



Смешанные перевозки в саморазгружающихся контейнерах



Игорь РЯБОВ
Igor M. RYABOV

Вера ГОРИНА
Vera V. GORINA



*Рябов Игорь Михайлович – доктор технических наук, профессор кафедры автомобильных перевозок Волгоградского государственного технического университета (ВолГТУ), Волгоград, Россия.
Горина Вера Валерьевна – аспирант кафедры автомобильных перевозок Волгоградского государственного технического университета (ВолГТУ), Волгоград, Россия.*

Multimodal Transportation in Self-Unloading Containers

(текст статьи на англ. яз. –
English text of the article – p. 39)

Доставка грузов в 40-футовых контейнерах в смешанном сообщении по существующей технологии может осуществляться только через контейнерные терминалы с использованием специализированной техники (автомобили-контейнеровозы, козловые краны, автопогрузчики и др.), поскольку типовые контейнеры сами не могут разгружаться и погружаться на подвижной состав. В статье предложена новая технология, которая основана на разработанной авторами конструкции саморазгружающегося контейнера. Доказано, что она сокращает сроки доставки груза более чем на 20 % и уменьшает время работы автомобильного транспорта в 7,4 раза. При этом создаётся значимый экономический эффект, позволяющий быстро окупить закупку саморазгружающегося контейнера – всего за 14 ездов по расчётному маршруту.

Ключевые слова: смешанные перевозки, саморазгружающийся контейнер, доставка грузов, подвижной состав, технология.

Ежегодно в разные точки мира совершается более 200 миллионов доставок, в которых задействовано в общей сложности почти 20 миллионов контейнеров. Доля отечественных перевозчиков при этом не очень велика – контейнерная транспортная система России значительно отстает от общемировой. Это, в частности, объясняется тем, что для выполнения технологических операций необходимы контейнерные терминалы и автомобили-контейнеровозы, которых в РФ недостаточно из-за очевидного дефицита капиталовложений и высокой стоимости обслуживания.

Технология смешанных перевозок контейнеров состоит из последовательных и взаимосвязанных этапов и операций, регламентирующих все действия по их перемещению от места загрузки груза до места его выгрузки. Повышения общей эффективности таких перевозок можно добиться путём совершенствования технологии на некоторых её этапах, например, при использовании автомобильного транспорта.

Существующая технология смешанных перевозок контейнеров имеет следующие особенности:

Результаты расчёта времени, затрачиваемого на этапах маршрута по существующей технологии

Этапы маршрута	Транспорт	Время, ч
1) Волжский–терминал АО «РЖД» в Сарепте	автомобильный	1,5
2) терминал АО «РЖД» в Сарепте–терминал «Томск-грузовой»	железнодорожный	72
3) терминал «Томск-грузовой»–Новосибирск	автомобильный	4

- контейнер с грузом или без него представляет собой, как правило, самостоятельную отправку с соответствующими реквизитами;

- контейнеры перевозятся различными видами транспорта, находятся под перегрузочными операциями у отправителей и получателей грузов и часто используются как транспортная ёмкость в технологических процессах промышленных предприятий;

- параметры их унифицированы, что облегчает перегрузку и транспортирование;

- погрузочно-разгрузочные работы с контейнерами полностью механизированы.

Технология, о которой идёт речь, смешанных перевозок контейнеров содержит большое число операций и основана прежде всего на преимуществах контейнерных терминалов. Количество таких терминалов в РФ значительно меньше, чем грузовых станций. Это приводит к необходимости осуществлять перевозки контейнеров автомобильным транспортом на большие расстояния, что увеличивает время доставки грузов и совокупные затраты. Кроме того, потери растут из-за немалых простоев подвижного состава (ПС), связанных с выгрузкой груза в конечном пункте доставки.

Для сокращения затрат на перевозки контейнеров автомобильным транспортом авторами статьи была разработана новая конструкция саморазгружающегося контейнера с гидравлическими грузоподъёмными стойками [7] и предложена новая технология смешанных перевозок с использованием таких контейнеров [8].

