

### Библиографический список

- 1 Неорганические фосфорсодержащие полимерные присадки для пластичных смазочных материалов / В.И. Колесников, М.А. Савенкова, Ю.Ф. Мигаль, С.Ф. Ермаков, В.В. Авилов // Вестник Южного научного центра РАН. – 2011. – Т. 7. – № 1. – С.18–23.
- 2 Гуреев, А.А. Химмотология / А.А. Гуреев, И.Г. Фукс, В.Л. Лашхи. – М. : Химия, 1986. – 368 с.
- 3 Трение, износ и смазка / под ред. А.В. Чичинадзе. – М. : Машиностроение, 2003. – 576 с.
- 4 Савенкова, М.А. Система  $Zn(PO_3)_2 - AgPO_3$  / М.А. Савенкова, Г.А. Бухалова, О.В. Тюменева // Журнал неорганической химии. – 1976. – Т. 21. – № 3. – С. 858–861.
- 5 Система  $Ba(PO_3)_2 - Zn(PO_3)_2$  / И.В. Мардиросова, В.А. Матросова, М.А. Савенкова, Г.А. Бухалова // Изв. АН СССР. Неорганические материалы. – 1979. – Т. 15. – № 11. – С. 2079–2081.
- 6 Констан, А.З. Фосфаты двухвалентных металлов / А.З. Констан, А.П. Дидуне. – Рига : Зинанте, 1990. – 371 с.
- 7 Тенишева, Т.Ф. Щелочно-земельные полифосфаты, их ИК-спектры / Т.Ф. Тенишева, А.Н. Лазарев // Журнал прикладной спектроскопии. – 1977. – Т. 26. – Вып. 1. – С. 116–120.

УДК 656.212.5 : 681.3

*В.И. Бобровский, И.Я. Сковрон*

### ДВУСТОРОННЕЕ СОРТИРОВОЧНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОГРУППНЫХ СОСТАВОВ

#### *Введение*

Известно, что формирование составов грузовых поездов является одним из наиболее трудоемких элементов процесса переработки вагонов, который оказывает ощутимое влияние на показатели работы станции. Формирование многогруппных составов имеет ряд технологических особенностей, детальный анализ и совершенствование которых позволяет снизить его продолжительность и расходы энергоресурсов на маневровую работу. Существует достаточно большое число научных работ, в которых рассматриваются вопросы повышения эффективности технологии и технических средств, используемых для формирования многогруппных составов [1–4].

#### *Постановка задачи исследования*

Формирование многогруппных составов с помощью вытяжного пути требует значительных затрат времени и энергоресурсов, особенно при большом числе групп вагонов в составе. Существенно ускорить данный процесс можно с помощью горочного сортировочного устройства. Однако использование основной сортировочной горки для формирования многогруппных составов, которое позволяет значительно уменьшить его продолжительность, в то же время снижает возможный объем переработки основного вагонопотока на данной горке. Это свидетельствует о необходимости совершенствования конструкции сортировочного комплекса для выполнения работы по подборке местных вагонов.

Анализ научных работ по указанной проблеме позволяет выделить ряд предложений по совершенствованию конструкции и технологии работы сортировочного комплекса [5, 6].

В [5] предложено специализированное сортировочное устройство, включающее в себя основную сортировочную горку и последовательно расположенные сортировочно-группировочный и сборно-отправочный парк. Сортировочно-группировочный парк оборудован замедлителями и располагается на двух элементах профиля, первый из которых имеет неускоряющий уклон, а второй – ускоряющий. Функционирование данного устройства предусматривает предварительное накопление вагонов на путях сортировочно-группировочного парка после расформирования составов с основной горки и дальнейший регулируемый их пропуск на сборно-отправочные пути; при этом формирование многогруппного состава не предусматривает выполнения повторной сортировки.

Недостатком указанного устройства является его значительная стоимость и ограниченное путевым развитием сортировочно-группировочного парка максимальное число групп вагонов в формируемых составах.

