

Д. Н. КОЗАЧЕНКО, Н. И. БЕРЕЗОВЫЙ, Р. В. ВЕРНИГОРА, А. М. ШЕПЕТА
(Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна)

К ВОПРОСУ О НОРМИРОВАНИИ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ГРУЗОВЫХ ОПЕРАЦИЙ НА ГРУЗОВЫХ ФРОНТАХ ПОДЪЕЗДНЫХ ПУТЕЙ

Виконано критичний аналіз існуючих методик нормування тривалості вантажних операцій з вагонами на вантажних фронтах під'їзних колій та проаналізовано фактори, що впливають на цю тривалість. Наведено результати хронометражних спостережень тривалості вантажних операцій для одного з великих портів України.

Ключові слова: вантажний фронт, вантажна операція, вагон, під'їзна колія.

Выполнен критический анализ существующих методик нормирования продолжительности грузовых операций с вагонами на грузовых фронтах подъездных путей и проанализированы факторы, влияющие на эту продолжительность. Приведены результаты хронометражных наблюдений продолжительности грузовых операций для одного из крупных портов Украины.

Ключевые слова: грузовой фронт, грузовая операция, вагон, подъездной путь.

The walkthrough of existent methodologies of setting of norms of duration of freight operations is executed with cars on freight fronts of access roads and factors influencing on this duration are analyzed. Results over of time-study supervisions of duration of freight operations are brought for one of large ports of Ukraine.

Key words: freight front, freight operation, car, access road.

Введение

Одним из направлений повышения эффективности функционирования магистрального железнодорожного транспорта является усовершенствование взаимодействия железных дорог и подъездных путей промышленных предприятий, на которых зарождается и погашается основная часть грузопотока, перевозимого магистральным железнодорожным транспортом. Анализ эксплуатационной работы промышленных предприятий, расположенных на подъездных путях, показывает, что на преобладающем числе таких предприятий по ряду причин не выполняется норма времени нахождения вагонов на подъездных путях. Одной из наиболее существенных составляющих этой нормы является продолжительность грузовых операций, которые в настоящее время нормируются в соответствии с [1].

Превышение нормы времени на выполнение грузовых операций частично может быть вызвано неудовлетворительным техническим состоянием погрузочно-выгрузочных устройств, отсутствием необходимой емкости грузовых складов и т.п. Но практически повсеместное

нарушение этой нормы на подъездных путях говорит о том, что изучение данной проблемы является актуальной и злободневной задачей. Более того, можно предположить, что именно нормативы времени на выполнение грузовых операций являются заниженными и определение обоснованных нормативов времени позволит более адекватно устанавливать норму продолжительности нахождения вагонов на подъездных путях. Реальное нормирование продолжительности грузовых операций позволит на основе анализа неравномерности поступления вагонов на подъездной путь [2] определять требуемую мощность погрузочно-выгрузочных механизмов и емкость складов, мощность путевого развития и количество маневровых средств подъездного пути. С другой стороны появится возможность более точно определять требуемый рабочий парк вагонов для выполнения перевозок:

$$n_{\text{раб}} = \frac{Q_{\text{год}} \theta}{24 \cdot 365 q_{\text{ст}}},$$

где $Q_{\text{год}}$ – перспективный годовой объем перевозки, млн. т;

$q_{ст}$ – фактическая статическая норма загрузки вагона, т;

θ – оборот вагона, час.

Точное определение оборота вагона в данном случае возможно путем детального анализа одной из его составляющих – времени нахождения вагонов на подъездном пути, и, в первую очередь, продолжительности выполнения грузовых операций. Следствием этого является наиболее приближенная к реальному значению величина рабочего парка вагонов. Следует также отметить, что такая задача приобретает особую актуальность в условиях реформирования железнодорожного транспорта Украины и изменения структуры собственности вагонного парка магистрального транспорта.

Объективное нормирование продолжительности грузовых операций позволит определять реальную перерабатывающую способность грузовых фронтов и за счет этого сократить размер платы для подъездных путей за пользование вагонами и за их сверхнормативный простой.

Анализ методов определения продолжительности грузовой операции

Методикой разработки единых технологических процессов работы подъездных путей и станций примыкания (далее по тексту «Методика»), изложенной в разделе 12 [1] предусмотрены три возможных способа определения грузовой операции с вагоном.

