

## Перспективные конструкции горочных горловин

Л.Н. Иванкова<sup>1</sup>✉, А.Н. Иванков<sup>2</sup>, М.В. Четчуев<sup>3</sup>, А.В. Буракова<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Российский университет транспорта, г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>ООО «ПСК ТехПроект», г. Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup>Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

<sup>4</sup>Филиал Ростовского государственного университета путей сообщения, г. Воронеж, Российская Федерация

✉ivankovaln@yandex.ru

### Резюме

В статье анализируются проблемы, с которыми сталкиваются проектировщики при разработке горочных горловин при большом числе сортировочных путей. Для крайних путей очень сложно вписать кривые радиусом 200 м и более. Приходится применять обратные кривые, что создает дополнительное сопротивление движению вагонов при скатывании с сортировочной горки. Были предложены новые конструкции горочных горловин с десятипутными пучками, что позволит без затруднений вписывать кривые радиусом 200 м и более. Кроме того, предлагаемые горочные горловины обеспечивают потребную ширину междупутий. Конструкция горочной горловины влияет и на продольный профиль спускной части. В силу того, что участок стрелочной зоны получается более длинным по сравнению с классическими восьмипутными пучками, скоростной участок получается более коротким. Это дает возможность проектировать скоростные участки более крутыми, что приводит к скорейшему разделению отцепов на стрелочных переводах и замедлителях. В работе сделан вывод, что основные параметры сортировочной горки при шести- и четырехпучковой горловине различаются незначительно. Длины расчетных путей практически одинаковы. Количество стрелочных переводов по маршруту скатывания остается неизменным. К некоторым недостаткам можно отнести то, что угол поворота кривой крайнего пути незначительно увеличивается по сравнению с классическим вариантом. Однако потребное количество замедлителей на спускной части горки уменьшается. Это существенно снижает объем инвестиций при строительстве сортировочной горки.

### Ключевые слова

горочные горловины, кривые радиусом 200 м, вписывание кривых, десятипутные пучки, спускная часть горки, замедлители, стрелочные переводы

### Для цитирования

Перспективные конструкции горочных горловин / Л.Н. Иванкова, А.Н. Иванков, М.В. Четчуев, А.В. Буракова // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2023. № 2(78). С. 42–50. DOI 10.26731/1813-9108.2023.2(78).42-50.

### Информация о статье

поступила в редакцию: 31.03.2023 г.; поступила после рецензирования: 09.06.2023 г.; принята к публикации: 13.06.2023 г.

## Perspective construction of hump necks

L.N. Ivankova<sup>1</sup>✉, A.N. Ivankov<sup>2</sup>, M.V. Chetchuev<sup>3</sup>, A.V. Burakova<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Russian University of Transport, Moscow, the Russian Federation

<sup>2</sup>LLC «PSK Techproekt», Moscow, the Russian Federation

<sup>3</sup>Saint Petersburg State Transport University of Emperor Alexander I, Saint Petersburg, the Russian Federation

<sup>4</sup>Branch of the Rostov State Transport University, Voronezh, the Russian Federation

✉ivankovaln@yandex.ru

### Abstract

The article analyzes the problems faced by designers when developing hump necks with a large number of sorting paths. For last paths, it is very difficult to fit curves with a radius of 200 meters or more. It is necessary to use reverse curves, which creates additional resistance to the movement of wagons when rolling down the sorting hump. New designs of hump necks with ten-track bundles were proposed, allowing to easily enter curves with a radius of 200 meters or more. Besides, the proposed hump necks provide the required width of the interstices. The design of the hump neck also affects the longitudinal profile of the descent part. Due to the fact that the section of the switch area turns out to be longer compared to the classic eight-track beams, the high-speed section turns out to be shorter. This makes it possible to design the high-speed sections steeper, resulting in earlier separation of the detachments on the switches and retarders. The article concludes that the main parameters of the sorting hump with a six- and four-track bunches differ insignificantly. The lengths of the calculated paths are almost the same. The number of switches along the rolling route remains unchanged. The few disadvantages include the fact that the angle of rotation of the last path curve increases slightly as compared to the classic version. However, the required number of retarders on the descent part of the hump is reduced. This significantly reduces the amount of investment in the construction of a sorting hump.

**Keywords**

slide necks, curves with a radius of 200 m, inscribing curves, ten-pair bundles, the descent part of the slide, retarders, wire transfers

**For citation**

Ivankova L.N., Ivankov A.N., Chetchuev M.V., Burakova A.V. Perspektivnye konstruksii gorochnykh gorlovin [Perspective construction of hump necks]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemy analiz. Modelirovanie* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2023, no. 2 (78), pp. 42–50. DOI: 10.26731/1813-9108.2023.2(78).42-50.

**Article Info**

Received: March 31, 2023; Revised: June 9, 2023; Accepted: June 13, 2023.