Другая конструкция сортировочного комплекса, предложенная в [6], состоит из последовательно расположенных основного и дополнительного сортировочных устройств. Она функционирует следующим образом. При расформировании составов с преобладающей долей транзитных вагонов на отдельных путях основного сортировочного парка накапливаются местные вагоны с последующей их сортировкой на вспомогательном сортировочном устройстве непосредственно по назначениям. В случае преобладающей доли местных вагонов в составе его пропускают без переработки на вспомогательное сортировочное устройство, где расформировывают по назначениям, а транзитные вагоны направляют на отсевные пути вспомогательного сортировочного парка, откуда впоследствии передают для переработки на основное сортировочное устройство и для сортировки их на пути основного сортировочного парка.

Недостатком данной конструкции является необходимость значительного числа путей и усложнения выходной горловины сортировочного парка, а также избыточный пробег местных и некоторых транзитных вагонов.

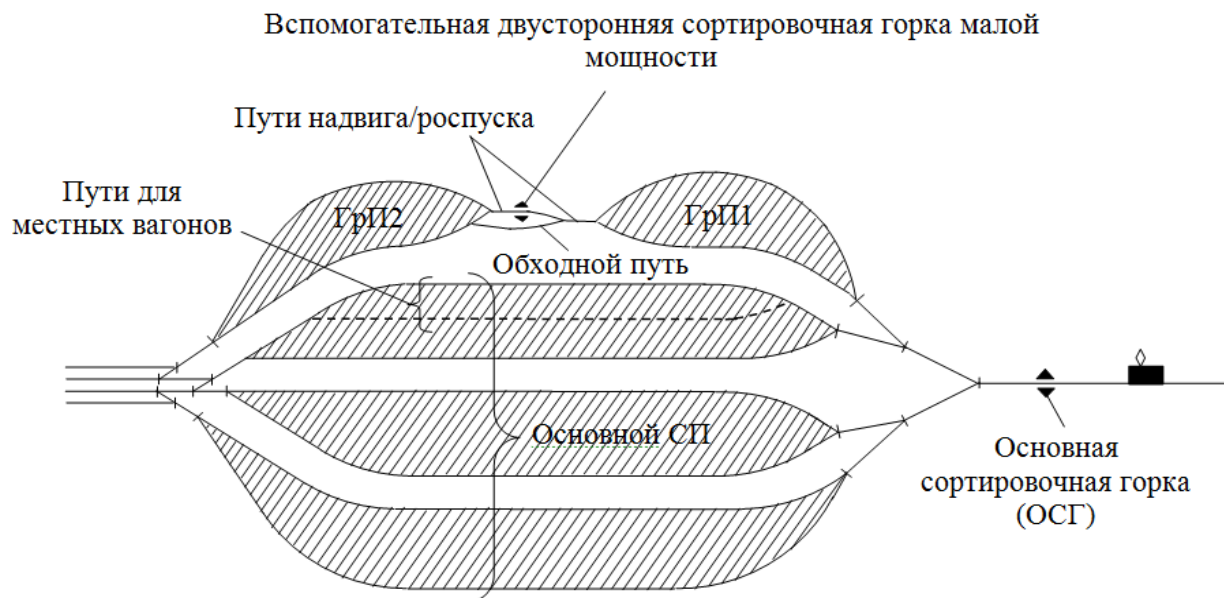
Как показал анализ, предложенные устройства позволяют ускорить формирование многогруппных составов, а также изолировать эту работу от переработки основного вагонопотока, однако требуют значительных затрат на их реализацию, вызывают перепробеги вагонов или имеют ограничение по числу групп формируемого состава, что не позволяет сделать вывод об их универсальности и эффективности.

Кроме того, формирование многогруппного состава на устройстве, предложенном в [6], предполагает многократное повторение операций сборки и сортировки вагонов, что значительно увеличивает общее время его формирования.

С учетом недостатков [5, 6] было предложено сортировочное устройство и разработана рациональная технология формирования многогруппных составов, которые в совокупности позволяют снизить общие затраты времени и ресурсов для формирования многогруппных составов.

