



Информация об авторах

Authors

Полтавская Юлия Олеговна – к. т. н., старший преподаватель, кафедра управления на автомобильном транспорте, Ангарский государственный технический университет, г. Ангарск, e-mail: juliapoltavskaya@mail.ru

Гозбенко Валерий Ерофеевич – д. т. н., профессор, профессор кафедры управление на автомобильном транспорте, Ангарский государственный технический университет, Иркутский государственный университет путей сообщения, e-mail: vgozbenko@yandex.ru

Димов Алексей Владимирович – к. т. н., доцент, кафедра математики, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: dimov_av@irgups.ru

Лыткина Елена Михайловна – к. т. н., доцент, кафедра математики, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: lytkina@irgups.ru

Yuliya Olegovna Poltavskaya – Ph.D., Senior Lecturer, the Subdepartment of Management of Automobile Transport, Angarsk State Technical University, Angarsk, e-mail: juliapoltavskaya@mail.ru

Valerii Erofeevich Gozbenko – Doctor in Engineering Science, Full Prof., Prof. at the Subdepartment of Management of Automobile Transport, Angarsk State Technical University, Irkutsk State Transport University, e-mail: vgozbenko@yandex.ru.

Aleksei Vladimirovich Dimov – Ph.D. in Engineering Science, Assoc. Prof., the Subdepartment of Mathematics, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: dimov_av@irgups.ru

Yelena Mikhailovna Lytkina – Ph.D. in Engineering Science, Assoc. Prof., the Subdepartment of Mathematics, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: lytkina@irgups.ru

Для цитирования

For citation

Полтавская Ю. О. Концепция определения средних скоростей и продолжительности движения на участках улично-дорожной сети / Ю. О. Полтавская, В. Е. Гозбенко, А. В. Димов, Е. М. Лыткина // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2019. – Т. 62, № 2. – С. 220–226. – DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).220–226

Poltavskaya J. O., Gozbenko V. E., Dimov A. V., Lytkina Y. M. Kontseptsiya opredeleniya srednikh skorostei i prodolzhitel'nosti dvizheniya na uchastkakh ulichno-dorozhnoi seti [The concept of determining average speeds and travel time on the street and road network areas]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovanie* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2019. Vol. 62, No. 2. Pp. 220–226. DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).220–226

УДК 625.16

DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).226–233

К. М. Титов, Д. А. Ковенькин, П. Н. Холодов

Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

Дата поступления: 15 февраля 2019 г.

ПАССАЖИРСКАЯ ПЛАТФОРМА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ СО СЪЕМНЫМ КРАЕМ

Аннотация. В работе рассмотрены различные виды используемых типовых и запатентованных пассажирских платформ в России. Указаны конструктивные особенности и недостатки существующих видов пассажирских платформ. На основании анализа различных конструктивных решений и требований при производстве путевых работ предложена конструкция, позволяющая применять путевую технику при ремонте железнодорожного пути без демонтажа капитальной части платформы. При этом в отличие от аналогов платформа имеет более простую конструкцию и может быть размещена не только в прямом участке, но и в кривом. В дальнейшем данная конструкция пассажирской платформы была запатентована в Российской Федерации, как полезная модель. В статье приведено описание конструкции предлагаемой платформы с подробным анализом отдельных технических решений. В новой конструкции пассажирской платформы, предлагаемый съемный край рассмотрен в нескольких вариантах исполнения. По каждому варианту дано описание применяемых материалов и отдельных узлов конструкции с указанием возникающих преимуществ. Предложена технология установки съемного края рассматриваемой пассажирской платформы. Построены трехмерные модели съемного края платформы для двух вариантов исполнения – с железобетонными плитами и просечно-вытяжными металлическими листами. Для оценки напряженно-деформированного состояния съемного края платформы, а также подбора ее оптимальных параметров, был выполнен расчет платформы методом конечных элементов с помощью программного комплекса «MSC NASTRAN».

Ключевые слова: пассажирская платформа, съемный край, ремонт пути, патент, расчет на прочность, метод конечных элементов.

К. М. Titov, D. A. Koven'kin, P. N. Kholodov

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

Received: February 15, 2018

A PASSENGER RAILWAY PLATFORM WITH DEMOUNTABLE EDGE



Abstract. In The work considers various types of standard and patented passenger platforms used in Russia. It indicates the constructional features and disadvantages of existing types of passenger platforms. Based on the analysis of various design considerations and requirements during trackworks, a design is proposed that allows using track equipment in the repair of a railway track without dismantling the permanent part of the platform. At the same time, unlike analogs, the platform has a simpler construction and can be placed not only in a straight track section, but also in a curved one. In the future, this design of the passenger platform was patented in the Russian Federation as a utility model. The article describes the design of the proposed platform with a detailed analysis of individual technical solutions. In the new design of the passenger platform, the proposed demountable edge is considered in several versions. For each variant of the demountable edge, a description of the materials used and individual components of the structure are given, with an indication of the resulting benefits. The technology of installation of a demountable edge of this passenger platform is proposed. Three-dimensional models of the demountable edge of the platform were built for two versions: with reinforced concrete slabs and expanded metal sheets. To assess the stress-strain state of the demountable edge of the platform, as well as the selection of its optimal parameters, the platform was calculated using the finite element method using the MSC NASTRAN software package.

