. The authors conclude that this simulation method can be a powerful tool for researchers and engineers to investigate analogous problems with a greater level of flexibility and expandability

Рубрики: 29.19.29; 291.19.29.46.48.30

2019-01 FI17 БД ВИНТИ

23 Jin Chaowu, Xiong Feng, Bao Zhanpeng, Xu Yuanping, Xu Longxiang

Исследование подавления мод колебаний стальной полосы поезда на магнитной подушке на основе компенсации фазы. Research on modal vibration suppression of maglev steel strip based on phase compensator. J. Sound and Vibr.. 2018. 434, с. 78-91. Англ.

Представлен алгоритм управления компенсацией фазы для подавления колебаний стальной полосы поезда на магнитной подушке. Согласно теории получено эквивалентное демпфирование. Колебания исчезают согласно принципу фазовой компенсации. Показана возможность подавления колебаний на 89,2%.

Рубрики: 29.37.03; 291.37.03.05.25

2019-03 FI01 БД ВИНТИ

24 Huang Chen-Guang, Xu Bin, Zhou You-He

Динамическое моделирование современных сверхпроводящих систем магнитного подвеса с учетом тепловых и вращательных эффектов. Dynamic simulations of actual superconducting maglev systems considering thermal and rotational effects. Supercond. Sci. and Technol.. 2019. 32, N 4, с. 045002. Англ.

Recently, the application of high-Tc superconductors with longitudinal geometry to linear bearings and transportation devices has reached a higher stage of development. For these maglev systems, static stability has already been established; but dynamic stability is still under investigation, since these systems have multiple degrees of freedom and their dynamics are coupled with intricate superconducting phenomena. In this paper, in terms of Newton's second law, the thermal diffusion equation, and Maxwell's equations together with a nonlinear power-law constitutive relation, the authors build a two-dimensional thermal-electromagnetic coupling model to study the dynamics of actual maglev systems composed of a

superconductor and a guideway formed by conventional and Halbach arrays of permanent magnets. The authors assume that the zero-field-cooled superconductor slowly descends to a working height and then its dynamic motion is triggered by an external disturbance or excitation. The results show that when the superconductor has a disturbance-induced initial translational or angular velocity at the working position, vibration and drift phenomena occur simultaneously in the lateral, vertical and rotational directions, and the local temperature rise will aggravate the center of the drift of vibration but will shorten the levitation stabilization time. Lowering the ambient temperature is effective at alleviating the levitation drift. However, a balance between the levitation force and lateral stability should be noted because an excessively low ambient temperature may lead to instability. Additionally, a resonance phenomenon will occur under an external excitation if its frequency is too close to the system's resonance frequency, which causes a dramatic rise in local temperature and a further large drift for the center of vibration.

Рубрики: 29.19.29; 291.19.29.46.48.30

2019-07 FI17 БД ВИНТИ

25 Zhang S., Ren Y., Du Y., Zheng J., Deng Z.

Динамическое обнаружение уровня жидкого азота у криостатов на борту ВТСП системы магнитного подвеса. Dynamic liquid nitrogen level detection of cryostats onboard the HTS maglev vehicle. IEEE Trans. Appl. Supercond.. 2019. 29, N 2. Англ.

For the safe operation of high-temperature superconducting (HTS) Maglev vehicles, the liquid nitrogen (LN2) level in the onboard cryostat should be monitored in real-time during the whole running process. The previous method of LN2 level detection was proposed by using resistance sensors or liquid volume meters as the testing equipment to estimate the liquid level. However, the fluctuation of LN2 level causes great disturbance for the liquid level detection, which leads to unsteady detection and loss of valid data. An effective method for LN2 level detection under dynamic conditions is proposed. First, the static evaporation of LN2 in rectangular and circular containers are measured by PT100 platinum resistances. And then, a self-developed simple hardware is designed for onboard cryostats, further improving the HTS maglev vehicle performance. Furthermore, the state estimation theory, which uses particle filter algorithm, is employed to eliminate the interference caused by fluctuation of the LN2 level. The real-time measurement results illustrate that the proposed dynamic liquid nitrogen level detection is able to meet the requirements of the LN2 level detection with high precision

Рубрики: 29.19.29; 291.19.29.46.48.30

2019-08 FI17 БД ВИНТИ

26 Hao L., Huang Z., Dong F., Qiu D., Shen B., Jin Z.

Изучение электродинамической системы подвеса с высокотемпературными сверхпроводящими магнитами для высокоскоростного поезда на магнитной подвеске. Study on electrodynamic suspension system with high-temperature superconducting magnets for a high-speed maglev train. IEEE Trans. Appl. Supercond.. 2019. 29, N 2. Англ.