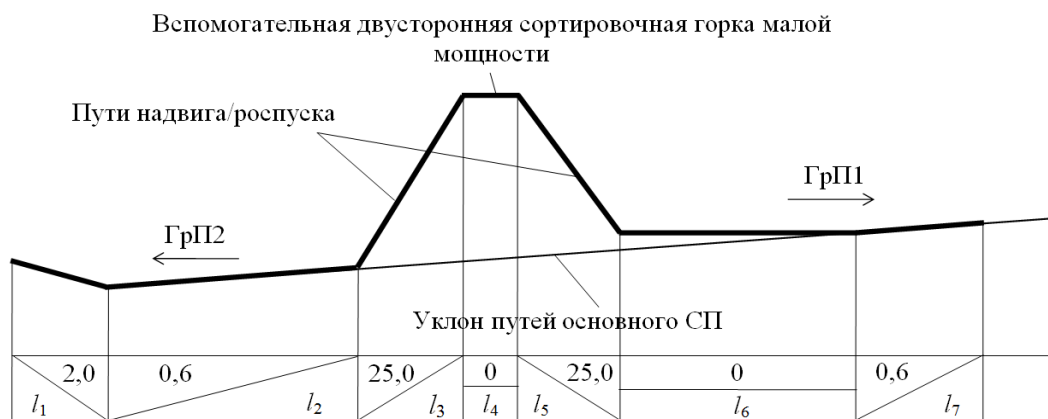
### Основная часть

Для эффективного формирования многогруппных составов на станциях со значительным объемом местной работы авторами предложено двустороннее сортировочное устройство малой мощности [7] (рис. 1).



**Рис. 1. Схема сортировочного комплекса с двусторонним сортировочным устройством**

Продольный профиль предлагаемого двустороннего сортировочного устройства представлен на рис. 2; значения уклонов элементов профиля данного устройства определяются в соответствии с существующими правилами проектирования горок малой мощности [8].



**Рис. 2. Продольный профиль двустороннего сортировочного устройства**

Данное устройство состоит из вспомогательной двусторонней горки малой мощности, расположенной между двумя группировочными парками (ГрП1 и ГрП2), что дает возможность выполнять двустороннюю сортировку вагонов. Для этого указанная горка оборудована двумя спускными частями, профиль каждой из которых позволяет выполнять как надвиг вагонов из парка ГрП1 на горку с последующим роспуском на пути парка ГрП2, так и обратный надвиг из парка ГрП2 с роспуском на пути парка ГрП1.

Формирование многогруппных составов с использованием предложенного устройства осуществляется следующим образом [9]. Вагоны многогруппных составов, требующих формирования, вы-тягиваются локомотивом со специализированных путей основного сортировочного парка, где они предварительно накапливались во время роспуска составов основного вагонопотока, и сортируются на пути парка ГрП1. В большинстве случаев количество групп вагонов в многогруппном составе существенно превышает число путей в ГрП1, что не позволяет сформировать такой состав после однократной сортировки. Следовательно, для формирования состава необходимо вагоны с путей парка ГрП1 поочередно подавать в определенном порядке на горку для сортировки на пути парка ГрП2. Многократное выполнение сортировки вагонов в соответствии со специальным планом с помощью двусторонней горки позволяет уменьшить затраты времени и энергоресурсов на формирование многогруппных составов.

Как показывает анализ, формирование многогруппного состава на данном сортировочном устройстве позволяет сократить его продолжительность и снизить затраты энергоресурсов за счет исключения операции вытягивания вагонов с путей сортировочного парка на горку для повторной сортировки. Также использование данного устройства позволяет освободить основную горку от работы с местными вагонами с целью увеличения объема переработки основного вагонопотока, что, в свою очередь, обеспечит повышение перерабатывающей способности сортировочной станции.

С целью обеспечения максимальной эффективности функционирования предложенного сортировочного устройства необходимо применять специальную технологию, основанную на адаптированных методах формирования многогруппных составов. В настоящее время для ее реализации был использован адаптированный распределительный метод (РМА); при этом, как показал анализ, большинство существующих методов [10] также могут быть адаптированы для выполнения формирования многогруппных составов на двустороннем сортировочном устройстве.

При формализации процесса формирования многогруппных составов на вспомогательной двусторонней горке принято, что группировочный парк ГрП1 состоит из  $m_{1\text{общ}}$  путей, а парк ГрП2 – из  $m_{2\text{общ}}$  путей. В этом случае в указанных парках предусмотрено по одному ходовому пути, так что для формирования используются соответственно  $m_1 = m_{1\text{общ}} - 1$  путей в ГрП1 и  $m_2 = m_{2\text{общ}} - 1$  путей в ГрП2.