Keywords: passenger platform, demountable edge, railway track repair, patent, strength calculation, finite element method.

Введение

На железных дорогах России практически на каждом перегоне и станции есть одна или несколько пассажирских платформ, длина которых может исчисляться сотнями метров. Практически каждая из них, при выполнении ремонтов пути, представляет собой препятствие для путевой техники. Как следствие, на данных участках приходится проводить работы отдельными комплектами машин или даже вручную [1, 2]. Рост трудоемкости работ и снижение производительности вызвали интерес на Восточно-Сибирской железной дороге к созданию пассажирских платформ, позволяющих ведущей путевой технике беспрепятственно работать вдоль платформ.

подавляющее большинство известных капитальных пассажирских платформ в монолитном или сборно-разборном виде (патент РФ № 103786 МПК В61В1/00 от 27 апреля 2011 [3], патент РФ № 105310 МПК E01F1/00 от 19 ноября 2010 [4], патент РФ № 138515 МПК E01F1/00 от 20 марта 2014 [5], патент RU 2403337 МПК E01F1/00 от 10 ноября 2010 [6] и типовые проекты [7, 8]) для такой задачи не подходили (рис. 1–3). В их случае, чтобы снять край платформы у железнодорожного пути необходимо разобрать ее полностью или разрушить не менее 0,36 метра конструкции, которую в дальнейшем придется также заново устраивать.



Рис. 1. Засыпная платформа с твердым покрытием



Рис. 2. Плитная платформа на бетонных блоках



Рис. 3. Каркасная платформа на сваях

В качестве решения данной проблемы ранее предлагался откидной (трансформируемый) край, прикрепляемый на шарниры к специальному основанию пассажирской платформы (патент РФ № 103283 МПК А47С1/00 от 10 апреля 2011 [9], альбом чертежей 6522-01 «Платформы пассажирские железобетонные низкие с трансформируемым краем у железнодорожного пути» [10]). Однако данное решение требует большого объема металла, массивного основания для создания противовеса консольной части и точной установки шарнирных систем, которые слож-



но реализовать в кривых участках пути. Поэтому решено разработать более легкую и менее металлоемкую конструкцию платформы с возможностью устройства в кривых участках пути в габарите приближения строений.

В 2012 г. на основании протокола от 7 ноября 2012 г. «Совещания у заместителя начальника службы пути Восточно-Сибирской дирекции инфраструктуры А.Н. Гришунова» проектным институтом ВСИПТС ИрГУПС предложен предварительный проект низкой пассажирской платформы со сборно-разборным (съёмным) краем у железнодорожного пути для прохода тяжелых путевых машин (рис. 4). В дальнейшем проект был развит до 6 вариантов устройства съёмного края и зарегистрирован как патент РФ №156732 МПК E01F1/00 от 15 декабря 2014 г. [11].

Описание пассажирской платформы со съёмным краем

Предлагаемая пассажирская платформа железнодорожного пути, состоящая по контуру из фундаментных бетонных блоков с засыпкой дренирующим грунтом внутри контура, асфальтового покрытия и съёмной части из отдельных отсеков со стороны железнодорожного пути выполнена в соответствии с нормами Российских железных дорог [12–14].

