

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, доцента

Воробьева Александра Алфеевича

на диссертационную работу Чунина Виталия Владимировича на тему
«Прогнозирование безопасной эксплуатации колес грузовых вагонов методами
механики разрушения», представленной на соискание

учёной степени кандидата технических наук по специальности

2.9.3 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

1. Актуальность темы исследования

Колесная пара является наиболее ответственным узлом подвижного состава, которая в значительной мере определяет безопасность движения при перевозочном процессе. Колесо колесной пары подвергается переменным динамическим нагрузкам, возникающим в контакте колеса с рельсом, при которых прочностные характеристики деградируют, снижается сопротивление усталости и повышается хрупкость металла. Отсутствие методов расчета колес на прочность при переменных нагрузках является одной из причин возникновения в них усталостных трещин, а также причиной сходов подвижного состава из-за поломки колес.

Так же при значительном снижении температуры эксплуатации изменяются свойства металла колес, увеличивается воздействие неровностей пути из-за возросшей его жесткости, увеличивается ударное воздействие при проезде рельсового стыка за счет температурного сужения металла рельсов, а также наличие дефектов на поверхности катания колес приводят к ускоренному образованию и развитию трещин в колесах.

В связи с увеличением интенсивности эксплуатации и весовых норм поездов становится актуальной задачей разработка методики и соответственно требований по оценке продолжительности безопасной эксплуатации колес с приобретенными или технологическими дефектами, приводящими к возникновению усталостной трещины, которая может быть своевременно выявлена.

2. Степень достоверности и обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность полученных результатов обеспечивается корректным использованием численных, аналитических методов и расчетов, выполненных с использованием апробированных методик, базирующихся на общепринятых теоретических подходах, а также применения аттестованного испытательного оборудования и поверенных средств измерений. Результаты расчетов имеют хорошую сходимость с результатами экспериментальных исследований.

Обоснованность научных положений, выносимых на защиту, подтверждается степенью проработки темы работы и корректным использованием известных научных методов при проведении исследований, а также удовлетворительной сходимостью расчетных и экспериментальных данных.

Выводы и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе, хорошо обоснованы полученными результатами теоретических, стендовых и полигонных исследований

3. Научная новизна диссертации заключается в следующем:

- разработана математическая модель грузового вагона с упругой колесной парой для исследования распределения эксплуатационных амплитуд напряжений в колесах средствами виртуального моделирования;

- разработана виртуальная модель стенда для испытаний колес круговым циклическим изгибом и расчета коэффициентов интенсивности напряжений на фронте трещины при моделировании ее развития;

- получены зависимости количества циклов нагружений до достижения критической длины трещины по результатам стендовых испытаний цельнокатаных и литых колес;

- разработан алгоритм вероятностной оценки живучести колес с учетом влияния отрицательных температур.

4. Теоретическая значимость работы. Разработаны научно-обоснованные технические и технологические решения позволяющие на этапе проектирования прогнозировать период развития трещины в колесе, а также методы определения напряженно-деформированного состояния колёсной пары грузового вагона, позволяющие оценивать прочность, ресурс и живучесть различных конструкций осей и колес, что представляет исключительное стратегическое значение для экономики железнодорожного транспорта и страны в целом.

5. Практическая ценность диссертационного исследования заключается в том, что:

- установлены требования к межремонтным пробегам колесных пар грузовых вагонов.

- уточнены требования к методам неразрушающего контроля для увеличения межремонтных сроков и снижения расходов на эксплуатацию.

6. Оценка содержания диссертационной работы, её завершенность в целом

Диссертационная работа В. В. Чунина состоит из введения, четырех разделов, заключения с изложением результатов и выводов, списка сокращений и литературы. Объем составляет 119 страниц, включает 12 таблиц, 53 рисунка и 5

страниц приложений Список цитированной литературы содержит 80 источников.

Во введении обозначена и обоснована актуальность и дан анализ научной разработанности темы диссертационной работы, определена цель и задачи исследования, указана научная новизна, теоретическая и практическая значимость, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, приведены сведения о достоверности и апробации результатов работы.