Предложенный контейнер оснащён грузоподъёмными стойками с электроприводом, которые позволяют за счёт энергии аккумулятора подвижного состава или сети станции поднять контейнер

над железнодорожной платформой, а затем опустить на платформу ПС, чтобы с его помощью доставить груз в пункт назначения.

После доставки саморазгружающегося контейнера в пункт назначения выполняется обратная операция: грузоподъёмные стойки самостоятельно снимают грузовой футляр с платформы ПС и устанавливают на высоту, удобную для процессов выгрузки-загрузки и применения средств механизации, облегчения операций и повышения производительности труда [8].

При внедрении новой технологии ПС не простаивает в ожидании разгрузки контейнера, поэтому может быть использован для других перевозок, что повышает эффективность его эксплуатации.

Чтобы оценить реальные преимущества инновационного подхода, проведём анализ некоторых параметров и затрат времени в пути подвижного состава с контейнером по существующей и предлагаемой технологии.

Для наглядности рассмотрена доставка грузов в 40-футовом контейнере из города Волжский потребителю в Новосибирск.

* * *

Существующая технология позволяет доставлять контейнеры железнодорожным транспортом с терминальной станции АО «РЖД» в Сарепте до контейнерной станции «Томск-грузовой», а далее автомобильным транспортом до Новосибирска.

Время в пути с объекта до потребителя рассчитывается по формуле [1]:

$$t_{\text{путь}} = S/v_t, \quad (1)$$

где v_t – техническая скорость транспорта, км/ч; S – расстояние от объекта перегрузки до потребителя, км.

В таблице 1 представлены результаты расчёта времени, затрачиваемого на этапах рассматриваемого маршрута.





Таблица 2

**Значения времени каждой операции и используемое оборудование при доставке
40-футового контейнера по существующей технологии**

№	Операция	Оборудование	Время, ч
1	Загрузка грузов в контейнер	вилочный погрузчик	0,747
2	Ожидание погрузки	–	0,282
3	Маневрирование автомобиля-контейнеровоза	контейнеровоз	0,066
4	Подготовка автомобиля-контейнеровоза к погрузке	контейнеровоз	0,093
5	Погрузка контейнера на автомобиль-контейнеровоз	контейнеровоз	0,165
6	Перевозка контейнера на терминальный комплекс	контейнеровоз	1,5
7	Маневрирование автомобиля-контейнеровоза	контейнеровоз	0,066
8	Ожидание снятия контейнера с автомобиля-контейнеровоза	контейнеровоз	0,282
9	Снятие контейнера с автомобиля-контейнеровоза	контейнеровоз + козловой кран	0,165
10	Ожидание погрузки на магистральный транспорт	–	0,282
11	Подготовка магистрального транспорта к погрузке	железнодорожный транспорт	0,093
12	Погрузка контейнера на магистральный транспорт	железнодорожный транспорт	0,165
13	Транспортирование контейнера на магистральном транспорте на второй терминальный комплекс	железнодорожный транспорт	72
14	Ожидание снятия контейнера с магистрального транспорта	железнодорожный транспорт	0,282
15	Выгрузка контейнера с магистрального транспорта	железнодорожный транспорт + козловой кран	0,165
16	Маневрирование автомобиля-контейнеровоза	контейнеровоз	0,066
17	Подготовка автомобиля-контейнеровоза к погрузке	контейнеровоз	0,093
18	Ожидание погрузки автомобиля-контейнеровоза	контейнеровоз	0,282
19	Погрузка контейнера на автомобиль-контейнеровоз	контейнеровоз + козловой кран	0,165
20	Перевозка контейнера на площадку грузополучателя	контейнеровоз	4
21	Маневрирование автомобиля-контейнеровоза	контейнеровоз	0,066
22	Ожидание снятия контейнера с автомобиля-контейнеровоза	контейнеровоз	0,282
23	Снятие контейнера	контейнеровоз	0,165
24	Выгрузка грузов из контейнера	вилочный погрузчик	0,747
Итого			82,219

Таблица 3

**Результаты расчёта времени, затрачиваемого на этапах
рассматриваемого маршрута по новой технологии**

Этапы маршрута	Транспорт	Время, ч
1) Волжский–станция Трубная, Волжский	автомобильный	0,08
2) станция Трубная, Волжский–станция Новосибирска	железнодорожный	62
3) станция Новосибирска–склад готовой продукции	автомобильный	0,21

Значения времени каждой операции и используемое оборудование при доставке 40-футового контейнера по существующей технологии на маршруте Волжский–Новосибирск представлены в таблице 2.