Первый способ основан на использовании данных «Единых норм выработки и времени на вагонные, автотранспортные и складские погрузочно-разгрузочные работы». Средняя норма времени на переработку конкретного груза (ч/т), приведенная в этом документе умноженная на количество груза в тоннах в вагоне даст продолжительность грузовой операции с вагоном.

Второй способ основан на использовании эксплуатационной производительности погрузочно-выгрузочных машин и механизмов, используемых для грузовой операции с вагоном. Эксплуатационная производительность указанных машин и механизмов определяется как 70-80 % их паспортной или технической производительности. При использовании ручного труда в процессе выполнения грузовой операции с вагоном эксплуатационная производительность (т/ч) определяется путем

тальность (т/ч) определяется путем хронометражных наблюдений.

Третий способ предусматривает определение продолжительности выполнения грузовой операции с учетом рода груза, типа вагона и технологии грузовой операции. Указанная продолжительность выбирается для конкретных условий из перечня, приведенного в Приложении 1 к «Методике».

Каждый из приведенных методов имеет свои достоинства и недостатки. При этом, как показывает анализ, указанные методики зачастую приводят к получению весьма отличающихся значений продолжительности грузовой операции для одних и тех же условий.

Ниже приведен пример расчета продолжительности грузовой операции при погрузке в полувагон сортового металла в связках, с использованием козловых электрических кранов с двумя консолями грузоподъемностью в пределах 7,5-10 т.

При использовании первого метода продолжительность грузовой операции зависит от конкретного количества груза в вагоне. Используется норма № 91, согласно которой время на переработку груза составляет 0,0345 т/ч.

Продолжительность грузовой операции в зависимости от количества груза в вагоне приведена в табл. 1.

Таблица 1

Продолжительность погрузки сортового металла в связках

№ п/п	Количество груза в вагоне, т	Продолжительность грузовой операции, час
1	40	1,38
2	50	1,73
3	60	2,07
4	70	2,42

При использовании второго метода, очевидно, что эксплуатационная производительность указанных кранов грузоподъемностью 7,5 т и 10 т является различной. Следовательно, для одного и того же веса груза в вагоне продолжительность грузовой операции для указанных кранов также будет различной.

При использовании третьего метода используется таблица 4 (порядковый № 6) приложения 1 к «Методике» [1]. В соответствии с этим, продолжительность грузовой операции при количестве груза в вагоне 25 т и больше составля-

ет 1,17 часа. Как видно из приведенных расчетов, продолжительность грузовой операции, определенная различными способами, существенно отличается.

Использование того или иного метода определения продолжительности грузовой операции для конкретных условий согласовывается между железной дорогой и предприятиями-собственниками подъездного пути.

Как правило, используются продолжительности грузовых операций, приведенные в приложении 1 к «Методике», и являющиеся минимальными из возможных значений, полученных различными методами. В большинстве случаев, эти нормы невыполнимы в реальных условиях работы подъездных путей.

Таким образом, основным недостатком норм времени на выполнение грузовых операций, приведенных в указанном документе, является не учет местных условий работы каждого подъездного пути.

Например, продолжительность выгрузки руды всякой на вагонопрокидывателе составляет 0,07 часа (4,2 мин) [1]. В это время включена продолжительность закрепления вагона в роторе вагонопрокидывателя, а также продолжительность подготовительных и заключительных операций (подача вагонов в ротор, расцепление и оттягивание следующих вагонов, соединение с вагонами после выгрузки, проталкивание выгруженных вагонов за ротор и т.п.)

Вместе с тем, руды разных наименований имеют разные физические и химические свойства. А, как известно, продолжительность грузовой операции на вагонопрокидывателе в значительной степени зависит от сыпучести груза. Сыпучесть груза зависит от его влажности, способности уплотняться в процессе перевозки, гранулометрического состава руды и целого ряда других факторов. Восстановление сыпучести с помощью вибраторов не всегда обеспечивает полную выгрузку вагона за один цикл поворота ротора вагонопрокидывателя. Использование нескольких поворотов ротора для выгрузки одного вагона существенно увеличивает продолжительность грузовой операции, которая может значительно превышать значение, указанное в [1].

Кроме того, вагонопрокидыватели разных типов и выпущенных в разное время имеют

разные характеристики и, как следствие, разную производительность и продолжительность грузовой операции для одних и тех же условий.