В первом разделе проведен анализ нормативной документации, повреждаемости, статистики отказов и методов обнаружения дефектов в дисках колес грузовых вагонов в эксплуатации. Этот анализ показал, отсутствие требований и, следовательно, методики оценки живучести колес с момента возникновения усталостной трещины до излома, а также учета влияния низких климатических температур, при которых изменяются механические свойства металла колес, и увеличивается жесткость пути. Выявление трещин в эксплуатации проводят с помощью внешнего осмотра и неразрушающих методов контроля. Анализ методов обнаружения дефектов колес, при которых проводят неразрушающий контроль (НК), показал, что 3-х мм трещиноподобный дефект в диске колеса с определенной вероятностью может быть не выявлен и допущен в эксплуатацию. Нарушение сроков проведения контроля может привести к разрушению колеса в результате развития трещины. Таким образом, оценка развития трещин в колесах является актуальной задачей требующей дополнительные всесторонние как теоретические так экспериментальные исследования.

Во втором разделе автором указывается, что для обеспечения безопасности оценку показателей прочности необходимо проводить на всех этапах жизненного цикла. При этом особенное внимание следует уделять живучести конструкции, на которую приходится незначительная часть всего срока эксплуатации, во время которого происходит рост трещины с нелинейной скоростью и колесо все еще может сохранять свою работоспособность до достижения критической длины трещины.

Соискателем выполнен анализ существующих методов по оценке прочности колес, по результатам которого проведены стендовые испытания литых и цельнокатаных колес для построения их кривых живучести.

В третьем разделе приведены результаты испытания металла колес по определению параметров кинетической диаграммы усталостного разрушения при комнатной температуре и при температуре минус 60°C. Анализ которых показывает, что данные стали склонны к низкотемпературному охрупчиванию, зарождение трещины в колесах будет происходить при положительных температурах, а интенсивный рост и излом при низких отрицательных температурах.

Так же была разработана математическая модель развития трещины в колесах под действием кругового изгиба, аналогичного, как и при проведении стендовых испытаний и получены зависимости коэффициентов интенсивности напряжения от длины трещины и установлена удовлетворимая сходимость полученных результатов с экспериментальными данными.

В четвертом разделе разработана динамическая модель вагона и пути, определена живучесть колес в эксплуатации. Для оценки НДС основных несущих конструкций вагона во время эксплуатации в настоящее время используют метод тензометрирования. Существуют измерительные комплексы, позволяющие определять силовое воздействие на путь и тем самым оценить нагрузку на колесную пару во время движения вагона, такие как тензометрические колесные пары. Современное программное обеспечение позволяет создавать математическую модель тензометрической колесной пары и проводить моделирование динамики железнодорожных экипажей в полной пространственной постановке. В качестве объекта моделирования был выбран наиболее распространенный на сети железных дорог России эксплуатируемый в различных климатических условиях – грузовой полувагон на тележках модели 18-100.

Сопоставление динамических показателей математической модели вагона проводилось по результатам ходовых динамико-прочностных испытаний. Испытания вагона в порожнем и груженом состоянии проводились на фиксированных участках пути Голутвин – Озеры Московской железной дороги: в прямых участках пути до скорости 90 км/ч, в кривых радиусом 300 м и 600 м. Согласно которым можно сделать вывод, что математическая модель вагона и рельсового пути адекватно описывает движение вагона в эксплуатации и имеет удовлетворительную сходимость по динамическим показателям. По результатам моделирования были получены диаграммы изменения динамических напряжений в колесах при различных режимах движения и различных скоростях, после чего для схематизации результатов моделирования и определения распределения амплитуд динамических напряжений от частоты их возникновения они были обработаны методом «дождя». Для формирования суммарных диаграмм полученные диаграммы были просуммированы с учетом их вероятности реализации.

В соответствии с руководящем документом по ремонту и техническому обслуживанию и положению о системе технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов установлены нормативные межремонтные пробеги: первый плановый ремонт наступает после прохождения дистанции 210 тыс. км, а последующие в зависимости от вида ремонта выполняются с периодичностью 110 и 160 тыс. км. Путем отношения полученного пробега вагона до достижения кри-

тической длины трещины к нормативным межремонтным пробегам были рассчитаны коэффициенты запаса по живучести при различной температуре.

В заключении диссертационной работы содержатся выводы и предложения, обобщающие результаты выполненного исследования.

В приложении представлены геометрические параметры колес и тележек грузовых вагонов.

7. Достоинство и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования

К достоинствам диссертационного исследования следует отнести актуальность темы, научную новизну, теоретическую и практическую значимость. Соискателем грамотно изложены научные и обоснованные технические решения, посвященные безопасности эксплуатации подвижного состава на основе исследования живучести конструкций их колес.