Доставка контейнеров новой конструкции по предлагаемой технологии позволяет перевозить их универсальной грузовой

платформой (например, тягачом с полуприцепом), а также для операций по погрузке, перегрузке и снятию контейнера с подвижного состава не нужны специальные погрузочно-разгрузочные механизмы, и следовательно, их доставка может производиться на любую грузовую станцию, не оборудованную кранами.

Таблица 4

**Значения времени каждой операции и используемое оборудование при доставке
40-футового контейнера по новой технологии**

№	Операция	Оборудование	Время, ч
1	Загрузка грузов в контейнер	вилочный погрузчик	0,747
2	Маневрирование автомобиля	тягач с полуприцепом	0,033
3	Подготовка автомобиля	тягач с полуприцепом	0,093
4	Погрузка контейнера на автомобиль	тягач с полуприцепом	0,1
5	Перевозка контейнера на железнодорожную станцию	тягач с полуприцепом	0,08
6	Маневрирование автомобиля	тягач с полуприцепом	0,033
7	Снятие контейнера с автомобиля	тягач с полуприцепом	0,1
8	Подготовка магистрального транспорта к погрузке	железнодорожный транспорт	0,093
9	Погрузка контейнера на магистральный транспорт	железнодорожный транспорт	0,1
10	Транспортирование контейнера на магистральном транспорте на вторую железнодорожную станцию	железнодорожный транспорт	62
11	Выгрузка контейнера с магистрального транспорта	железнодорожный транспорт	0,1
12	Маневрирование автомобиля	тягач с полуприцепом	0,033
13	Подготовка автомобиля к погрузке	тягач с полуприцепом	0,093
14	Погрузка контейнера на автомобиль	тягач с полуприцепом	0,1
15	Перевозка контейнера на площадку грузополучателя	тягач с полуприцепом	0,21
16	Маневрирование автомобиля-контейнеровоза	тягач с полуприцепом	0,033
17	Снятие контейнера	тягач с полуприцепом	0,1
18	Выгрузка грузов из контейнера	вилочный погрузчик	0,747
Итого			64,795

В таблице 3 представлены результаты расчёта времени, затрачиваемого на этапах маршрута по новой технологии с использованием саморазгружающихся контейнеров.

Значения времени каждой операции и используемое оборудование при доставке 40-футового контейнера по предлагаемой технологии на маршруте Волжский–Новосибирск представлены в таблице 4.

По существующей технологии время работы автомобильного транспорта (таблица 2) составляет:

$$T_{\text{авт. суш.}} = 7,456 \text{ ч.}$$

По предлагаемой технологии время работы автомобильного транспорта (таблица 4):

**Таблица 5
Стоимость использования каждого вида
подвижного состава**

Тип ПС	Стоимость использования, руб./ч
Автомобиль-контейнеровоз	1600
Тягач с полуприцепом	1400

$$T_{\text{авт. предл.}} = 1,008 \text{ ч.}$$

Средние значения стоимости использования автомобиля-контейнеровоза и тягача с полуприцепом представлены в таблице 5.

Транспортные затраты за езду вычисляются по формуле [3]:

$$Z_{\text{сут}} = S_{\text{час}} \cdot t_{\text{тр}}, \quad (2)$$

Таблица 6

**Показатели доставки контейнеров по существующей и предлагаемой технологии
смешанных перевозок грузов**

Показатели	Существующая технология	Предлагаемая технология
Количество этапов доставки	24 этапа	18 этапов
Время доставки	82,219 ч	64,795 ч
Время работы автомобильного транспорта	7,456 ч	1,008 ч
Себестоимость перевозки автомобильным транспортом за езду	11929,6 руб./езд.	1411,2 руб./езд.