**Введение**

Горочные горловины сортировочных станций играют большую роль в организации успешного сортировочного процесса, влияют на перерабатывающую способность горки и безопасность роспуска с нее вагонов. К горочным горловинам предъявляются противоречивые требования: они должны обеспечивать скорейшее разделение отцепов по маршрутам скатывания, работа сил сопротивления на разных путях должна быть примерно одинакова, однако количество стрелочных переводов по возможности минимизируется. Необходимо обеспечить вписывание кривых радиусом 200 м [1] и выдержать минимальную ширину междупутья между соседними пучками.

В практике проектировщиков накопилось достаточно много оригинальных «находок», позволяющих предлагать разумные компромиссы при выполнении столь дифференцированных требований к проектированию горочной горловины. Задача конструирования горловины тем сложнее, чем большее количество путей необходимо объединить. При значительном числе путей угол поворота горловины относительно оси парка возрастает, и это приводит к уменьшению возможных радиусов для вписывания закрестовинных кривых. Однако, как было отмечено [2–4], доля длиннобазных вагонов постоянно растет, и сложность их вписывания в кривые малого радиуса в сортировочных пучках приводит к необходимости менять специализацию путей таким образом, чтобы длиннобазные вагоны поступали главным образом на средние пути сортировочного парка. Это не способствует рациональной специализации путей и, в конечном счете, влияет на перерабатывающую способность горки.

**Горловины с шести-, семипутными пучками**

Типовые схемы горочных горловин сортировочных парков базируются на восьмипутных пучках, которые при необходимости транс-

формируются в семипутные или шестипутные пучки [5, 6]. Вписывание кривых при радиусах 180 и 140 м [7] не представляло особой сложности. Ситуация осложнилась с введением обязательного требования применять в горочных горловинах кривые радиусом 200 м. Приходится использовать обратные кривые с минимальными прямыми вставками (или без них), чтобы обеспечить укладку кривых требуемого радиуса и необходимую ширину междупутья. Применение обратных кривых увеличивает суммарную работу сил сопротивления движению отцепов. Отсутствие прямой вставки не позволяет тележкам вагона своевременно занять положение параллельно оси пути, что влияет на скорость скатывания. Ряд авторов отмечает сложность вписывания круговых кривых на крайних путях, особенно при большом числе путей в сортировочном парке [8–13].

На рис. 1 представлена типовая горловина на 40 путей, запроектированная в соответствии с требованиями [1]. Горловина симметричная. Сортировочные пути объединены в шесть пучков, крайние из которых неполные (шестипутные). В горловине уложены 38 стрелочных переводов марки  $1/6^\circ$ , не считая головной разделительной стрелки и 18 замедлителей на спускной части горки.

**Горочные горловины с десятипутными пучками**

Авторами предложено использовать при проектировании горочных горловин с большим числом путей десятипутные пучки. Хотя подобная конструкция занимает несколько большую территорию по ширине (на 8–10 м), количество стрелочных переводов не меняется, не изменяется также длина расчетного пути, которая влияет на наличную высоту сортировочной горки. Основное преимущество таких горловин – уменьшение количества пучков и, следовательно, потребное количество пучковых замедлителей. Это су-

щественно снижает объем инвестиций при строительстве сортировочной горки.

На рис. 2 представлена рекомендуемая горловина на 40 путей, запроектированная в соответствии с требованиями [1]. Горловина симметричная. Сортировочные пути объединены в четыре пучка, все пучки полные (десятипутные). В горловине уложены 38 стрелочных переводов марки 1/6°, не считая головной разделительной стрелки и 12 замедлителей на спускной части горки. Проектируя эту горло-

вину, легче обеспечить минимальную ширину междупутий между смежными пучками. Здесь тоже пришлось применить обратные кривые, однако есть возможность уложить прямые вставки достаточной длины, что позволит тележкам вагонов быстрее принять положение, параллельное оси пути, по которому скатывается отцеп.

Сравнительные геометрические параметры стрелочных горловин на 40 путей показаны в табл.