Формализация технологии многоэтапной сортировки адаптированными методами осуществляется посредством представления логических номеров групп вагонов  $\Psi(\gamma_i)$  с основанием  $m$  на каждом из  $N$  этапов формирования:

$$\Psi(\gamma_i) = f(M, j, m(j), \gamma_i),$$

где  $i$  – номер логической группы вагонов;  
 $M$  – адаптированный метод формирования многогруппных составов;  
 $j$  – номер этапа формирования многогруппных составов,  $j = 0..N-1$ ;  
 $m(j)$  – число путей, используемых для формирования на  $j$ -м этапе;  
 $\gamma_i$  –  $i$ -я логическая группа вагонов многогруппного состава.

При этом для получения  $j$ -й цифры кода  $\Psi(\gamma_i)$ , находящейся в четном разряде ( $j=0,2,4,\dots$ ) в качестве основания используется значение  $m_1$ , а для цифр в нечетных разрядах ( $j=1,3,5,\dots$ ) –  $m_2$ . Таким образом, код  $\Psi(\gamma_i)$  будет иметь вид

$$\Psi(\gamma_i) = c_{N-1}c_{N-2}\dots c_1c_0,$$

где  $c_j$  – цифра в  $j$ -м разряде кода  $i$ -й логической группы  $\gamma_i$ .

С помощью указанных кодов  $\Psi(\gamma_i)$  на каждом этапе формирования определяется номер пути  $\mu_{ij} = f(\gamma_i, c_j)$  назначения вагонов каждой группы  $\gamma_i$ ; для этого на  $j$ -м этапе анализируется цифра  $c_j$  кода  $\Psi(\gamma_i)$ .

Кроме того, при осуществлении формирования состава разными методами порядок надвига вагонов на горку для сортировки может различаться. Так, для метода РМА на нечетных этапах надвиг вагонов осуществляется поочередно с путей с возрастающим ЛНП:  $\mu = 0,1,\dots,m_1-1$ , в то время как на четных этапах (при  $j \neq 0$ ) подача вагонов на горку происходит в обратном порядке:  $\mu = m_2-1,\dots,1,0$ .

В качестве примера рассмотрим формирование многогруппного состава из 20 вагонов на предложенном двустороннем устройстве с помощью адаптированного распределительного метода. Действительные номера назначений вагонов состава и их коды при использовании указанного метода приведены на рис. 3.

19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
201	200	122	121	120	112	111	110	102	101	100	022	021	020	012	011	010	002	001	000

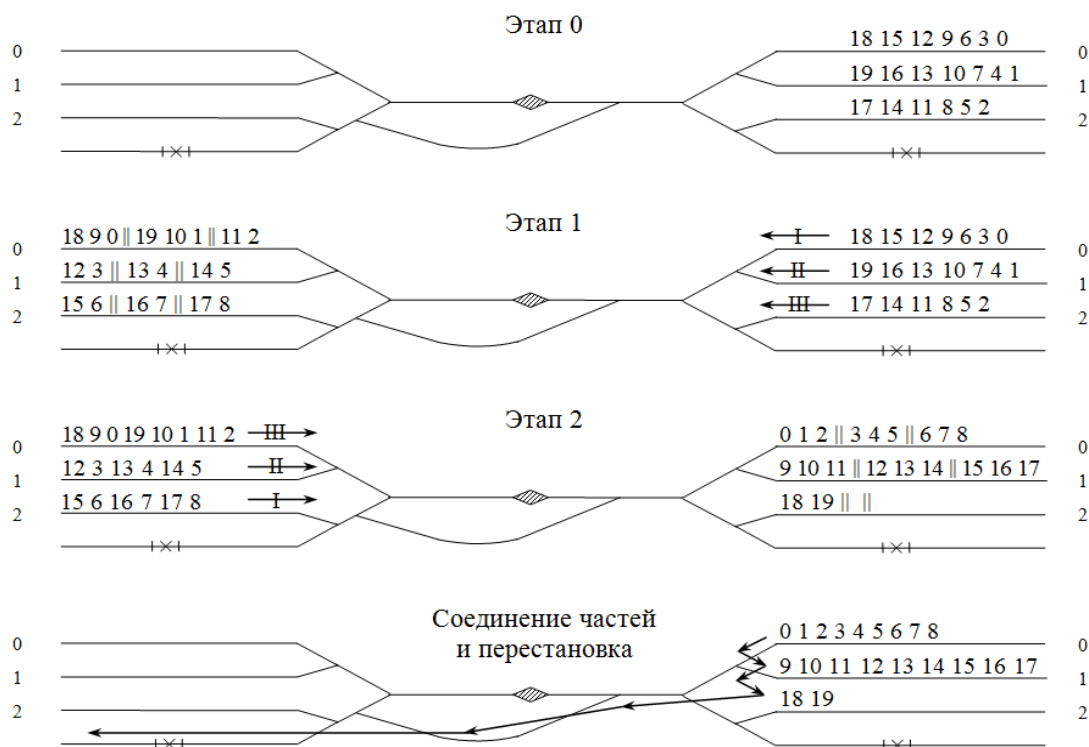
**Рис. 3. Действительные номера назначений вагонов многогруппного состава и их коды для адаптированного распределительного метода**