где $Z_{\text{сут}}$ — суточные транспортные затраты, руб.; $S_{\text{час}}$ — часовая себестоимость перевозки, руб./ч; $t_{\text{тр}}$ — транспортное время, ч.

По существующей технологии затраты за езду:

$$Z_{\text{езд. сущ.}} = 1600 \cdot 7,456 = 11929,6 \text{ руб./езд.}$$

По предлагаемой технологии затраты за езду:

$$Z_{\text{езд. предл.}} = 1400 \cdot 1,008 = 1411,2 \text{ руб./езд.}$$

Показатели доставки контейнеров по существующей и новой технологии смешанных перевозок грузов с участием автомобильного и железнодорожного транспорта представлены в таблице 6.

Экономическая эффективность за езду представляет собой разность транспортных затрат при доставке по существующей и предлагаемой технологии:

$$\Theta = Z_{\text{езд. сущ.}} - Z_{\text{езд. предл.}} = 11929,6 - 1411,2 = 10518,4 \text{ тыс. руб.}$$

Средняя цена 40-футового контейнера — 115 тыс. руб., а цена контейнера новой конструкции составляет 143,75 тыс. руб.

Срок окупаемости закупки контейнеров новой конструкции можно рассчитать по формуле:

$$T_{\text{ок}} = C_{\text{конт.}} / \Theta_{\text{езд.}}, \quad (3)$$

где $C_{\text{конт.}}$ — стоимость контейнера, руб.; $\Theta_{\text{езд.}}$ — эффективность за езду, руб./езд.

В нашем примере срок окупаемости:

$$T_{\text{ок}} = 143750 / 10518,4 = 14 \text{ ездов.}$$

ВЫВОДЫ

Рассмотренный вариант показал, что применение новой технологии смешанных контейнерных перевозок с участием автомобильного и железнодорожного транспорта, основанной на использовании саморазгружающихся контейнеров, позволяет:

1) сократить время доставки более чем на 20 % за счёт уменьшения количества сопутствующих операций (до 25 %), поскольку саморазгружающийся контейнер выполняет часть операций самостоятельно, а также исключает необходимость дожидаться освобождения погрузочно-разгрузочных механизмов;

2) уменьшить время работы и затраты автомобильного транспорта (в 7,4 раза),

ибо новая конструкция контейнера предусматривает подъём и опускание на платформу подвижного состава самостоятельно, без применения специального оборудования на любой станции, что значительно сокращает транспортную работу автомобильного ПС;

3) получить по сравнению с существующей технологией экономический эффект (на реальном маршруте — 10518,4 руб. за одну езду);

4) быстро окупить закупку саморазгружающегося контейнера (в рассмотренном примере за 14 ездов);

5) повысить производительность автомобильного ПС за счёт сокращения простоев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вельможин А. В., Гудков В. А., Миротин Л. Б. Технология, организация и управление грузовыми автомобильными перевозками: Учебник. — 2-е изд., доп. — Волгоград, 2000. — 304 с.

2. Горина В. В. Расширение возможностей использования транспортабельных контейнеров за счёт совершенствования их конструкции // Смотр-конкурс научных, конструкторских и технологических работ студентов Волгоградского государственного технического университета (г. Волгоград, 10–13 мая 2016 г.): Тезисы докладов. — Волгоград, 2016. — С. 120–121.

3. Горев А. Э., Олещенко Е. М. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения: Учеб. пособие. — М.: Академия, 2006. — 256 с.

4. Вельможин А. В. и др. Грузовые автомобильные перевозки: Учебник. — М.: Горячая линия — Телеком, 2006. — 560 с.

5. Гудков В. А., Ширяев С. А., Ганзин С. В. Автоматизированные системы управления автомобильными перевозками: Учеб. пособие. — Волгоград: ВолГТУ, 1993. — 119 с.