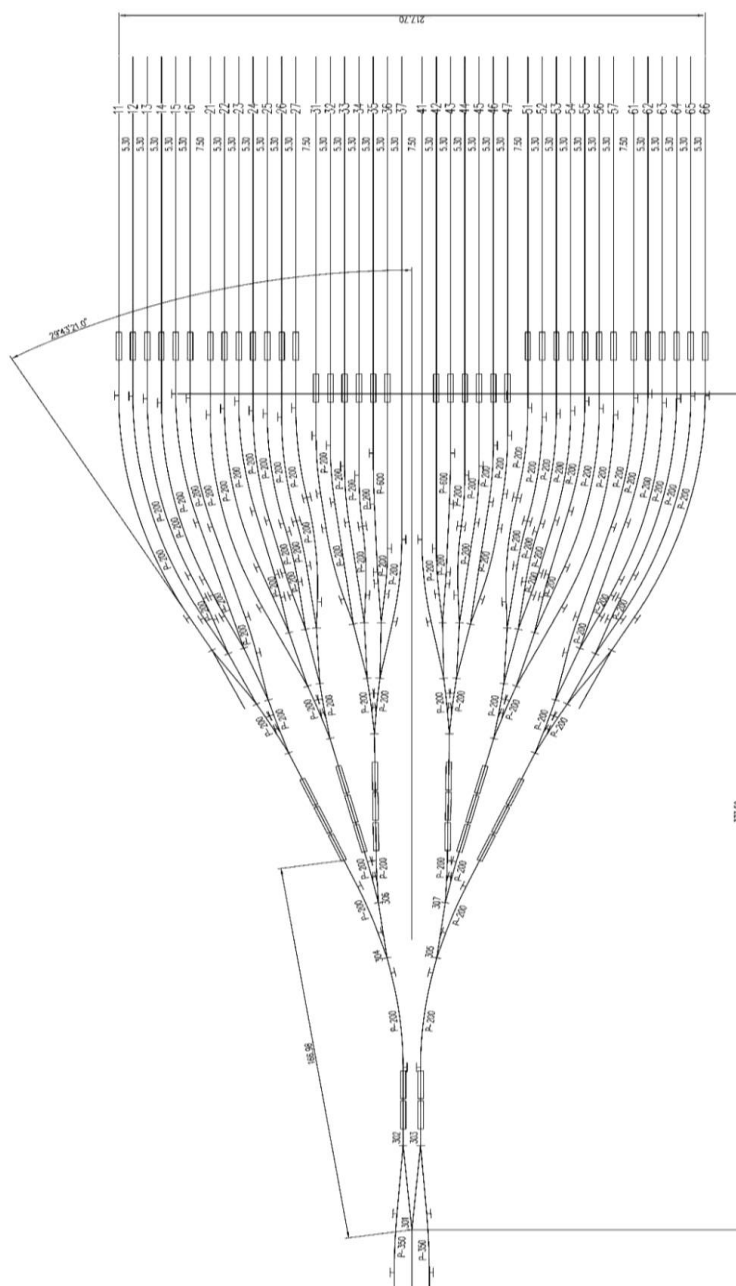


Рис. 1. Схема горочной горловины на сорок путей с шести-, семипутными пучками

Fig. 1. The scheme of the hump neck for forty tracks with six-, seven-track bundles