For the electrodynamic suspension (EDS) system in the high-speed magnetic levitation (Maglev) train, high-temperature superconducting (HTS) coils made of ReBCO-coated conductors can be used as levitation magnets. A three-dimensional model of the HTS EDS system is built for the design of the suspension system of a full-scale high-speed Maglev train. Subsequently, the levitation and drag forces are analyzed using finite-

element method (FEM), and the force performances of different operating currents, reaction board thicknesses, and air gap lengths are investigated. And the distribution of the eddy current on the reaction board induced by the moving HTS magnets is obtained. Moreover, according to the eddy current distribution and force analysis results, a mirror image method is proposed to simplify the calculation and accelerate the estimation of the saturated levitation force of an HTS EDS system. The calculation results of the model are verified by the FEM model with an error less than 8%. Finally, the model is expanded to a full-scale HTS EDS system, which validates the feasibility of applying to the high-speed Maglev train

Рубрики: 29.19.29; 291.19.29.46.48.30

2019-08 FI17 БД ВИНТИ

27 Li J., Deng Z., Xia C., Gou Y., Wang C., Zheng J.

Субгармонический резонанс при магнитной левитации высокотемпературных сверхпроводящих объемных образцов  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  под действием гармонических возбуждений. Subharmonic resonance in magnetic levitation of the high-temperature superconducting bulks  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  under harmonic excitation. IEEE Trans. Appl. Supercond.. 2019. 29, N 4. Англ.

High-temperature superconducting (HTS) bulk  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  (YBCO) can achieve self-stable magnetic levitation (maglev) over a permanent magnet (PM) for its inherent flux pinning effect, which has considerable potential for engineering applications. The complicated vibration response, however, is lacking in research for the nonlinearity of the interaction force between the HTS bulks and PMs. This paper mainly focuses on the subharmonic resonance of the HTS bulks YBCO levitating above the PMs in Halbach array, which are in reciprocating motion, by numerical simulations. In general, the motion of HTS bulks is approximately harmonic under limited excitation. When the amplitude and frequency of the excitation satisfy certain conditions, the dynamical system undergoes a period-double bifurcation, and then, the subharmonic resonance occurs. Moreover, the period-double bifurcation brings the jump phenomenon when the frequency of excitation increases and decreases at the double of eigenfrequency nearby. Simulations show that a suitable damping is able to reduce the vibration markedly. The subharmonic resonance region in an amplitude-frequency plane is presented in this paper finally. In a word, the subharmonic resonance would occur in an HTS maglev system under certain conditions and its prediction is numerically studied here with a nonlinear mathematics model of the levitation force

Рубрики: 29.19.29; 291.19.29.46.48.30

2019-09 FI17 БД ВИНТИ

28 Xie Jun, Zhao Peng, Jing Zhongboyu, Zhang Chengqian, Xia Neng, Fu Jianzhong

Исследование чувствительности приборов магнитной левитации. Research on the sensitivity of magnetic levitation (MagLev) devices. J. Magn. and Magn. Mater.. 2018. 468, с. 100-104. Англ.

This paper studied the sensitivity of the magnetic levitation (MagLev) device and the improvement of its sensitivity by enlarging the distance between the two magnets. The sensitivity is defined as the ability of the device to distinguish the difference of density  $\Delta\rho_s$  caused by the change of levitation  $\Delta z_h$ . The improved device has a larger sensitivity in most areas between two magnets. The device also has an area where the sensitivity is much larger (204-305 mm  $\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$  in 2.0 M of  $\text{MnCl}_2$  aqueous solution, which is 1.67-2.50 times larger than the previous device). Based on its high sensitivity, the device's applications of separation and non-destructive

testing are assessed. The improved device was able to separate samples with similar densities, while the previous device could not completely distinguish them. Non-destructive testing was advantageous for assessing tiny interior defects. The high sensitivity was beneficial.

Рубрики: 29.19.29; 291.19.29.46.48.30

2019-10 FI17 БД ВИНТИ

29 Ferreira da Silva F., Costa Branco P. J.

Изучение конструкции в цилиндрической геометрии для системы магнитного подвеса, охлаждаемой при нулевом поле. Study of a cylindrical geometry design for a zero field cooled Maglev system. Supercond. Sci. and Technol.. 2019. 32, N 6, с. 065004. Англ.

This paper proposes a new cylindrical geometry design for the zero field cooled (ZFC) Maglev system. In previous research, a ZFC-Maglev of rectangular geometry was designed and an experimental prototype, with a magnetic track, was developed. Studies on this system showed that the Maglev is prone to derailing, mainly due to the nonlinear nature of the guidance forces. A cylindrical geometry is proposed which allows to solve those situations, making the ZFC-Maglev inherently stable and with a linear lateral restitution force. A 3D model was made, using COMSOL Multiphysics, where several cylindrical geometries were developed, to study the viability of these solutions regarding the levitation and guidance forces. It is shown that the cylindrical geometry is a viable solution, being naturally stable and having a linear response to lateral forces. However, the cylindrical geometry presents two major drawbacks, which are the limitation of lateral movement and the possibility of flux pinning occurring between the HTS and the permanent magnets.