6. Гудков В. А. и др. Основы логистики: Учебник. — М.: Горячая линия — Телеком, 2004. — 351 с.

7. П. м. 168036, Российская Федерация, МПК В65D90/14, В60P1/64. Погрузочно-разгрузочное устройство транспортабельного контейнера / И. М. Рябов, В. В. Горина; ВолГТУ. — 2017.

8. Рябов И. М., Горина В. В. Технологии перевозки контейнеров с использованием грузоподъемных стоек // Мир транспорта. — 2016. — № 4. — С. 52–61.

9. Рябов И. М., Горина В. В. Сравнение качества обслуживания при доставке саморазгружающихся контейнеров // Мир транспорта. — 2017. — № 5. — С. 68–74.

10. Москвиченко И. М., Балабанов А. О., Постан М. Я. Транспортная логистика и интермодальные перевозки: Учеб. пособие. — Одесса: Астропринт, 2004. — 67 с.

11. Ширяев С. А., Гудков В. А., Миротин Л. Б. Транспортные и погрузочно-разгрузочные средства: Учебник. — М.: Горячая линия — Телеком, 2007. — 848 с. ●

Координаты авторов: **Рябов И. М.** — rjabov1603@mail.ru, **Горина В. В.** — im_ia@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 24.10.2018, принята к публикации 15.11.2018.

MULTIMODAL TRANSPORTATION IN SELF-UNLOADING CONTAINERS

Ryabov, Igor M., Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia.
Gorina, Vera V., Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia.

ABSTRACT

Delivery of goods in 40-foot containers in mixed traffic according to the existing technology can be carried out only through container terminals using specialized equipment (container trucks, gantry cranes, forklifts, etc.), since typical containers themselves cannot be unloaded from and loaded onto rolling stock. The article proposes a new technology

that is based on the design of a self-unloading container developed by the authors. It is proved that it reduces the time of delivery of goods by more than 20 % and reduces the operating time of road transport by 7,4 times. This creates a significant economic effect, which allows to quickly recoup the purchase of a self-unloading container in just 14 runs along the calculated route.

Keywords: multimodal transportation, self-unloading container, cargo delivery, rolling stock, technology.

Background. Every year, more than 200 million deliveries are made to different parts of the world, involving a total of almost 20 million containers. At the same time, the share of domestic carriers is not very large – the container transport system of Russia lags far behind the global one. This, in particular, is explained by the fact that container terminals and container trucks are necessary for carrying out technological operations, which are insufficient in the Russian Federation due to the obvious lack of investment and the high cost of maintenance.

The technology of multimodal transportation of containers consists of sequential and interrelated stages and operations that regulate all actions for their movement from the place of loading of cargo to the place of its unloading. Improving the overall efficiency of such transportation can be achieved by improving the technology at some of its stages, for example, when using road transport.

The existing technology of multimodal transportation of containers has the following features:

- a container with or without cargo which, as a rule, is dispatched as a transported unit with the appropriate details;
- containers are transported by various types of transport, are subject to reloading operations at senders and receivers of goods and are often used as transport capacity in technological processes of industrial enterprises;
- their parameters are unified, which facilitates handling and transportation;
- loading and unloading operations with containers are fully mechanized.

The technology in question, of multimodal transportation of containers contains a large number of operations and is based primarily on the advantages of container terminals. The number of such terminals in the Russian Federation is much less than cargo stations. This leads to the need to transport containers by road over long distances, which increases the time of delivery and total costs. In addition, losses are increasing due to considerable downtime of rolling stock (RS) associated with unloading cargo at the final delivery point.

To reduce the cost of transporting containers by road, the authors of the article developed a new design of a self-unloading container with hydraulic load-lifting racks [7] and proposed a new technology of multimodal transportation using such containers [8].

The proposed container is equipped with load-lifting racks with electric drive, which allow using the battery energy of rolling stock or station network to lift a container above a railway platform and then

lower it to the RS platform to deliver cargo to its destination with its help.