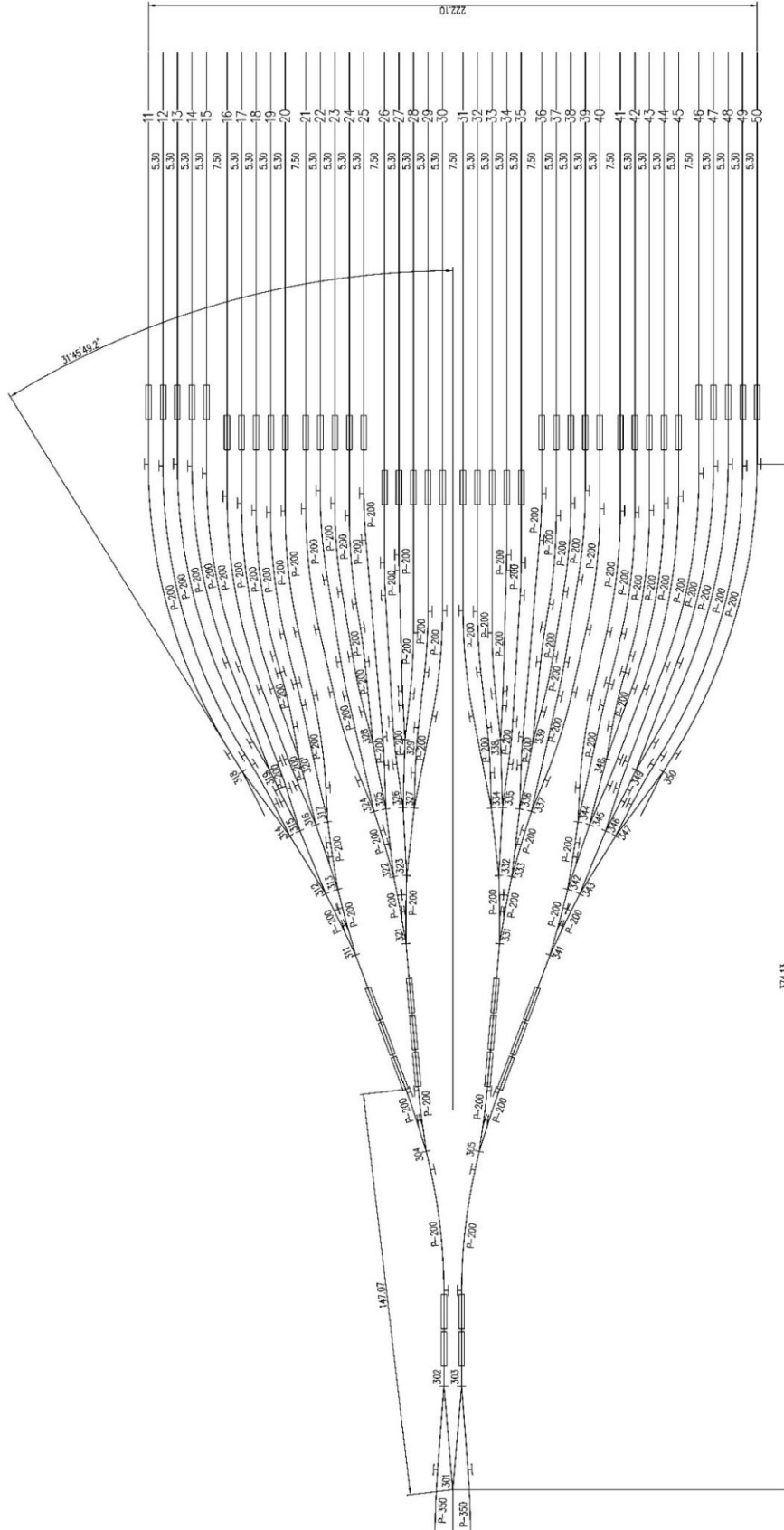


Рис. 2. Схема горочной горловины на сорок путей с десятипутными пучками  
 Fig. 2. The scheme of the hump neck for forty tracks with ten-track bundles

Геометрические параметры горловин на 40 путей  
Geometric parameters of necks for 40 tracks

Показатель Indicator	Горловина с шестью пучками Six bundle neck	Горловина с четырьмя пучками Four bundle neck
Количество замедлителей на пучковой тормозной позиции Number of retarders in bundle braking position	6×3 = 18	4 ×3 = 12
Проекция расчетного пути от центра стрелочного перевода первой разделительной стрелки до конца закрестовинной кривой Projection of the calculated path from the shunt turnout center of the first dividing switch to the end of the cross curve	373,59	374,13
Проекция от центра стрелочного перевода первой стрелки до начала пучковой тормозной позиции Projection from the shunt center of the first switch to the beginning of the bundle brake position	166,98	147,07
Сумма междупутей Sum of interpaths	217,70	222,10
Угол поворота закрестовинной кривой последнего пути Angle of rotation of the last path cross curve	29°43'21"	31°45'49,2"
Расчетная высота горки при скорости ветра 3,5 м/с и угле обдува 30°, м.э.в. Estimated height of the hump at a wind speed of 3,5 m/s and an airflow angle of 30°, m.e.w.	4,186	4,214

Таким образом, на основе таблицы можно сделать заключение, что основные параметры сортировочной горки при шести- и четырехпучковой горловине различаются незначительно. Длины расчетных путей практически одинаковы. Угол поворота закрестовинной кривой последнего пути в четырехпучковой горловине больше на 2°, чем в шестипучковой горловине. Однако несмотря на некоторое различие в длине расчетного пути и суммах углов поворотов, разница высот горок составляет всего 4,214 – 4,186 = 0,028 м.э.в., что не превышает 0,7 %.

Как было отмечено в [14–18], проектировать продольный профиль спускной части необходимо в комплексе с планом горочной горловины для более эффективной организации сортировочного процесса. Несмотря на незначительные отличия в общей длине расчетного пути, авторами были также исследованы длины отдельных участков спускного пути. Значительная разница в длине проекции от центра

первого по маршруту скатывания стрелочного перевода до начала пучковой тормозной позиции позволит иметь более длинный участок стрелочной зоны и более короткие скоростные участки в предлагаемой горловине и, следовательно, более крутые. Это приведет к быстрому набору скорости у отцепов и лучшему их разделению на стрелочных переводах и замедлителях. В конечном счете это будет способствовать увеличению перерабатывающей способности сортировочной горки.

Комплексная оценка сравниваемых вариантов может быть получена при помощи имитационной модели скатывания отцепов различной длины и весовых характеристик в различном сочетании. На рис. 3. приведены профили сортировочных горок с различным числом путей в пучках. На горке с десятипутными пучками реализуются более высокие скорости при занятии первых разделительных стрелок за счет более крутых скоростных уклонов.

Такие динамические свойства продольного профиля сортировочного устройства при десяти путях в пучках могут быть применены на сортировочных горках, предназначенных для расформирования составов из порожних вагонов и легковесных. Как правило, это входные сортировочные станции крупных погрузочных узлов и сортировочные станции, а также системы пунктов перевалки, морских портов, где требуется сортировка и подбор вагонов по собственникам, по категории годности под погрузку. Недостаток

таких горочных горловин, выражающийся в несколько удлиненной стрелочной зоне, может быть компенсирован изменением и настройкой нейросетевых моделей, используемых в современных системах регулирования скорости ролпуска или систем управления прицельным торможением. При использовании данного типа сортировочного устройства для переработки груженых вагонов нужно рассматривать вопрос увеличения мощности парковой тормозной позиции.