Рубрики: 29.19.29; 291.19.29.46.48.30

2019-11 FI17 БД ВИНТИ

30 Wang H., Deng Z., Ma S., Sun R., Li H., Li J.

Динамическое моделирование ВТСП системы магнитного подвеса со связью аппарата и перемычки, основанное на эксперименте с силами левитации. Dynamic simulation of the HTS maglev vehicle-bridge coupled system based on levitation force experiment. IEEE Trans. Appl. Supercond.. 2019. 29, N 5. Англ.

The authors built a high-temperature superconducting (HTS) maglev vehicle-bridge coupled system model by Universal Mechanism (UM) software, and analyzed the vertical dynamics. The UM model is composed of two parts, the train subsystem involved three vehicles, and the flexible bridge with simple-supports. In the UM modeling system, the expression of levitation force and the parameters related to the maglev vehicle-bridge were indispensable. The levitation force of maglev vehicle was described by an exponential analytical expression simplified by the experimental results of four YBCO bulks above a Halbach permanent magnetic guideway. The parameters related to the maglev vehicle-bridge are based on experimental prototype. Based on the UM model, the vertical dynamic was simulated and analyzed with different bridge spans under different operating velocities. This subject is a basic study for understanding the unique dynamic characteristic of the HTS maglev vehicle-bridge system. The simulation results provided reference for the further design of the HTS maglev vehicle-bridge coupled system in different speed ranges

Рубрики: 29.19.29; 291.19.29.46.48.30

2019-11 FI17 БД ВИНТИ

31 Huang Huan, Zheng Jun, Liao Hengpei, Hong Ye, Li Haitao, Deng Zigang

Влияние соотношений различных факторов на характеристики левитации у высокотемпературной сверхпроводящей системы магнитного подвеса на основе численных решений. Effect laws of different factors on levitation characteristics of high-Tc superconducting maglev system with numerical solutions. J. Supercond. and Novel Magn.. 2019. 32, N 8, с. 2351-2358. Англ.

The interaction between the high-temperature superconducting (HTS) bulk and permanent magnet guideway has been a topic among the existing HTS magnetic levitation systems. Up to now, the theories about the electromagnetic and force characteristics have been relatively consummated. Here, using the finite element model by COMSOL Multiphysics 5.3a, the authors investigated the impact of the intrinsic and external factors on the levitation characteristics of HTS maglev systems, the application laws are concluded. Factors including the critical current density and geometric dimensions of the bulk superconductor, as well as the moving velocity, are discussed. The effects of the multiple back and forth movements are also analyzed. By comparing calculation results of the distributions of the induced current and the levitation force of the bulk superconductor, the authors can clearly confirm the effect laws of various factors on the electromagnetic characteristics and levitation force. These observations support the physical parameters that are difficult to be tested by experiments. And they also have a significant contribution to the experimental condition selections and optimization of the high-temperature superconducting magnetic levitation.

Рубрики: 29.19.29; 291.19.29.18.40.38.04

2019-12 FI17 БД ВИНТИ

32 Zhao Lifeng, Du Yidong, Pan Xifeng, Jiang Jing, Zhang Yong, Zhao Yong

Улучшение параметров высокотемпературной сверхпроводящей вращающейся системы магнитного подвеса с боковой подвеской в вакуумной трубе. Improvement of the side-suspended high-temperature superconductor maglev rotating system in evacuated tube. Xiyou jinshu cailiao yu gongcheng=Rare Metal Mater. and Eng.. 2019. 48, N 4, с. 1046-1050. Библ. 10. Англ.; рез. кит.

A well-established side-suspended maglev rotating system possesses two permanent magnet guideways (PMGs) with unimodal magnetic field for every one of them. The maglev vehicle of the system can reach a speed over 80 km/h at the suspending gap of 6 mm in an evacuated circular tube. A way of raising the maximum speed of the system without changing the whole structure greatly was discussed. Putting two parallel PMGs together to form a single PMG with a trimodal magnetic field will obviously increase the levitation force of the system, which will be possible to increase the maximum speed of the system. However, the mass of the vehicle will be increased at the same time to contract the effect of the increase in the levitation force. The result indicates that the trimodal structure PMG (TMG) can support higher speed than the unimodal structure PMG (UMG). In addition, the maximum speed for TMG augments increases with the increase of the number of bulks. When the number of columns of bulks is 17, the speed for TMG is 8.2% faster than that for UMG

Рубрики: 29.19.29; 291.19.29.46.48.30

2019-12 FI17 БД ВИНТИ