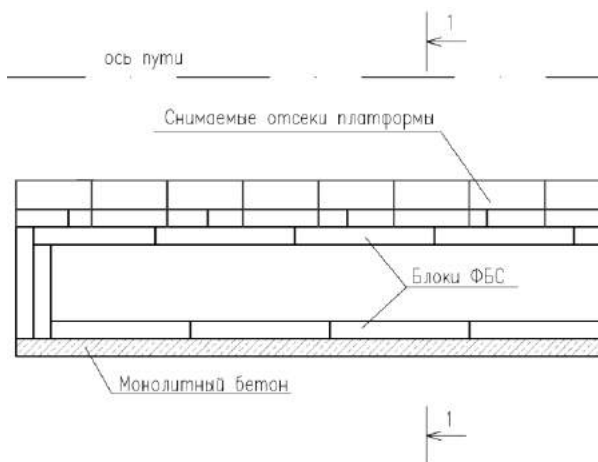


Рис. 4. План-схема пассажирской платформы со съёмным краем

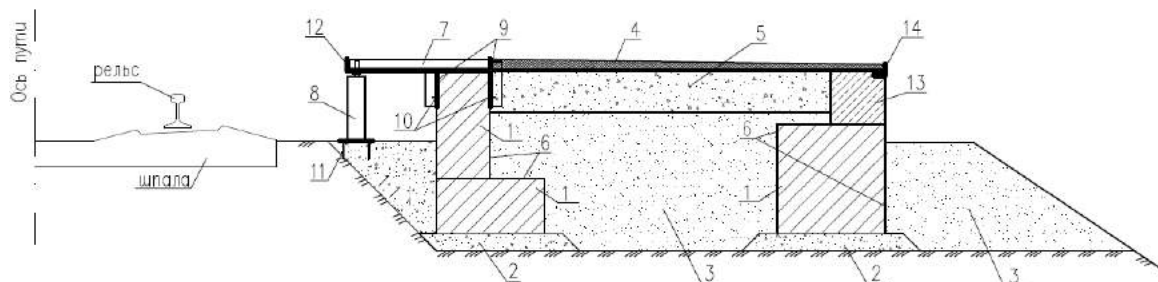


Рис. 5. Поперечный профиль пассажирской платформы со съёмным краем (разрез 1-1 на рис. 4)

Отличается от остальных конструкций платформ тем, что съёмная часть выполнена в виде небольших плит, опирающихся одним краем на фундаментные блоки с зацеплением за них с помощью перпендикулярно присоединенных уголков, а другим краем – на специальные опоры, прикрепленные к плите, к примеру, болтовым соединением.

Опоры съёмной части могут изменяться по высоте, и расположены по швам отсеков съёмной части с креплением сразу к двум плитам, к примеру, болтовым соединением.

Зацепление плиты съёмной части за фундаментные блоки уголками может усиливаться за счет винтов, вкрученных в уголки, обеспечивая обжатие фундаментного блока.

Отсеки съёмного края могут устанавливаться как в прямых, так и в кривых участках пути за счет применения отсеков съёмной части малой длины.

В статье представлена конструкция пассажирской платформы без дополнительного обустройства (рис. 5).

В предлагаемой конструкции платформы одна часть платформы создается по принципу устройства засыпной платформы с асфальтовым покрытием, перилами и навесом, а другая часть со стороны железнодорожного пути выполнена в виде съёмного края шириной до 0,5 м. В качестве фундамента этой части платформы используются стандартные фундаментные блоки 1. Фундамент устанавливается на щебеночную подготовку 2, которая уложена на заранее спланированной площадке. Засыпка внутренней части платформы осуществляется дренирующим грунтом 3, а сверху укладывается асфальтовое покрытие 4 на пропитанный битумом щебень 5. Фундаментные блоки покрываются на поверхностях, соприкасающихся с грунтом, обмазочной гидроизоляцией 6. Если пассажирская платформа «боковая», то с полевой стороны требуется устройство участка монолитного бетона 13 для закрепления закладного изделия 14 в виде металлического уголка для приваривания перил.



Съемный край исполнен в виде отдельных отсеков состоящих из плиты 7, одна сторона которой зацеплением опирается на фундаментные блоки 1 засыпной части платформы, а другая сторона установлена на опоры 8, приваренные или привинченные к плите 7. Часть съемного края, опирающаяся на фундаментные блоки 1 засыпной части платформы, имеет зацепление за них с помощью металлических уголков 9 перпендикулярно приваренных или прикрученных к плите 7. При этом зацепление за фундаментные блоки 1 засыпной части платформы можно улучшить за счет зажима болтами 10, вкручиваемыми в вышеуказанные уголки 9 в отверстия с резьбой. Опора 8 может быть как из железобетона, так и в виде металлической трубы.

В данной модели предлагается три вида исполнения съемной части платформы со стороны пути:

- закапываемые или вбиваемые в грунт до уровня площадки фундамента капитальной части (рис. 6);
- устанавливаемые на балласт в виде винтового домкрата с винтом сверху (рис. 7);
- устанавливаемые на балласт в виде винтового домкрата со стержнем-винтом в середине (рис. 8).