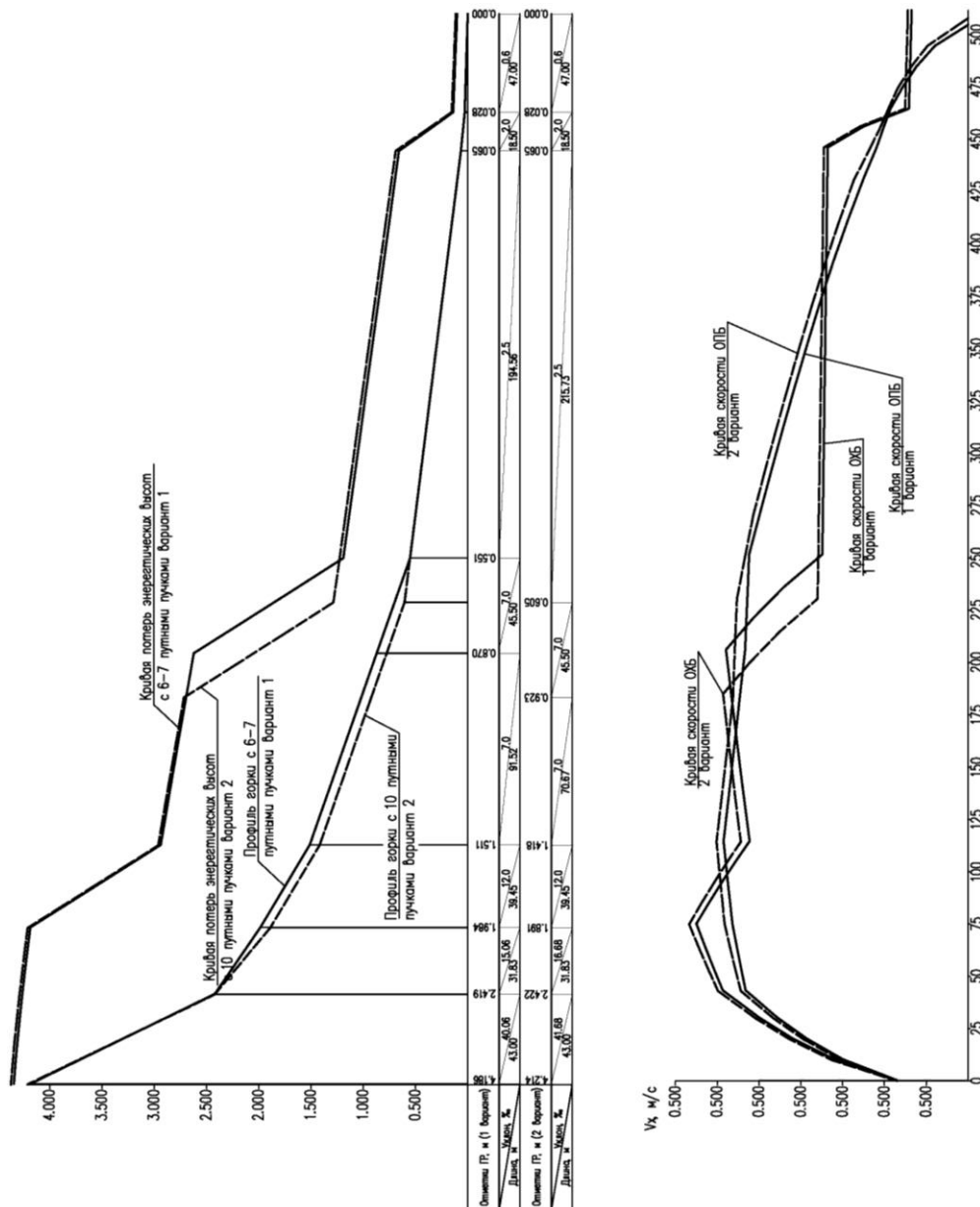


Рис. 3. Продольный профиль сортировочных горок с кривыми энергетических высот и кривыми скорости скатывания отцепов  
 Fig. 3. Longitudinal profile of sorting humps with energy height curves and speed curves of cuts rolling

В то же время горочные горловины с меньшим числом путей в пучке могут быть рекомендованы для расформирования составов груженных вагонов и смешанных групп (груженных и порожних). Стоит отметить, что удале-

ние пучковой тормозной позиции от вершины горки повышает эффективность торможения многовагонных отцепов.

На рис. 4. представлены горочные горловины с числом путей 20 и 30.