After a self-unloading container is delivered to the destination, the inverse operation is performed: load-lifting racks independently remove the cargo case from the RS platform and are set to a height convenient for unloading-loading processes and using mechanization tools, facilitating operations and increasing labor productivity [8].

When introducing a new technology, the RS is not completely idle while waiting for the container to be unloaded, so it can be used for other shipments, which increases the efficiency of its operation.

In order to assess the real benefits of an innovative approach, we will analyze some parameters and time expenditures in transit of rolling stock with a container using the existing and the proposed technology.

For clarity, we consider delivery of goods in a 40-foot container from the city of Volzhsky to a consumer in Novosibirsk.

Objective. The objective of the authors is to consider and analyze advantages of multimodal transportation in self-unloading containers.

Methods. The authors use general scientific and engineering methods, comparative analysis, mathematical methods.

Results.

The existing technology makes it possible to deliver containers by rail from the terminal station of JSC Russian Railways in Sarepta to the container station «TomsK-Gruzovoy» and then by road to Novosibirsk.

Travel time from the departure point to the consumer is calculated by the formula [1]:

$$t_{\text{path}} = S/v_t \quad (1)$$

where v_t – technical speed of transport, km/h; S – distance from the site of reloading to the consumer, km.

Table 1 presents the results of calculating the time spent on the stages of the route under consideration.

The time values of each operation and the equipment used for the delivery of a 40-foot container using the existing technology on Volzhsky–Novosibirsk route are presented in Table 2.

The delivery of newly designed containers under the proposed technology allows them to be transported by a universal cargo platform (for example, a tractor with a semi-trailer), as well as for loading, reloading and removing a container from rolling stock; no special loading and unloading mechanisms are required at any cargo station not equipped with cranes.





Table 1

The results of calculating the time spent on the stages of the route under the existing technology

Stages of the route	Transport	Time, h
1) Volzhsky—terminal of JSC Russian Railways in Sarepta	road	1,5
2) terminal of JSC Russian Railways in Sarepta—terminal «Tomsk-gruzovoy»	railway	72
3) terminal «Tomsk-gruzovoy»—Novosibirsk	road	4

Table 2

Time values of each operation and equipment used in the delivery of a 40-foot container using the existing technology

No.	Operation	Equipment	Time, h
1	Loading cargo in a container	forklift	0,747
2	Waiting for loading	—	0,282
3	Maneuvering of a car-container carrier	container carrier	0,066
4	Preparing a car-container carrier for loading	container carrier	0,093
5	Container loading on a car-container carrier	container carrier	0,165
6	Transportation of a container to a terminal complex	container carrier	1,5
7	Maneuvering of a car-container carrier	container carrier	0,066
8	Waiting for removal of a container from a car-container carrier	container carrier	0,282
9	Removal of a container from a car-container carrier	container carrier + gantry crane	0,165
10	Waiting for loading on the main transport	—	0,282
11	Preparing the main transport for loading	railway transport	0,093
12	Container loading on the main transport	railway transport	0,165
13	Container transportation by the main transport to the second terminal complex	railway transport	72
14	Waiting for removal of a container from the main transport	railway transport	0,282
15	Unloading of a container from the main transport	railway transport + gantry crane	0,165
16	Maneuvering of a car-container carrier	container carrier	0,066
17	Preparing a car-container carrier for loading	container carrier	0,093
18	Waiting for loading of a car-container carrier	container carrier	0,282
19	Container loading on a car-container carrier	container carrier + gantry crane	0,165
20	Transportation of a container to the consignee's site	container carrier	4
21	Maneuvering of a car-container carrier	container carrier	0,066
22	Waiting for removal of a container from car-container carrier	container carrier	0,282
23	Removal of a container	container carrier	0,165
24	Unloading goods from a container	forklift	0,747
Total			82,219

Table 5

The cost of using each type of rolling stock

Type of RS	The cost of use, rub./h
Car-container carrier	1600
Tractor lorry	1400

Table 3

Results of calculation of time spent on the stages of the route under consideration according to the new technology

