

ПРИМЕНЕНИЕ КВАНТОВОЙ ЛЕВИТАЦИИ СВЕРХПРОВОДНИКОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СВЕРХСКОРОСТНОГО ЭКОЛОГИЧНОГО И ЭКОНОМИЧНОГО ТРАНСПОРТА

*В.С.Ларюхин¹, Ю.А.Терентьев², А.В.Бабачаных³, В.К.Балабанов⁴, В.В.Коледов⁵,
Г.Г. Малинецкий⁶, В.С. Смолин⁶, Б.В.Дроздов⁷, М.А. Сысоев¹, В.В.Асеев¹²⁸,
И.С.Анпилоов⁸, Д.С.Токаренко⁹, О.В.Вартанов⁹, Д.С.Токаренко⁹.*

¹МГТУ им. Баумана, г.Москва, ² РНТВО им. академика С.А. Векшинского, г. Москва

³РУТ МИИТ, г.Москва, ⁴ Самарский НИУ им.Академика С.П. Королёва, г.Самара,

⁵Институт радиотехники и электроники РАН, г.Москва,

⁶ Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша, г.Москва

⁷JSC «NII IAT», г.Москва, ⁸Филиал АО «ОДК» МКБ «Горизонт», г.Москва

⁹НТУ СИРИУС, г.Сочи.

АННОТАЦИЯ

Вакуумный магнито-левитационный транспорт (ВМЛТ) [1]. разрабатывается для того, чтобы соединить самые отдалённые участки нашей страны и обеспечить связность её территории при помощи более совершенной и высокоскоростной наземной транспортной инфраструктуры, обладающей остро необходимой сейчас [2].

Согласно транспортной теореме: чем больше страна, тем больше должна быть скорость коммуникации внутри государств. Поэтому для сохранения целостности нашей огромной страны нам жизненно необходимо иметь такой высокоскоростной транспорт, а на данный момент ни самолёты, ни поезда не решают данную задачу полноценно и экономично. ВМЛТ позволяет перевозить грузы с рабочей скоростью до 6500 км / ч и более, имеет рекордно низкое энергопотребление и относительно дешёвую инфраструктуру. Примечательной особенностью ВМЛТ является то, что почти все его элементы уже реализованы на практике, идёт работа по оптимизации технических решений и масштабированию данных систем для создания полупромышленных образцов. В данной работе мы рассматриваем некоторые теоретические и экспериментальные результаты, полученные авторами по приближению ВМЛТ к практической реализации.

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

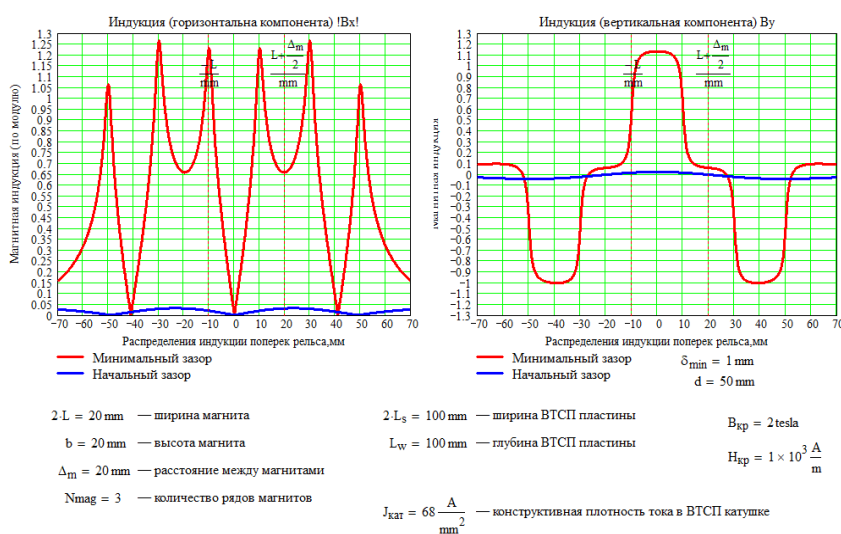
Удержание над поверхностью земли и перемещения транспортного средства осуществляется с помощью эффекта, который был предложен отечественным учёным Борисом Петровичем Вайнбергом ещё в 1914 году. Суть его в полезном объединении одновременно и магнитной левитации и вакуумной среды. Впоследствии данный эффект был дополнен эффектом квантовой левитации на базе взаимодействия постоянных и сверхпроводниковых магнитов.