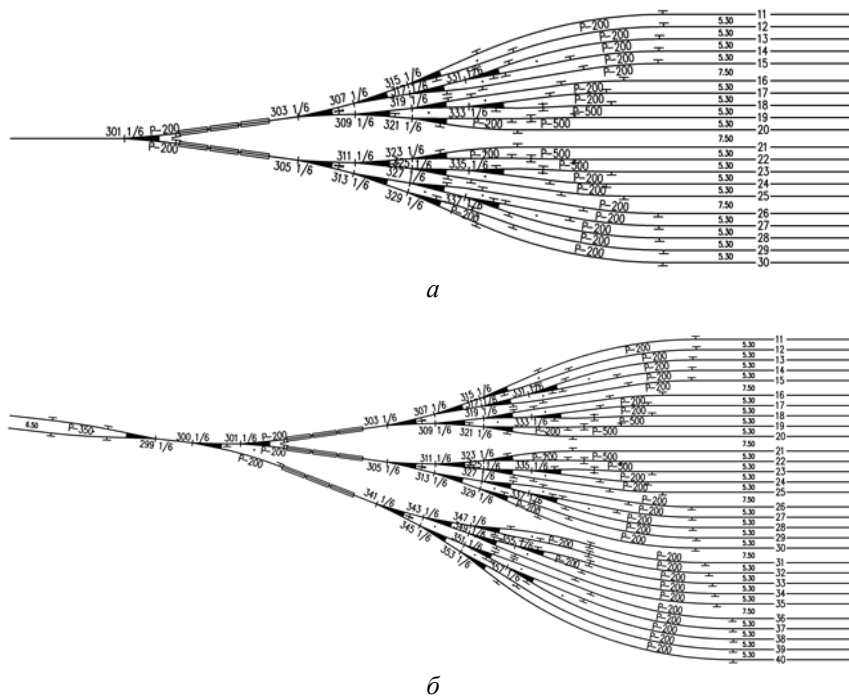


Рис. 4. Схема горочных горловин на 20 (а) и 30 путей (б) с десятипутными пучками  
Fig. 4. Scheme of hump necks for 20 (a) and 30 tracks (b) with ten-track bundles

Конструкция представленных стрелочных улиц убедительно доказывает возможность компоновки плана сортировочных горок при обеспечении компактности (минимальной длины горловины), эквивалентности маршрутов скатывания по количеству стрелочных переводов в маршруте и сумме углов поворота кривых, что исключает значительную дифференциацию путей одного пучка по суммарной работе сил сопротивления скатыванию отцепов. Это в конечном счете способствует энергоэффективности функционирования всего горочного комплекса.

### Заключение

Горочные горловины с десятипутными пучками хорошо вписываются в перечень требований, предъявляемых к их проектированию [1]. Они обеспечивают применение радиусов закрестовинных кривых 200 м и более, не увеличивают длину расчетного пути и, следовательно, высоту горки. Разделение отцепов на стрелочных переводах и замедлителях будет происходить быстрее и эффективнее. К недостаткам можно отнести

небольшое уширение суммы междупутий.

Основным преимуществом применения рекомендуемых горловин является уменьшение количества замедлителей на пучковой тормозной позиции, что существенно снижает требуемые инвестиции в сооружение сортировочного устройства.

Наибольшая эффективность по сокращению замедлителей на пучковых тормозных позициях будет отмечаться для горок с числом путей до 20–30. При росте количества путей в сортировочном парке эффект будет постепенно снижаться, так как общее количество замедлителей пучковых тормозных позиций будет расти (см. рис. 4).

Что касается горок малой мощности с числом путей до десяти, имеется возможность установки только одной тормозной позиции. Учитывая короткую длину горловины имеет смысл рассматривать вопрос об исключении парковой тормозной позиции с передачей функций прицельного торможения на единственную пучковую тормозную позицию.

Разработанные авторами статьи положения могут быть использованы при проектировании новых сортировочных устройств и реконструкции в связи с техническим перевооружением су-

ществующих сортировочных горок как на сети общего пользования, так и на промышленном железнодорожном транспорте.

### Список литературы

1. СП 225.1326000.2014. Станционные здания, сооружения и устройства : утв. приказом Минтранса РФ № 331 от 02.12.2014. Введ. : 2014–12–01. М. : Минтранс, 2014. 133 с.
2. Карасёв С.В. Обеспечение безопасности при применении упрощенных нормативов и условий роспуска вагонов с опасными грузами для автоматизированных сортировочных горок // Транспортная инфраструктура Сибирского региона : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. Иркутск, 2018. Т. 1. С. 64–67.
3. Пожидаев С.А., Филатов Е.А. Проектирование плана горочных горловин сортировочных парков с учетом обеспечения безопасного взаимодействия длиннобазного подвижного состава // Вестн. Белорус. гос. ун-та трансп.: наука и транспорт. 2015. № 2 (31). С. 42–47.
4. Пожидаев С.А., Филатов Е.А., Иванов Е.Н. Автоматизированное проектирование плана горочной горловины с учетом обеспечения безопасного взаимодействия длиннобазного подвижного состава // Транспортные системы и технология перевозок. 2013. Вып. 6. С. 82–85.
5. Чернов В.И. Масштабные планы горочных горловин сортировочных парков. М. : Маршрут, 2006. 41 л.
6. Альбом горочных горловин сортировочных станций / В.И. Апатцев, В.Я. Болотный, А.Н. Сухопяткин и др. М. : РГОТУПС, 2008. 28 с.
7. Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах Союза ССР. М. : Транспорт, 1992. 104 с.
8. Числов О.Н., Лебедева В.А., Хан В.В. Проектирование и расчет сортировочных горок. Ростов-на-Дону : РГУПС, 2017. 83 с.
9. Бобровский В.И., Колесник А.И., Дорош А.С. Совершенствование конструкции плана путевого развития горочных горловин // Транспортные системы и технология перевозок. 2011. Вып. 1. С. 27–33.
10. Бобровский В.И., Колесник А.И. Совершенствование метода расчета параметров плана горочных горловин // Транспортные системы и технология перевозок. 2011. Вып. 26. С. 40–47.
11. Проектирование сортировочных станций с автоматизированными горочными комплексами / В.Я. Негрей, В.А. Подкопаев, С.А. Пожидаев и др. Гомель : БелГУТ, 2015. 235 с.
12. Иванков А.Н., Четчуев М.В. О необходимости актуализации нормативно-правовой базы по проектированию железнодорожных станций, узлов и сортировочных устройств // Развитие инфраструктуры и логистических технологий в транспортных системах : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. СПб., 2021. Ч. 1. С. 60–65.
13. Иванкова Л.Н. Обеспечение комплексного проектирования плана и профиля сортировочной горки // Современные проблемы совершенствования работы железнодорожного транспорта. 2018. № 14. С. 18–21.
14. Иванкова Л.Н., Иванков А.Н., Волкова С.Г. Некоторые аспекты проектирования плана горочной горловины // Современные проблемы совершенствования работы железнодорожного транспорта : межвуз. сб. научн. тр. М., 2021. С. 11–16.
15. Климов А.А. Влияние конструктивных параметров сортировочной горки на безопасность переработки вагонопотоков в современных условиях // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XI Междунар. науч.-практ. конф. Гомель, 2021. Ч. 1. С. 28–30.
16. Poltavskaya J., Lebedeva O., Gozbenko V. Automation of the solution to the problem of optimizing traffic in a multi-modal logistics system // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2021. Vol. 1258. P. 255–261.
17. Increasing the efficiency of investigation methods for rail transport accidents / L. Martynenko, V. Gozbenko, I. Lebedev et al. // X International Scientific Siberian Transport Forum – TransSiberia 2022. Novosibirsk, 2022, Vol. 63. P. 465–471.
18. Гозбенко В.Е., Оленевич В.А. Повышение безопасности работы железнодорожной транспортной системы на основе автоматизации технологии размещения и крепления груза в вагоне // Изв. Транссиба. 2013. № 1 (13). С. 110–116.