Для иллюстрации был взят исходный состав, логические номера групп которого расположены в убывающем порядке (см. рис. 3); в то же время цель процесса формирования заключается в получении конечного состава с возрастающим порядком номеров групп вагонов.

Пример формирования данного состава с помощью адаптированного распределительного метода с использованием двустороннего ВСУ приведен на рис. 4. Перед началом формирования на данном устройстве (этап 0) вагоны в ГрП1 поступают в результате их сортировки на основной сортировочной горке.

На рис. 4 римскими цифрами указана очередность сортировки вагонов, находящихся на путях соответствующего группировочного парка. При этом сортируемые вагоны направляются на пути противоположного группировочного парка; для наглядности вагоны каждой сортировки отделены символом «||».

Как показал анализ [10, 11], для каждого метода формирования многогруппных составов существует множество возможных схем формирования, среди которых целесообразно вести поиск наиболее рациональной. Адаптированные методы формирования также позволяют выполнять оптимизацию схемы формирования, что должно значительно повысить качественные показатели применения предложенного двустороннего сортировочного устройства для формирования местного вагонопотока.



**Рис. 4. Формирование многогруппного состава адаптированным распределительным методом на двустороннем сортировочном устройстве**

С целью получения рационального плана маневровой работы по формированию конкретного многогруппного состава может быть использован разработанный программный комплекс. Для обеспечения необходимой интенсивности технологического процесса станции данный комплекс целесообразно интегрировать в АРМ ДСЦ в качестве одного из модулей системы поддержки принятия решений; при этом для решения данной задачи указанный АРМ должен в оперативном режиме получать необходимые сведения о поступающем местном вагонопотоке непосредственно из НАСК ВП УЗ.

#### **Выводы**

Анализ результатов исследований показал, что системный подход к процессу формирования, объединяющий двустороннее сортировочное устройство и специальную технологию, позволяет для большинства составов сократить время формирования на 8–10 %. Таким образом, предложенный комплекс технических средств, технологии и программного обеспечения позволит обеспечить высокую эффективность процесса формирования многогруппных составов на сортировочных станциях. Реализация указанного комплекса дает возможность существенно снизить затраты времени и энерго-ресурсов на выполнение маневровой работы, связанной с формированием многогруппных составов.

#### **Библиографический список**

- 1 **Абуладзе, Л.В.** Совершенствование конструкции подгорочного парка для формирования групповых поездов / Л.В. Абуладзе, Г.Ш. Телия. – М. : ЦНИИТЭИ МПС. Серия «Организация движения и пассажирские перевозки», 1986. – Вып. 2. – С. 13–16.
- 2 **Тишкин, Е.М.** Метод комбинаторной сортировки вагонов – основа интенсивной технологии местной работы / Е.М. Тишкин // Вестник ВНИИЖТ. – 1987. – № 2. – С. 16–19.
- 3 **Бакумов, Э.В.** Проектирование вспомогательных сортировочных устройств / Э.В. Бакумов // Методические указания по проектированию железнодорожных узлов и станций. – Киев, 1988. – № 113. – С. 4–13.
- 4 **Бобровский, В.И.** Оптимизация формирования многогруппных составов / В.И. Бобровский // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 2000. – № 6. – С. 10–14.