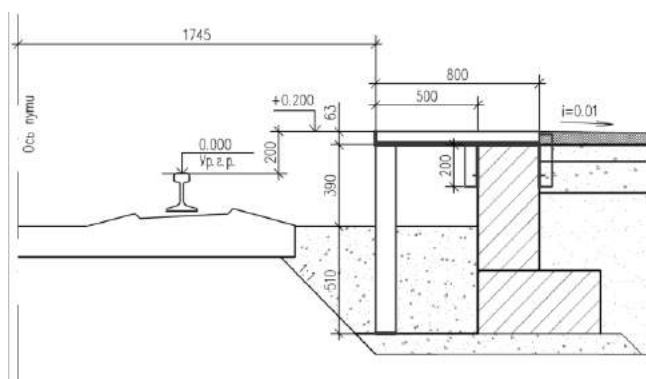


Рис. 6. Вбиваемая в грунт опора съемного края

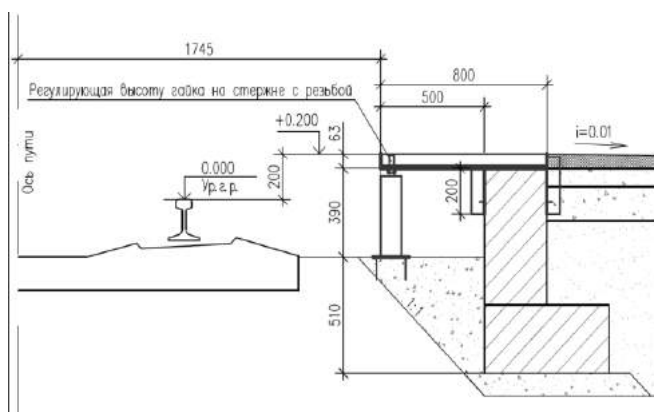


Рис. 7. Опора съемного края на балласте с винтом сверху

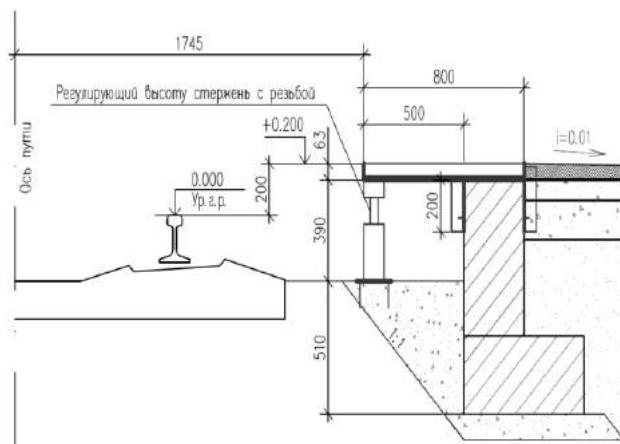


Рис. 8. Опора съемного края на балласте с винтом посередине

Использование винтового домкрата вызвано требованием периодического выравнивания по вертикали этой стороны съемной части из-за установки на поверхность балластной призмы. Также у винтовой опоры для усиления сцепления с основанием предлагается использовать уголки-шпильки, привариваемые к пластине 11 (см. рис. 5) в нижней части данной конструкции.

Опоры съемной части устанавливаются равномерно вдоль съемной части в местах соединения отсеков между собой.

Для совместного восприятия нагрузок вдоль платформы отсеки съемной части сболчиваются между собой. Петли для болтов привариваются под плитами в местах стыков. В местах создания деформационных швов вдоль платформы болтовое соединение отсеков съемной части не выполняется.

Для исключения выкрашивания края асфальтированного покрытия капитальной части платформы при монтаже-демонтаже съемного края возможна установка не снимаемого в дальнейшем металлического уголка на фундаментных блоках.

Плита 7 (см. рис. 5) может быть изготовлена в виде железобетонной плиты или в облегченном варианте - металлический каркас из уголка с противоскользящим настилом на металлической решетке, изготавливаемой из просечно-вытяжных листов для устройства площадок в зданиях и сооружениях. Настил на решетке, в данном случае, необходим, чтобы избежать зацепление пассажиров за решетку при посадке-высадке. В качестве противоскользящего материала возможно применение типового резинового элемента РЭ-1 АО «А.Миллер», применяемого в конструкции настила железнодорожных переездов и переходов.



По периметру каждого отсека съемной части должен быть металлический уголок 12 (см. рис. 5) для предотвращения выкрашивания углов плиты (в случае железобетонной плиты) или создания каркаса (в случае варианта с противоскользящим настилом на металлической решетке), а также для приваривания уголков 9 (см. рис. 5) и петель для сболчивания отсеков съемной части между собой.

Технология установки съемного края рассматриваемой пассажирской платформы состоит из следующих операций:

- доставка отсеков к платформе;
- установка с выверкой на место каждого из отсеков с помощью легкого крана или ручную (при применении облегченной конструкции);
- сболчивание отсеков между собой.

Также, может потребоваться усиление зацепления дополнительным обжимом винтами 10 (см. рис. 5) фундаментных блоков и нивелировка съемного края относительно головки рельса встроенными в опоры винтовыми домкратами.

Разборка конструкции включает предварительное разболчивание отсеков съемного края с последующим снятием отсеков с помощью легкого крана или вручную.

Проверка конструкции съемного края на прочность методом конечных элементов

Для оценки напряженно-деформированного состояния (НДС) съемного края платформы, а также подбора ее оптимальных параметров, был выполнен расчет платформы методом конечных элементов с помощью программного комплекса «MSC NASTRAN». Суть метода конечных элементов заключается в том, что область (одно-, двух- или трехмерная), занимаемая конструкцией, разбивается на некоторое число малых, но конечных по размерам подобластей [15]. Последние носят название конечных элементов (КЭ), а сам процесс разбивки – дискретизацией.

При моделировании нагрузка на поверхность платформы задавалась в виде равномерно распределенного по всей площади давления. Величина давления принималась 10 КПа.

Характеристики материала, принятые для стали, из которой изготовлены уголки, следующие:

- модуль упругости – 2 100 000 кгс/см²;
- коэффициент Пуассона – 0.25.

Для каркаса конструкции, выполненного из металлических уголков сечением 63×63×5, использовался изотропный материал Ст.3.