### References

1. SP 225.1326000.2014. Stantsionnye zdaniya, sooruzheniya i ustroistva [Set of rules 225.1326000.2014. Station buildings, structures and devices]. Moscow: Mintrans Publ., 2014. 133 p.
2. Karasev S.V. Obespechenie bezopasnosti pri primenenii uproshchennykh normativov i uslovii rospuska vagonov s opasnymi gruzami dlya avtomatizirovannykh sortirovochnykh gorok [Ensuring safety in the application of simplified standards and conditions for the dissolution of wagons with dangerous goods for automated sorting slides]. *Materialy IX Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Transportnaya infrastruktura Sibirskogo regiona»* [Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference «Transport infrastructure of the Siberian region»]. Irkutsk, 2018, vol. 1, pp. 64–67.
3. Pozhidaev S.A., Filatov E.A. Proektirovanie plana gorochnykh gorlovin sortirovochnykh parkov s uchedom obespecheniya bezopasnogo vzaimodeistviya dlinnobaznogo podvizhnogo sostava [Designing the plan of the hill necks of sorting parks taking into account the provision of safe interaction of long-wheelbase rolling stock]. *Vestnik Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta transporta: nauka i transport* [Bulletin of the Belarusian State University of Transport: Science and Transport], 2015, no. 2 (31), pp. 42–47.
4. Pozhidaev S.A., Filatov E.A., Ivanov E.N. Avtomatizirovannoe proektirovanie plana gorochnoi gorlovinny s uchedom obespecheniya bezopasnogo vzaimodeistviya dlinnobaznogo podvizhnogo sostava [Computer-aided design of the plan of the



mountain neck, taking into account the provision of safe interaction of long-wheelbase rolling stock]. *Transportnye sistemy i tekhnologiya perevozok* [Transport systems and technology of transportation], 2013, is. 6, pp. 82–85.

5. Chernov V.I. *Masshtabnye plany gorochnykh gorlovin sortirovochnykh parkov* [Large-scale plans of mountain necks of sorting parks]. Moscow: Marshrut Publ., 2006. 41 p.

6. Apattsev, V.I., Bolotnyi V.Ya., Sukhopyatkin A.N., Kol S.N. *Al'bom gorochnykh gorlovin sortirovochnykh stantsii* [Album of mountain necks of marshalling yards]. Moscow: RGOTUPS Publ., 2008. 28 p.

7. *Pravila i normy proektirovaniya sortirovochnykh ustroystv na zheleznykh dorogakh Soyuza SSR* [Rules and regulations for the design of sorting devices on the railways of the USSR]. Moscow: Transport Publ., 1992. 104 p.

8. Chislov O.N., Lebedeva V.A., Khan V.V. *Proektirovanie i raschet sortirovochnykh gorok* [Design and calculation of sorting slides]. Rostov-on-Don: RGUPS Publ., 2017. 83 p.

9. Bobrovskii V.I., Kolesnik A.I., Dorosh A.S. *Sovershenstvovanie konstruksii plana putevogo razvitiya gorochnykh gorlovin* [Improvement of the design of the plan for the track development of mountain necks]. *Transportnye sistemy i tekhnologiya perevozok* [Transport systems and technology of transportation], 2011, is. 1, pp. 27–33.