Наша основная магистральная транспортная система будет представлять из себя высокоскоростную левитирующую над магнитной трассой капсулу, которая будет перемещаться по трубе с вакуумом, что позволит избавиться и от аэродинамического сопротивления и сопротивления за счет трения. Поэтому мы можем разгонять наш транспорт, способствуя повышению связности территории Страны до огромных скоростей, а точнее вплоть до 6500 км/ч.

При наличии правильных технологических подходов, это позволяет ещё и использовать практически полную (вплоть до 99% и более, при применении обратимых линейных

сверхпроводниковых электрических двигателей-генераторов) рекуперацию энергии, затраченной на разгон в начальном участке пути и дальнейшее перемещение, при обратном возвращении её в сеть в процессе торможения на конечном участке пути, что позволяет сделать, в перспективе, эту технологию самой высокоскоростной и энергетически эффективной.

В России, как и в ряде других стран, осуществляется лабораторная отработка базовых принципов как атмосферного, АМЛТ, так и вакуумного, ВМЛТ [1,3,5-9]. На базе разработанных коллегами из МАИ [10,11] методик расчёта и необходимых обосновывающих расчётно-теоретических работ первого этапа развития ВМЛТ- «атмосферного» магнито-левитационного транспорта – АМЛТ, – нами созданы реальные масштабируемые образцы различных действующих «потешных» малоразмерных макетов, на основе высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП). На основе аналогичных расчётов, для ВМЛТ были разработаны, созданы и успешно испытаны различные действующие и масштабируемые демонстрационные макеты эффективных магнитолевитационных трасс ВМЛТ на базе постоянных высокоэнергетических магнитов NdFeB, созданы и также успешно испытаны различные перспективные варианты сопряжённых с ними «левитеров», – криостатов с блоками различных конфигураций ВТСП, поддерживающих длительное время необходимые температуры криостатирования в рабочем режиме и обеспечивающих их устойчивую левитацию во всех испытанных вариантах магнитолевитационных систем, а также варианты вакуумных оболочек макетов ВМЛТ [1,3,5-9]. В связи с недостаточным пока финансированием проекта нами реализован подход, в котором существует определённая матрица предварительно просчитанных финансовых вариантов реализации практически всех его масштабируемых составляющих, но их выбор и реализация проводится только тогда, когда сумма располагаемого финансирования удовлетворяет именно данному конкретному просчитанному варианту. Поэтому реализация исследовательской базы для подтверждения и изучения контролируемого рекуперативного и высокоскоростного движения с помощью наиболее эффективного сверхпроводникового линейного синхронного мотор-генератора, была вынужденно заменена пока на впервые предложенный нами в [3] дешёвый вариант наиболее, на наш взгляд энергетически эффективного рекуперативного, но низко и среднескоростного, так называемого Квантово-Гравитационного метода управления движением левитирующей капсулы (левитера) над трассами, созданными именно на базе разработанных коллегами из МАИ [10,11] методик расчёта. Также реализованы и варианты менее энергетически эффективного, но более дешёвого, резервного, аэродинамического метода управления движением с бортовыми автономными источниками энергии и электродвижения и бесконтактным дистанционным радиоуправлением.



На рис. 1 представлены характерный образец результата расчётов, проведенных по этой методике для реальной существующей трассы второго уровня с постоянными РЗМ магнитами 20x20x50мм³ на основе NdFeB и результаты расчёта следующей инновационной конфигурации схемы ВМЛТ, в которой при замене ранее рассмотренной трассы из постоянных РЗМ магнитов на основе NdFeB, на ВТСП рейс-трековые катушки или более сильные магниты с поверхностной индукцией B, порядка 1 Тл.

Рис. 1. Результаты расчёта конфигурации магнитного поля (в Тл по оси y и в мм по оси x) над рабочей поверхностью одного из макетов трассы ВМЛТ на основе NdFeB (внизу) и рейс-трековых катушек (вверху) ВТСП