Для проверки НДС были выбраны два варианта платформы, отличающиеся конструктивными особенностями и материалом. В одном варианте проверялась железобетонная плита размером 3×0,8×0,05 м, бетон Б25. В другом варианте проверялся просечно-вытяжной металлический лист с просечкой типа 1 согласно ТУ 36.26.11-5-89 [16].

Характеристики материала плиты принимались в зависимости от ее конструкции.

Исходя из симметрии конструкции платформы, для моделирования взята ее четверть.

Далее представлена конечно-элементная модель платформы из железобетонных блоков (рис. 9).

Тип конечных элементов – объемные твердотельные тетра-элементы.

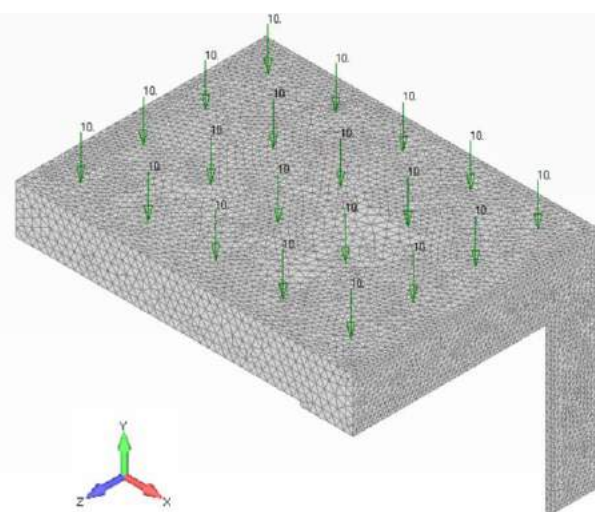


Рис. 9. Конечно-элементная модель платформы

По итогам расчета определены внутренние напряжения, возникающие в конструкции и вызванные внешним давлением. Представлена эпюра распределения напряжений по поверхности платформы (рис. 10).

По результатам моделирования платформы из железобетонных блоков можно сделать следующие выводы:

- максимальные напряжения возникли в месте соединения стоек с каркасом конструкции;
- максимальные напряжения составили около 9,5 МПа, что не превышает предельно-допустимых напряжений для данной конструкции (240 мПа – Ст. 3);
- на поверхности платформы напряжения составили около 0,6 МПа;
- максимальные деформации наблюдаются в средней части платформы, однако их величина не превышает 0,1 мм;

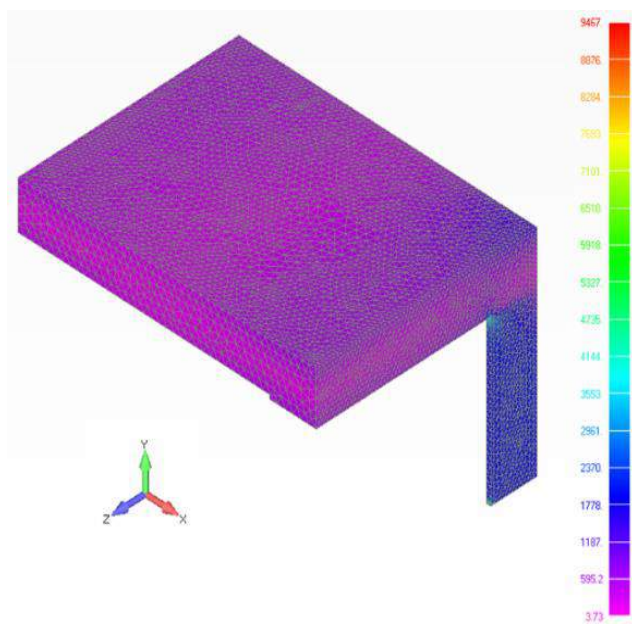


Рис. 10. Эпюра распределения напряжений по поверхности платформы, Па

– коэффициент запаса по прочности получился около 24, что значительно превосходит допустимый 1,3, это говорит о том, что запас по прочности достаточно высокий.

Следовательно, для сокращения расходов на изготовление платформы, можно выбрать уголок, из которого изготовлен каркас платформы, меньшего сечения.

Представлены конечно-элементная модель платформы из просечно-вытяжных металлических листов (рис. 9), а также эпюра распределения деформаций просечно-вытяжных металлических листов (рис. 10-12).

Тип конечных элементов – объемные твердотельные гекса-элементы.