Наряду с общей положительной оценкой работы по диссертации и автореферату имеются следующие замечания:

- в тексте диссертации отсутствует оценка напряженно-деформированного состояния от технологических, остаточных и монтажных напряжений в колесах при использовании конечно-элементных моделей;

- не учтены параметры, оказывающие влияние на скорость распространения трещины, такие как деградации металла, влияние коррозии и других агрессивных сред;

- не представлена оценка живучести при других климатических температурах, а также при изменении ее во время эксплуатации;

- не понятно, как из полученных зависимостей (рисунки 4.19 и 4.20) оценивается критическая длина трещины в колесах при исследуемых температурах;

- некоторые выводы и заключения носят описательный характер желательно указывать полученные конкретные результаты и рекомендации.

Отмеченные недостатки не снижают качество исследований и не оказывают существенного влияния на основные теоретические и практические результаты диссертации.

8. Личный вклад. Результаты, приведенные в диссертационной работе при прогнозировании безопасной эксплуатации колес грузовых вагонов методами механики разрушения, получены автором самостоятельно, а именно:

1. Результаты исследований параметров живучести цельнокатаных и литых колес колесной пары грузового вагона и параметров КДУР их металла;

2. Способ определения КИН на фронте трещины путем проведения трехмерного моделирования развития усталостной трещины в диске колеса;

3. Метод исследования эксплуатационного напряженно-деформированного состояния колеса грузового вагона средствами виртуального моделирования;

4. Методика расчета живучести колес, с учетом влияния отрицательных температур, обеспечивающих с заданной вероятностью безопасность эксплуатации.

9. Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Содержание автореферата диссертации соответствует содержанию диссертационной работы, включает общую характеристику работы, содержит краткое изложение разделов и полученные результаты исследования.

10. Полнота опубликования результатов. По результатам исследований, опубликовано 12 печатных работ, в том числе 4 статей в журналах, включенных в перечень ведущих рецензируемых изданий, рекомендованных ВАК России и в изданиях, входящих в международную систему цитирования Scopus. Получено 2 патента на изобретение.

11. Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Диссертация и автореферат соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». М.: Стандартинформ. – 2012.

12. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по пунктам 10, 11 и 14

Диссертационное исследование проведено в соответствии с паспортом научной специальности 2.9.3 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация, и соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», в том числе:

- в соответствии с пунктом 10 диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, что свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку;

- в соответствии с пунктом 11 основные научные результаты диссертации достаточно полно отражены в рецензируемых научных изданиях.

- в соответствии с пунктом 14 в диссертации содержатся ссылки на авторов и источники заимствования материалов или отдельных результатов, а также на научные работы, выполненные лично соискателем ученой степени и в соавторстве.

13. Заключение о соответствии диссертации п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней»

Диссертационная работа по актуальности избранной темы, степени обоснованности научных положений, выводов, рекомендаций, их достоверности и новизне, а также по содержанию, научному уровню и завершенности является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 № 842, а ее автор, Чунин Виталий Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. – «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация».

Официальный оппонент,
доктор технических наук по специальности
2.9.3 – Подвижной состав железных дорог,
тяга поездов и электрификация, доцент,
профессор кафедры «Электрическая тяга»
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Петербургский государственный
университет путей сообщения
Императора Александра»

Воробьев Александр Алфеевич

«Я, Воробьев Александр Алфеевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку».

доктор технических наук,
профессор

Воробьев Александр Алфеевич

190031, Россия г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 9
тел.: +7 (921) 975-11-98; Email: 79219751198@yandex.ru



Подпись руки <i>Воробьева А.А.</i>
удостоверяю.
Начальник Службы управления персоналом университета <i>Г.Е. Егоров</i> Г.Е. Егоров
« 31 » <i>сентября</i> 2023 г.

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Чунина Виталия Владимировича
«Прогнозирование безопасной эксплуатации колес грузовых вагонов
методами механики разрушения», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности
2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

Актуальность избранной темы

Колёсная пара является одним из наиболее ответственных узлов, безотказность которого в эксплуатации обеспечивает безопасность работы железнодорожного транспорта. Для оценки соответствия её параметров, гарантирующих прочность и долговечность, разработан ряд нормативных документов. Тем не менее они не полностью гарантируют её безотказность в условиях увеличения осевых нагрузок, продолжительных низких температур, повышенной жёсткости пути, при наличии многочисленных участков пути со сложным профилем. В этих условиях в колёсах могут зарождаться усталостные трещины и распространяться вплоть до их критических длин, что опасно из-за возможности хрупкого разрушения колёс. В диссертации поставлена задача разработки единой методики прогнозирования стадий развития трещин в цельнокатаных и литых колёсах под действием эксплуатационных нагрузок, при низких температурах, вплоть до -60°C , с целью определения параметров, обеспечивающих их безотказную работу. Рассматриваемая в работе проблема является актуальной.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений, выносимых на защиту, подтверждается степенью проработки темы диссертационной работы. Сформулированные автором подходы базируются на использовании методов

математического моделирования, механики разрушения, конечно-элементного анализа. Автором проанализирован широкий круг работ ведущих российских и зарубежных учёных в области расчёта элементов машин и конструкций на долговечность.

Выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, хорошо обоснованы полученными результатами теоретических и экспериментальных исследований.

Основные положения диссертационной работы обсуждались на всероссийских и международных конференциях, а также опубликованы в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, и международных изданиях.

Достоверность и новизна полученных результатов

Достоверность полученных результатов базируется на корректном применении известных и апробированных теоретических подходов в области теории упругости и линейной механики разрушения.

Научная новизна диссертационной работы состоит в следующем:

– на основании проведенных экспериментальных и теоретических исследований определены параметры живучести колёс колёсных пар грузового вагона;

– разработан метод для формирования спектра распределения эксплуатационных амплитуд напряжений колёсной пары грузового вагона, позволяющий оценивать прочность, ресурс и живучесть различных конструкций осей и колёс;

– разработана методика вероятностной оценки периода живучести колёс после возникновения усталостных трещин до потери несущей способности колеса с учётом отрицательных температур.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Теоретическая значимость работы заключается в разработанной методике математического моделирования процессов развития трещин в колёсах, которая позволяет на этапе проектирования прогнозировать процесс их развития и способствует совершенствованию конструктивного исполнения колёс.

Практическая значимость диссертации заключается в повышении безопасности эксплуатации грузовых вагонов с использованием разработанной методики и результатов исследований для обоснования требований к периодичности освидетельствования колёсных пар.

Оценка содержания диссертации, её завершенность

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх разделов, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и приложений. Объём диссертации составляет 119 страниц, включает 12 таблиц, 53 рисунка, список использованных источников из 80 наименований.

Во введении сформулирована и обоснована актуальность темы диссертационной работы, степень её разработанности, обозначена цель, поставлены задачи по её реализации, сформулированы научная новизна, методология и методы исследования, теоретическая и практическая значимость, основные положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов работы.

В первом разделе рассмотрены виды и причины повреждения колёс грузовых вагонов и методы их обнаружения. Выполнен анализ научной и нормативной документации по оценке живучести колёс в эксплуатации. Приведена статистика отказов колёс, согласно которой обусловлена актуальность исследования.

Во втором разделе рассмотрены основные этапы жизненного цикла колеса. Основное внимание уделено второму этапу, следующему после образования технической трещины. Проведен анализ методов испытаний натуральных колёс на усталость. Обосновано применение метода испытаний на круговой изгиб. Изложена постановка испытаний литого и цельнокатаного колеса на усталость. Приведены результаты испытаний. Дано описание характера разрушения колёс. Получены кинетические диаграммы зависимостей длин трещин от количества циклов нагружения.

В третьем разделе приведены результаты экспериментального и расчётного определения характеристик процессов развития трещин в колёсах с учётом влияния отрицательных температур. Рассмотрены основные положения линейной механики разрушения, физический смысл используемых в работе критериев разрушения: энергетического, представляющего отнесенную к приращению длины трещины освобождающуюся при раскрытии трещины потенциальную энергию деформации; силовой критерий, характеризующий скорость нарастания напряжений у фронта трещины, J – интеграл. Показан характер кинетических диаграмм усталостного разрушения при низких температурах для трещин типа I, II и III.

Приведены рассчитанные по результатам проведенных испытаний зависимости изменения максимальных значений коэффициента интенсивности напряжений от длины трещины в литых и цельнокатаных колёсах, необходимые для оценки скорости роста трещины в эксплуатации.

Представлена разработанная автором математическая модель роста трещины при нагружении колёс круговым изгибом.

В четвёртом разделе дано описание разработанной модели грузового вагона с упругой колёсной парой и модели пути с инерционными рельсами. Для верификации параметров математической модели вагона выполнены ходовые испытания вагона с оборудованием рамы тележки с цельнокатаными колёсами тензорезисторами и вибропреобразователями для измерения

напряжений в колесе и раме и ускорений при движении в порожнем и гружёном состояниях при скоростях 90 км/ч в прямых участках пути и в кривых радиусами 300 и 600 м. По результатам сравнения динамических показателей движения порожнего и гружёного вагона, полученных при ходовых испытаниях и с использованием математической модели, сделан вывод, что математическое моделирование адекватно описывает движение вагона и имеет удовлетворительную сходимость по динамическим показателям.