Stages of the route	Transport	Time, h
1) Volzhsky—station Trubnaya, Volzhsky	road	0,08
2) station Trubnaya, Volzhsky—station Novosibirsk	railway	62
3) station Novosibirsk—finished goods warehouse	road	0,21

Table 4

Values of time of each operation and equipment used when delivering a 40-foot container using a new technology

No.	Operation	Equipment	Time, h
1	Loading cargo in a container	forklift	0,747
2	Maneuvering of a car	tractor lorry	0,033
3	Preparing a car	tractor lorry	0,093
4	Loading a container on a car	tractor lorry	0,1
5	Transporting a container to the railway station	tractor lorry	0,08
6	Maneuvering of a car	tractor lorry	0,033
7	Removal of a container from a car	tractor lorry	0,1
8	Preparing the main transport for loading	railway transport	0,093
9	Loading a container on the main transport	railway transport	0,1
10	Transporting a container by the main transport to the second railway station	railway transport	62
11	Unloading of a container from the main transport	railway transport	0,1
12	Maneuvering of a car	tractor lorry	0,033
13	Preparing a car for loading	tractor lorry	0,093
14	Container loading on a car	tractor lorry	0,1
15	Transportation of a container to the consignee's site	tractor lorry	0,21
16	Maneuvering of a car-container carrier	tractor lorry	0,033
17	Removal of a container	tractor lorry	0,1
18	Unloading goods from a container	forklift	0,747
Total			64,795

Table 6

Indicators of container delivery under the existing and proposed technology of multimodal transportation of goods

Indicators	Existing technology	Proposed technology
Number of stages of delivery	24 stages	18 stages
Delivery time	82,219 h	64,795 h
Operation hours of road transport	7,456 h	1,008 h
Cost of transportation by road transport per a run	11929,6 rub./run.	1411,2 rub./run.

Table 3 presents the results of calculating the time spent on the stages of the route using the new technology with the use of self-unloading containers.

The time values of each operation and the equipment used for the delivery of a 40-foot container using the proposed technology on Volzhsky – Novosibirsk route are presented in Table 4.

According to the existing technology, the operating time of road transport (Table 2) is:

$$T_{\text{road, exis.}} = 7,456 \text{ h.}$$

According to the proposed technology, the operating time of road transport (Table 4):

$$T_{\text{road, propos.}} = 1,008 \text{ h.}$$

Average values of the cost of using a car-container carrier and a tractor lorry are presented in Table 5.

Transport costs for the run are calculated by the formula [3]:

$$C_{\text{day}} = S_{\text{hour}} \cdot t_{\text{tr}} \quad (2)$$

where C_{day} – daily transport costs, rub.; S_{hour} – hourly cost of transportation, rub./h; t_{tr} – transport time, h.

According to the existing technology, the cost per run:

$$C_{\text{run, exis.}} = 1600 \cdot 7,456 = 11929,6 \text{ rub./run.}$$

According to the proposed technology, the cost of the run:

$$C_{\text{run, propos.}} = 1400 \cdot 1,008 = 1411,2 \text{ rub./run.}$$

The delivery rates of containers under the existing and new technology of multimodal transportation of goods with participation of road and rail transport are presented in Table 6.

The economic efficiency of the run is the difference in transportation costs for delivery under the existing and proposed technology:

$$E = C_{\text{run, exis.}} - C_{\text{run, propos.}} = 11929,6 - 1411,2 = 10518,4 \text{ thous. rub.}$$

The average price of a 40-foot container is 115 thousand rubles, and the price of a container of a new design is 143,75 thousand rubles.

The payback period for purchase of containers of new design can be calculated by the formula:

$$T_{\text{payback}} = C_{\text{cont.}} / E_{\text{run.}} \quad (3)$$

where $C_{\text{cont.}}$ – cost of a container, rub.; $E_{\text{run.}}$ – efficiency per run, rub./run.