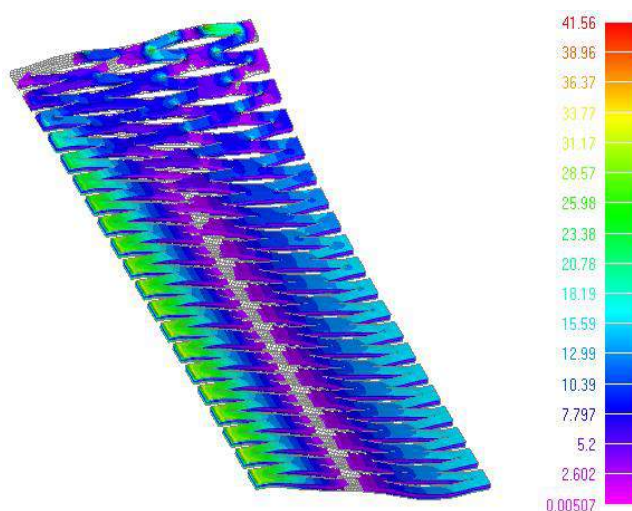


Рис. 11. Эпюра распределения напряжений по поверхности платформы, МПа

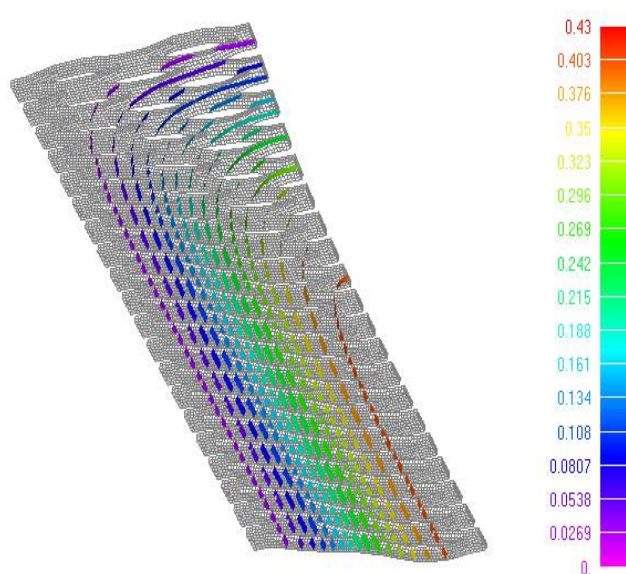


Рис. 12. Эпюра распределения деформаций, мм

По результатам моделирования платформы из просечно-вытяжных металлических листов можно сделать следующие выводы:

– максимальные напряжения возникли в месте опирания листов на каркас конструкции;

– максимальные напряжения составили около 42 МПа, что не превышает предельно-допустимых напряжений для данной конструкции (240 МПа – Ст. 3);

– на поверхности платформы в средней ее части напряжения составили около 16 МПа;

– максимальные деформации наблюдаются в средней части платформы, однако их величина не превышает 0,43 мм;

– коэффициент запаса по прочности получился около 5,8, что превосходит допустимый 1,3, это говорит о том, что запас по прочности достаточно высокий.

В дальнейшем при выборе оптимальной конструкции для использования необходимо руководствоваться экономическими расчетами.

Заключение

Предлагаемая конструкция может решить проблему работы тяжелой путевой техники вдоль пассажирских платформ, позволяя работать им в обычном режиме. При этом деление на секции и отсутствие шарнирных узлов позволяет использовать данную модель в кривых участках, а также выполнять работы по монтажу и демонтажу съемной части вручную.

Расчеты на прочность рассматриваемой модели показали, что на такой конструкции при необходимости могут располагаться не только люди, но и строительные машины. Данное преимущество может быть полезно на станциях, где



платформы имеют большую длину и являются препятствием для проезда путевой техники.

Также интересным дополнением в конструкции новой платформы являются винты на стойках съемной части, которыми можно регулировать край со стороны пути по высоте, тем самым позволяя легко выставлять ее в габарит во время эксплуатации.