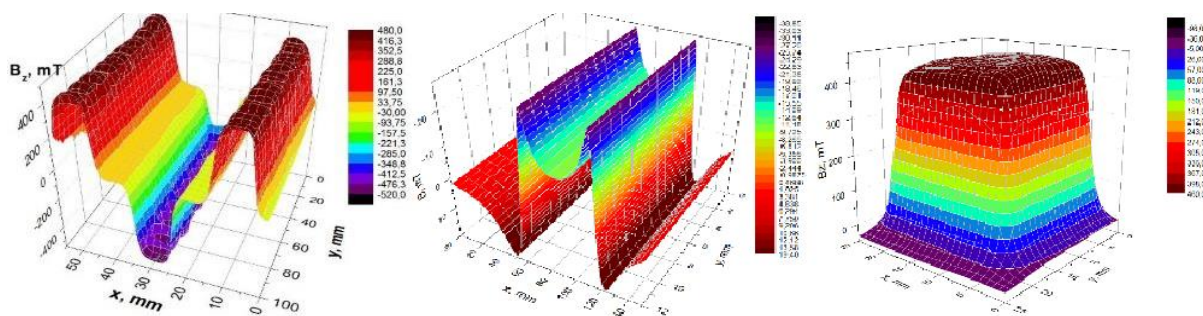


Рис.2. Образец расчётов для реальной существующей трассы с постоянными РЗМ магнитами 20x20x50мм³ на основе NdFeB.

На данный момент мы уже создали несколько прототипов в нашей лаборатории, которые по масштабируемости уже достигли суммарной длины трассы около 30 м., а максимальная грузоподъёмность около 200 кг. Мы испытывали наши прототипы на различных типах грузов, а также уже пробовали перевозить одного человека. Параллельно занимаемся импортозамещением компонентов, мы стремимся к тому, чтобы все компоненты нашей транспортной системы создавались в России, так, например в испытаниях мы сейчас внедряем российские ленточные сверхпроводники компании «СУПЕРОКС», которые себя достаточно хорошо показывает при испытаниях.



Рис.3. Некоторые макеты ВМЛТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Терентьев Ю.А., Филимонов В.В. и др. Текущее состояние и перспективы развития интегральной транзитной транспортной системы (ИТТС) России на базе вакуумного магнитного левитационного транспорта (ВМЛТ)// Транспортные системы и технологии. 2019, Т.5, №4.
2. Global sustainable development report 2019 drafted by the Group of independent scientists. https://bios.fi/bios-governance_of_economic_transition.pdf
3. Терентьев Ю.А., Малинецкий Г.Г., Сысоев М.А., Бражник П.С., Зименкова Т.С., Строганов В.В., Камынин А.В. Вакуумный транспорт: перспективы XXI века // Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности: труды 3-й Международной конференции (6-7 февраля 2020 г., Москва). — М.: ИПМ им. М.В.Келдыша, 2020. — С. 149-164. — <https://keldysh.ru/future/2020/13.pdf> <https://doi.org/10.20948/future-2020-13>
4. Дроздов Б.В. О перспективном облике глобальной транспортной системы //

Культура. Народ. Экосфера/ Труды социокультурного семинара имени Бугровского.

Выпуск 10. – М.: Спутник+, 2017.

5. Дроздов Б.В., Терентьев Ю.А. Перспективы вакуумного

магнитолевитационного транспорта // Мир транспорта. 2017. Т.15, №1, с.90-99.

6. Филимонов В.В., Малинецкий Г.Г. и др. Вакуумный магнитолевитационный

транспорт и транспортные коридоры России // Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности: Труды 1-й Международной конференции. – М.: ИПМ им.

М.В.Келдыша, 2018. С.102-107.

7. Филимонов В.В., Малинецкий Г.Г. и др. Высокоскоростные транспортные

коридоры как один из механизмов реализации национальной идеи России// XIII

международная научно-техническая конференция «Вакуумная техника, материалы и технология», Москва, КВЦ «Сокольники», 12–14 апреля, 2018.

8. Lyovin B.A., Davydov A.M. et al. The development of criteria for evaluating energy

efficiency and the choice of the optimal composition of the subsystems in the russian integral transit transport system// The 11th International Symposium on Linear Drives for Industry

Applications. Osaka, Japan, 2017.

9. Terentyev Yu.A., Filimonov V.V. et al. Russia integrated transit transport system

(ITTS) basid on vacuum magnetic levitation transport (VMLT). Transportaion Systems and Technology. 2018; 4 (3 suppl. 1): 57-84.

10. Ковалёв Л.К., Ковалёв К.Л. и др. Магнитные подвесы с использованием

объёмных ВТСП элементов // Труды МАИ, 2010, Вып. №38.

11. Ковалёв Л.К., Конеев С.М. и др. Электрические машины и устройства на основе

массивных высокотемпературных сверхпроводников. – М.: Физматлит, 2010. – 396 с.