10. Bobrovskii V.I., Kolesnik A.I. *Sovershenstvovanie metoda rascheta parametrov plana gorochnykh gorlovin* [Improvement of the method of calculating the parameters of the plan of mountain necks]. *Transportnye sistemy i tekhnologiya perevozok* [Transport systems and technology of transportation], 2011, is. 26, pp. 40–47.

11. Negrei V.Ya., Podkopaev V.A., Pozhidaev S.A., Filatov E.A., Kirik N.V. *Proektirovanie sortirovochnykh stantsii s avtomatizirovannymi gorochnymi kompleksami* [Design of marshalling yards with automated hill complexes]. Gomel: BelGUT Publ., 2015. 235 p.

12. Ivankov A.N., Chetchuev M.V. *O neobkhodimosti aktualizatsii normativno-pravovoi bazy po proektirovaniyu zheleznodorozhnykh stantsii, uzlov i sortirovochnykh ustroystv* [On the need to update the regulatory framework for the design of railway stations, nodes and sorting devices]. *Materialy IV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Razvitie infrastruktury i logisticheskikh tekhnologii v transportnykh sistemakh»* [Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference «Development of infrastructure and logistics technologies in transport systems»]. Saint-Petersburg, 2021, part 1, pp. 60–65.

13. Ivankova L.N. *Obespechenie kompleksnogo proektirovaniya plana i profilya sortirovochnoi gorki* [Ensuring integrated design of the plan and profile of the sorting slide]. *Sovremennye problemy sovershenstvovaniya raboty zheleznodorozhnogo transporta* [Modern problems of improving the work of railway transport], 2018, no. 14, pp. 18–21.

14. Ivankova L.N., Ivankov A.N., Volkova S.G. *Nekotorye aspekty proektirovaniya plana gorochnoi gorlovin* [Some aspects of designing the plan of the mountain neck]. *Mezhvuzovskii sbornik nauchnykh trudov «Sovremennye problemy sovershenstvovaniya raboty zheleznodorozhnogo transporta»* [Interuniversity proceedings «Modern problems of improving the work of railway transport»]. Moscow, 2021, pp. 11–16.

15. Klimov A.A. *Vliyanie konstruktivnykh parametrov sortirovochnoi gorki na bezopasnost' pererabotki vagonopotokov v sovremennykh usloviyakh* [The influence of the design parameters of the sorting slide on the safety of wagon traffic processing in modern conditions]. *Materialy XI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Problemy bezopasnosti na transporte»* [Proceeding of the XI International Scientific and Practical Conference «Problems of transport security»]. Gomel, 2021, part 1, pp. 28–30.

16. Poltavskaya J., Lebedeva O., Gozbenko V. *Automation of the solution to the problem of optimizing traffic in a multimodal logistics system*. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2021, vol. 1258, pp. 255–261.

17. Martynenko L., Gozbenko V., Lebedev I., Voronova Yu. *Increasing the efficiency of investigation methods for rail transport accidents*. *X International Scientific Siberian Transport Forum – TransSiberia 2022*. Novosibirsk, 2022, vol. 63, pp. 465–471.

18. Gozbenko V.E., Olentsevich V.A. *Povyshenie bezopasnosti raboty zheleznodorozhnoi transportnoi sistemy na osnove avtomatizatsii tekhnologii razmeshcheniya i krepleniya gruzov v vagon* [Improving the safety of the railway transport system based on automation of the technology of placing and securing cargo in the wagon]. *Izvestiya Transsiba* [Bulletins of the Transsib], 2013, no. 1 (13), pp. 110–116.

### Информация об авторах

**Иванкова Людмила Николаевна**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления транспортными процессами, Российский университет транспорта, г. Москва; e-mail: ivankovaln@yandex.ru.

**Иванков Алексей Николаевич**, кандидат технических наук, доцент, главный инженер ООО «ПСК ТехПроект», г. Москва; e-mail: aivankov@yandex.ru.

**Четчув Максим Владимирович**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры железнодорожных станций и узлов, Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, г. Санкт-Петербург; e-mail: maxetion@mail.ru.

**Буракова Анжелика Васильевна**, старший преподаватель кафедры социально-гуманитарных, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, филиал Ростовского государственного университета путей сообщения, г. Воронеж; e-mail: avburakova@mail.ru.

### Information about the authors

**Lyudmila N. Ivankova**, Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor, Associate Professor of Department of Transport Process Management, Russian University of Transport, Moscow; e-mail: ivankovaln@yandex.ru.

**Alexei N. Ivankov**, Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor, Chief Engineer of LLC «PSK TechProject», Moscow; e-mail: aivankov@yandex.ru.

**Maksim V. Chetchuev**, Ph. D. in Engineering Science, Associate Professor, Associate Professor of Department of Railway Stations and Junctions, Saint Petersburg Transport University of Emperor Alexander I, Saint Petersburg; e-mail: maxetion@mail.ru.

**Anzhelika V. Burakova**, Assistant Professor of the Department of Social and Humanitarian, Natural Sciences and General Professional Disciplines, Branch of the Rostov State Transport University, Voronezh; e-mail: avburakova@mail.ru.