Ну и последним и самым важным преимуществом этой платформы, в сравнении с аналогами, является ее простота наряду с меньшим объемом используемого металла, что, соответственно, существенно снижает себестоимость ее строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология механизированного содержания горно-перевального участка Слюдянской дистанции пути / В.А. Подвербный, Д.А. Ковенькин и др. // *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*. 2014. No. 1 (41). 186–192 с.
2. Холодов П.Н. Применение методики многокритериального выбора оптимального решения при проектировании модернизации железнодорожного пути на перегоне Улан-Удэ – Заудинский Восточно-Сибирской железной дороги // *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*. 2012. No. 1 (33). 188–193 с.
3. Пат. No. 103786 U1 Российская Федерация МПК В61В1/00 (2006.01). Пассажирская платформа / А.В. Ативанов, Э.А. Бероев. No. 2010136890/11; заяв. 02.09.10; опубл. 27.04.11, Бюл. No.12. 7 с.
4. Пат. No. 105310 U1 Российская Федерация МПК E01F1/00 (2006.01). Модульная пассажирская платформа / В.В. Пименов, В.А. Смородин. No. 2010147297/03; заяв. 19.11.10; опубл. 10.06.11, Бюл. No. 16. 7 с.
5. Пат. No. 138515 U1 Российская Федерация МПК E01F1/00 (2006.01). Платформа и плита настила платформы / А.В. Драпезо, В.Е. Красковский и др. Д.В. No. 2013141375/03; заяв. 09.09.13; опубл. 20.03.14, Бюл. No. 8. 11 с.
6. Пат. No. 2403337 С1 Российская Федерация МПК E01F1/00 (2006.01). Платформа / А.С. Козлов, Ю.Г. Кленин и др. No. 2009116062/03; заяв. 29.04.09; опубл. 10.11.10, Бюл. No. 31. 7 с.
7. Типовые проектные решения 501-7-014.91. Платформы пассажирские низкие железобетонные. Альбом 2. Изделия заводского изготовления [Текст] : утв. и введ. в действие Гипропромтрансстроем 03.06.92 No.34 – 26 с.
8. Типовые проектные решения 501-7-3.83. Платформы пассажирские железобетонные высокие. Альбом II. Изделия : разработ. ин-том Гипропромтрансстроем : утв. МПС 19.02.82 No.П-5465. 68 с.
9. Пат. No. 103283 U1 Российская Федерация МПК А47С1/00 (2006.01). Низкая пассажирская посадочная платформа с поворотной откидной частью для обеспечения свободного габарита / Н.В. Мещерякова, Е.А. Золотухина, Ю.Е. Тютюнник. No. 2010109564/21; заяв. 15.03.10; опубл. 10.04.11, Бюл. No. 10. 12 с.
10. Альбом чертежей 6522-01. Платформы пассажирские железобетонные низкие с трансформируемым краем у железнодорожного пути : разработ. АО «Моспромтранспроект». 2001. 24 с.
11. Пат. No. 156732 U1 Российская Федерация, МПК E01F 1/00 (2006.01). Пассажирская платформа железнодорожного пути / К.М. Титов. No.2014150747/03; заяв. 15.12.14; опубл. 20.11.15, Бюл. No. 32. 8 с.
12. Отраслевые нормы технологического проектирования железнодорожных вокзалов для пассажиров дальнего следования. М. : МПС России ; Транспорт, 1998. 85 с.
13. ГОСТ 9138-2013. Габариты железнодорожного подвижного состава и приближения строений. Введ. 2014–07–01. М. : Стандартинформ, 2014. 177 с.
14. Требования к пассажирским платформам по обеспечению безопасности граждан : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 24.12.10 No. 2705р. Введ. 24.12.10. 18 с.
15. Зенкевич О.С., Чанг И. Метод конечных элементов в технике. М. : Мир, 1975. 240 с.
16. ТУ 36.26.11-5-89. Листы стальные просечно-вытяжные : утв. МЦОМ Госстандарта 26.09.1989. Введ. 01.01.1990. М. : Министерство монтажных и специальных работ СССР, 1989. 12 с.

REFERENCES

1. Podverbnyi V.A., Koven'kin D.A. et al. Tekhnologiya mashinizirovannogo soderzhaniya gorno-pereval'nogo uchastka Slyudyanskoi distantsii puti [The technology of mechanized content of the mountain-pass section of the Slyudyanskaya distance of the track] *Sovremennye tekhnologii. Sistemyi analiz. Modelirovanie* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2014. No. 1 (41). 186–192 p.
2. Kholodov P.N. Primenenie metodiki mnogokriterial'nogo vybora optimal'nogo resheniya pri proektirovanii modernizatsii zheleznodorozhnogo puti na peregone Ulan-Ude – Zaudinskii Vostochno-Sibirskoi zheleznoi dorogi [Application of the multicriteria method of choosing the optimal solution when designing the modernization of the railway on the stretch of Ulan-Ude - Zaudinsky of the East-Siberian Railway]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemyi analiz. Modelirovanie* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2012. No. 1 (33). Pp. 188–193.
3. Ativanov A.V., Beroev E.A. *Passazhirskaia platforma* [Passenger platform]. Pat. RF No. 103786 U1 MPK B61B1/00 (2006.01). No. 2010136890/11; applied 02.09.10; publ. 27.04.11, Bull. No.12. 7 p.
4. Pimenov V.V., Smorodin V.A. *Modul'naya passazhirskaia platforma* [Modular passenger platform]. Pat. RF No. 105310 U1 MPK E01F1/00 (2006.01). No. 2010147297/03; applied 19.11.10; publ. 10.06.11, Bull. No. 16. 7 p.
5. Drapezo A.V., Kraskovskii V.E. et al. *Platforma i plita nastila platformy* [Platform and platform flooring plate]. Pat. RF No. 138515 U1 MPK E01F1/00 (2006.01). No. 2013141375/03; applied 09.09.13; publ. 20.03.14, Bull. No. 8. 11 p.