Для математического моделирования движения вагона получены также вероятностные гистограммы распределения скоростей движения и распределения участков пути (прямых, кривых радиусов 300 и 600 м). По результатам моделирования получены диаграммы изменения динамических напряжений в колёсах при различных режимах движения при различных скоростях, и распределения амплитуд динамических напряжений в зависимости от частоты их возникновения.

Методом математического моделирования процессов развития трещин в колёсах определены периоды их живучести в эксплуатации с учётом влияния отрицательных температур.

Методом математического моделирования получены диаграммы зависимости длины трещины от пробега вагона, определены периоды живучести колёс в эксплуатации, коэффициенты запаса живучести в зависимости от межремонтных пробегов.

Содержание и структура диссертационной работы соответствует сформулированным целям и задачам исследования, а заключение включает в себя общий итог проведенных теоретических исследований, которые подтверждены результатами экспериментов.

Диссертационная работа является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной с применением современных расчётных и экспериментальных методов.

Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования

В качестве достоинств работы следует отметить большой объём выполненных экспериментальных исследований, позволяющих на каждом этапе решения поставленной задачи сопоставлять результаты расчётов с результатами испытаний. Работа выполнена на хорошем научном уровне, содержит решение актуальной задачи, связанной с разработкой методов и подходов к обеспечению безопасной эксплуатации подвижного состава.

Наряду с общей положительной оценкой работы по диссертации имеются следующие замечания:

1. На стр. 34, цитата: «Перед проведением стендовых испытаний проводился предварительный расчет на прочность колес с целью определения их напряженно-деформированного состояния.» Хорошо было бы привести эти результаты и показать зоны с максимальными напряжениями для установления мест вероятного образования трещин.
2. На стр. 35, цитата: «... монтаж тензорезисторов производился цепочкой в меридиональном и окружном направлении ... Схема наклейки тензорезисторов приведена на рисунке 2.3.» На рисунке 2.3 показана фотография, а не схема. Приведенное описание не даёт достаточного представления о схеме наклейки тензорезисторов.
3. На стр. 36, цитата: «... в объекте испытаний возникают амплитуды напряжений и деформаций ...» Некорректная формулировка. В объекте испытаний возникают напряжения и деформации, амплитуды которых устанавливаются путём изменения частоты вращения неуравновешенной массы, а по результатам тензометрических измерений устанавливаются требуемые величины амплитуд этих напряжений.
4. На стр. 40, цитата: «Предварительные результаты математического моделирования показали отсутствие влияния формы начального

концентратора на дальнейшее распространение трещины.» Не приводятся сведения о том, какие формы концентраторов моделировались.

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости работы и не влияют на основные теоретические и практические результаты диссертационного исследования.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат по своему содержанию, приведенным выводам и рекомендациям в полной мере отражает основные положения и результаты диссертационной работы.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Диссертация и автореферат соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. М.: Стандартинформ. – 2012.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по пунктам 10, 11 и 14

В соответствии с п. 10 диссертация подготовлена в виде рукописи, написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством и содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, которые свидетельствуют о личном вкладе автора диссертации в науку.

В соответствии с п. 11 основные положения и научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

В соответствии с п. 14 в диссертации соискатель надлежащим образом ссылается на источники заимствований. При использовании результатов

научных работ, выполненных самостоятельно или в соавторстве, соискатель отмечает это обстоятельство.

**Заключение о соответствии диссертации п. 9
«Положения о присуждении ученых степеней»**

Диссертация Чунина Виталия Владимировича на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой содержатся новые научно обоснованные технические и методологические решения в области обеспечения безопасной эксплуатации подвижного состава, имеющие существенное значение для развития транспортной отрасли, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Официальный оппонент,
Сакало Алексей Владимирович,
кандидат технических наук по специальности
2.9.3 – Подвижной состав железных дорог,
тяга поездов и электрификация,
доцент кафедры «Подъемно-транспортные машины
и оборудование» федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Брянский государственный
технический университет»

«18» Мая 2023 г.



А.В. Сакало

Адрес: 241035, Россия, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, д. 17

Телефон: +7 910 298-13-33

E-mail: sakalo@umlab.ru