In our example, the payback period:

$$T_{\text{payback}} = 143750 / 10518,4 = 14 \text{ runs.}$$

Conclusions. The considered variant showed that the use of a new technology of multimodal container transportation with participation of road and rail transport, based on the use of self-unloading containers, allows:

1) to reduce delivery time by more than 20 % by reducing the number of related operations (up to 25 %), since the self-unloading container performs part of the operations independently, and also eliminates the need to wait for the release of loading and unloading mechanisms;

2) to reduce the time and costs of road transport (by 7,4 times), because the new container design provides for raising and lowering the rolling stock onto the platform independently, without using

special equipment at any station, which significantly reduces the transport work of road RS;

3) to obtain an economic effect as compared with the existing technology (on a real route – 10518,4 rubles per one run);

4) to quickly recoup the purchase of a self-unloading container (in the considered example, for 14 runs);

5) to improve the performance of automotive RS by reducing downtime.

REFERENCES

1. Velmozhin, A. V., Gudkov, V. A., Mirotin, L. B. Technology, organization and management of road freight transportation: Textbook [Tehnologiya, organizatsiya i upravlenie gruzovymi avtomobilnymi perezovzkami: Uchebnik]. 2nd ed., enl. Volgograd, 2000, 304 p.

2. Gorina, V. V. Expansion of the possibilities of using transportable containers due to improvement of their design [Rasshirenie vozmozhnostei ispolzovaniya transportabelnykh konteynerov za schet sovershenstvovaniya ih konstruktivnykh resheniy]. Review-competition of scientific, design and technological works of students of Volgograd State Technical University (Volgograd, May 10–13, 2016): Abstracts. Volgograd, 2016, pp. 120–121.

3. Gorev, A. E., Oleschenko, E. M. Organization of road transportation and traffic safety: Study guide [Organizatsiya avtomobilnykh perezovok i bezopasnost dvizheniya: Ucheb. posobie]. Moscow, Academia publ., 2006, 256 p.

4. Velmozhin, A. V. [et al]. Freight road transportation: Textbook [Gruzovye avtomobilnye perezovki: Uchebnik]. Moscow, Goryachaya liniya – Telecom publ., 2006, 560 p.

5. Gudkov, V. A., Shiryayev, S. A., Ganzin, S. V. Automated control systems for road transportation: Study guide [Avtomatizirovannyye sistemy upravleniya avtomobilnymi perezovzkami: Ucheb. posobie]. Volgograd, VSTU publ., 1993, 119 p.

6. Gudkov, V. A. [et al]. Fundamentals of logistics: Textbook [Osnovy logistiki: Uchebnik]. Moscow, Goryachaya liniya – Telecom publ., 2004, 351 p.

7. Invention patent m. 168036, Russian Federation, IPC B65D90/14, B60P1/64. Loading and unloading device of a transportable container [Pogruzochno-razgruzochnoe ustroystvo transportabelnogo konteynera]. I. M. Ryabov, V. V. Gorina; VSTU. – 2017.

8. Ryabov, I. M., Gorina, V. V. Technology of container transportation using load-lifting pillars. *World of Transport and Transportation*, Vol. 14, 2016, Iss. 4, pp. 52–61.

9. Ryabov, I. M., Gorina, V. V. A comparative study of service quality in delivering self-unloading containers. *World of Transport and Transportation*, Vol. 15, 2017, Iss. 5, pp. 68–74.

10. Moskvichenko, I. M., Balabanov, A. O., Postan, M. Ya. Transport Logistics and Intermodal Transportation: Study guide [Transportnaya logistika i intermodalnye perezovki: Ucheb. posobie]. Odessa, Astroprint publ., 2004, 67 p.

11. Shiryayev, S. A., Gudkov, V. A., Mirotin, L. B. Transport and handling facilities: Textbook [Transportnye i pogruzochno-razgruzochnyye sredstva: Uchebnik]. Moscow, Goryachaya liniya – Telecom publ., 2007, 848 p. ●

Information about the authors:

Ryabov, Igor M. – D.Sc. (Eng), professor of the department of Road transportation of Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia, rjabov1603@mail.ru.

Gorina, Vera V. – Ph.D. student at the department of Road transportation of Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia, im_ia@mail.ru.

Article received 24.10.2018, accepted 15.11.2018.