6. Kozlov A.S., Klenin Yu.G. et al. *Platforma [Platform]*. Pat. RF No. 2403337 C1 MPK E01F1/00 (2006.01). No. 2009116062/03; applied 29.04.09; publ. 10.11.10, Bull. No. 31. 7 p.
7. Tipovye proektnye resheniya 501-7-014.91. Platformy passazhirskie nizkie zhelezobetonnye. Al'bom 2. Izdeliya zavodskogo izgotovleniya [Tekst] : utv. i vved. v deistvie Gipropromtrastroem 03.06.92 No.34 – 26 p. [Typical design solutions 501-7-014.91. Passenger low reinforced concrete platforms. Album 2. Prefabricated products: approved. and introd. into action by Gipropromtrastroem 03.06.92 No.34 - 26 p].
8. Tipovye proektnye resheniya 501-7-3.83. Platformy passazhirskie zhelezobetonnye vysokie. Al'bom II. Izdeliya : razrab. in-tom Gipropromtrastroem : utv. MPS 19.02.82 No.P-5465. 68 p. [Typical design solutions 501-7-3.83. Reinforced high passenger platforms. Album II. Products: developed by Gipropromtrastroem in-te: approved by MPS 19.02.82 No.P-5465. 68 p.].
9. Meshcheryakova N.V., Zolotukhina E.A., Tyutyunnik Yu.E. *Nizkaya passazhirskaya posadochnaya platforma s povorotno-otkidnoi chast'yu dlya obespecheniya svobodnogo gabarita* [Low passenger landing platform with tilt-and-turn part to ensure free clearance]. Pat. RF No. 103283 U1 MPK A47C1/00 (2006.01). No. 2010109564/21; applied 15.03.10; publ. 10.04.11, Bull. No. 10. 12 p.
10. Al'bom chertezhei 6522-01. Platformy passazhirskie zhelezobetonnye nizkie s transformiruemyim kraem u zheleznodorozhnogo puti: razrab. AO «Mospromtransproekt», [Album of drawings 6522-01. Ferroconcrete passenger platforms low with a transformable edge at the railway track: developed. AO Mospromtransproekt], 2001, 24 p.
11. Titov K.M. *Passazhirskaya platforma zheleznodorozhnogo puti [Passenger railway track platform]*. Pat. RF No. 156732 U1, MPK E01F 1/00 (2006.01). / No.2014150747/03; applied 15.12.14; publ. 20.11.15, Bull. No. 32. 8 p.
12. Otrazlevye normy tekhnologicheskogo proektirovaniya zheleznodorozhnykh vokzalov dlya passazhirov dal'nego sledovaniya [Industry norms of technological design of railway stations for long-distance passengers]. Moscow: MPS Rossii; Transport Publ., 1998. 85 p.
13. GOST 9138-2013. Gabarity zheleznodorozhnogo podvizhnogo sostava i priblizheniya stroenii. Vved. 2014–07–01 [Dimensions of railway rolling stock and approximation of buildings. Introd. 2014–07–01]. Moscow: Standartinform Publ., 2014. 177 p.
14. Trebovaniya k passazhirskim platformam po obespecheniyu bezopasnosti grazhdan : utv. rasporyazheniem OAO «RZhD» ot 24.12.10 No. 2705r. Vved. 24.12.10 [Requirements for passenger platforms to ensure the safety of citizens: approved by the Order of the Russian Railways of December 24, 2010 No. 2705r. Introd. 12/24/10.]. 18 p.
15. Zenkevich O.S., Chang I. *Metod konechnykh elementov v tekhnike* [The method of finite elements in engineering]. Moscow: MIR Publ., 1975. 240 p.
16. TU 36.26.11-5-89. Listy stal'nye prosechno-vytyazhnye : utv. MTsOM Gosstandarta 26.09.1989. Vved. 01.01.1990 [Expanded steel sheets: approved by MTsOM of Gosstandart 09/26/1989. Introd. 01/01/1990]. Moscow: Ministerstvo montazhnykh i spetsial'nykh rabot SSSR, 1989. 12 p.

Информация об авторах

Authors

Титов Константин Михайлович - к. т. н., доцент кафедры строительства железных дорог, мостов и тоннелей, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: forestgamping@mail.ru

Ковенькин Дмитрий Александрович - к. т. н., доцент, заведующий кафедрой пути и путевого хозяйства, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: kowenkin@yandex.ru

Холодов Петр Николаевич - к. т. н., доцент кафедры строительства железных дорог, мостов и тоннелей, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: petruha_yu@mail.ru

Konstantin Mikhailovich Titov – Ph.D. in Engineering Science, Assoc. Prof. at the Subdepartment of Construction of Railways, Bridges and Tunnels, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: forestgamping@mail.ru

Dmitrii Aleksandrovich Koven'kin – Ph.D. in Engineering Science, Assoc. Prof., Head of the Subdepartment of Track and Track Facilities, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: kowenkin@yandex.ru

Petr Nikolaevich Kholodov – Ph.D. in Engineering Science, Assoc. Prof. of the Subdepartment of Construction of Railways, Bridges and Tunnels, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: petruha_yu@mail.ru

Для цитирования

For citation

Титов К. М. Пассажи́рская платформа железнодорожного пути со съёмным краем / К. М. Титов, Д. А. Ковенькин, П. Н. Холодов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2019. – Т. 62, № 2. – С. 226–233. – DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).226–233

Titov K. M., Koven'kin D. A., Kholodov P. N. Passazhirskaya platforma zheleznodorozhnogo puti so s'emnym kraem [A passenger railway platform with demountable edge]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovanie* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2019. Vol. 62, No. 2. Pp. 226–233. DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).226–233