- 5 Пат. СССР № 730616. Устройство для формирования поездов / Н.А. Трегубов. – Оpubл. 30.04.1980, бюл. № 16.
- 6 Пат. СССР № 556070. Способ сортировки вагонов на последовательно расположенных основном и дополнительном сортировочных устройствах / Л.Б. Тишков, И.И. Страковский, Е.А. Сотников, В.Б. Корш, А.С. Перминов. – Оpubл. 30.04.1977, бюл. № 16.
- 7 Пат. України на корисну модель № 56315. Пристрій для формування багатогрупних составів / В.І. Бобровський, І.Я. Сковрон, А.С. Дорош. – Оpubл. 10.01.2011, бюл. № 1/2011.
- 8 Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах СССР // ВСН 207–89 / МПС. – М. : Транспорт, 1992. – 104 с.
- 9 Пат. України на корисну модель № 55826. Спосіб формування багатогрупних составів на основному та допоміжному сортувальних пристроях / В.І. Бобровський, І.Я. Сковрон. – Оpubл. 27.12.2010, бюл. № 24/2010.
- 10 Бобровский, В.И. Совершенствование технологии формирования многогруппных составов / В.И. Бобровский, И.Я. Сковрон // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Вип. 19. – Д. : Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2007. – С. 88–93.
- 11 Сковрон, И.Я. Оптимизация выбора схемы формирования многогруппных составов / И.Я. Сковрон // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Вып. 1/3. – Харьков : Технологический центр, 2012. – С. 20–26.

УДК 656.212

*Н.И. Березовый, Р.В. Вернигора, В.В. Малашкин*

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ**

### ***Введение***

Анализ оборота грузового вагона на железных дорогах Украины показывает, что значительная его часть – до 38 % (на Донецкой железной дороге – свыше 50 %) – приходится на подъездные пути предприятий. Простой вагонов на подъездных путях некоторых металлургических комбинатов достигает 100 ч и более. Одной из причин, вызывающих такое положение вещей, является неравномерность в погрузке и выгрузке грузов, а также неравномерность перевозочного процесса на магистральном железнодорожном транспорте [1].

Следует отметить, что в последние годы неравномерность в работе Укрзализныци, которая фактически является монополистом в сегменте железнодорожных перевозок, демонстрирует тенденцию к росту. Наличие существенной неритмичности продвижения вагонов по маршруту следования приводит к тому, что суточные колебания объемов их прибытия на подъездные пути могут достигать 200–300 %, а по отдельным грузам отклонение максимальных объемов прибытия от среднесуточных значений может достигать 400–500 % и более [2]. Задержки вагонов в пути следования возникают по причине отсутствия поездных локомотивов или локомотивных бригад, смены локомотивов и локомотивных бригад, простоя вагонов под накоплением на сортировочных станциях и т.п. Кроме того, железные дороги Украины, являясь государственным монополистом, в своей работе продолжают ориентироваться на выполнение собственных эксплуатационных показателей. При этом в условиях, когда стоимость услуг железных дорог несущественно зависит от их качества, для увеличения прибыли государственная монополия заинтересована в первую очередь в снижении собственных расходов, что зачастую не совпадает с интересами многих грузовладельцев.

Одним из направлений повышения эффективности взаимодействия промышленных предприятий в единой логистической цепи поставок является использование кольцевых маршрутов при условии стабильного грузопотока достаточного объема.

Сотрудниками Горочно-испытательной лаборатории ДНУЖТа в 2010–2012 гг. был выполнен комплекс научно-исследовательских работ по созданию эффективной технологии взаимодействия металлургических предприятий цикла производства труб – заводом «ИНТЕРПАЙП СТАЛЬ» (г. Днепропетровск) и трубопрокатным заводом «ИНТЕРПАЙП НИКО ТЬЮБ» (г. Никополь) – при перевозке трубной заготовки магистральным железнодорожным транспортом.