Использование для выгрузки полувагонов современных высокотехнологичных вагонопрокидывателей не всегда позволяет приблизиться к продолжительности грузовой операции, приведенной в [1]. Это еще раз подтверждает тот факт, что нормы времени на выполнение грузовых операций, указанные в данном документе, зачастую далеки от реальных значений и не учитывают имеющиеся перерабатывающие способности погрузо-разгрузочных фронтов. Соответственно, эти нормы могут быть использованы в основном лишь в качестве приближенных значений при выполнении предварительных расчетов по оценке перерабатывающей способности грузовых фронтов. Более точные нормы времени на выполнение грузовых операций, близкие к фактическим, необходимо определять на основе статистической обработки данных, полученных в результате хронометражных наблюдений.

Анализ результатов хронометражных наблюдений продолжительности грузовых операций на подъездных путях

На одном из крупных морских портов Украины были проведены хронометражные наблюдения продолжительности грузовых операций с вагонами на различных грузовых фронтах. Аналогичные работы были выполнены также и для одной из углеобогатительных фабрик Донбасса. Работы выполнялись в рамках разработки ЕТП взаимодействия порта и станции примыкания и усовершенствования технологии работы обогатительной фабрики. Основными грузами, выгружаемыми в порту, являются железорудный концентрат, уголь, руда, минеральные удобрения и зерновые грузы, на обогатительной фабрике – уголь. Наблюдения в порту проводились в марте, что позволило учесть влияние на продолжительность выгрузки такого неблагоприятного фактора, как смерзание и слеживание груза в вагонах. Особенно это было характерно для железорудного концентрата, угля и минеральных удобрений.

Минеральные удобрения и зерновые грузы выгружаются через нижние люки в бункера порта, откуда груз по системе ленточных кон-

вейеров поступает на склад или по прямому варианту на судно. Рудные грузы и уголь выгружаются на вагоноопрокидывателях в приемные бункера, откуда груз также откачивается системой ленточных конвейеров. Производительность конвейерных установок опрокидывателей составляет 1600 т/ч, т.е. данный элемент не является ограничивающим.

Вагоны на опрокидыватель поступают с гаража для размораживания груза, расположенного последовательно с грузовым фронтом и вмещающего одновременно 10 вагонов. Перемещаются вагоны в процессе выгрузки стационарным маневровым устройством опрокидывателя. Норма на размораживание первой подачи вагонов составляет 0,5 часа. Вагоны следующих подач размораживаются параллельно выгрузке, поэтому процесс выгрузки вагонов, при условии их своевременной подачи на путь грузового фронта перед гаражом для размораживания, может быть непрерывным.

Средневзвешенное время на разгрузку одного вагона с конкретным грузом на опрокидывателе определялось по формуле:

$$t_{гр} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i M[t_{гpi}]}{\sum n_i},$$

где k – количество различных технологических циклов, отличающихся числом переворотов опрокидывателя;

$M[t_{гpi}]$ – математическое ожидание продолжительности выгрузки одного вагона;

n_i – число наблюдений.

В процессе наблюдений и обработки результатов было определено, что при соблюдении технологии размораживания груза в вагоне только 34 % вагонов с окатышами выгружены с помощью одного переворота, 60 % вагонов выгружены двумя переворотами, а 6 % – тремя. Среднее время выгрузки одного вагона с окатышами при одном перевороте составило 4,73 мин, а средневзвешенное время выгрузки одного вагона с данным грузом составило 8,21 мин.

Для железорудного концентрата, выгружаемого по технологии в данный период года только за два переворота, продолжительность грузовой операции составила 10,19 мин.

Наиболее близкая продолжительность гру-

зовой операции к нормативному значению [1] была зафиксирована при выгрузке антрацита, составившая 4,12 мин. при норме 3,6 мин.

Наблюдения за процессом выгрузки зерновых грузов в подвагонный бункер емкостью 900 м³ (630 т) с конвейером, производительностью 400 т/ч показали следующее.

Продолжительность грузовой операции с вагоном, груженным кукурузой, составляет 1,85 мин, а продолжительность подачи и уборки группы вагонов с учетом подготовительных и заключительных операций составляет 20 мин.

Количество подач вагонов, выгружаемых за сутки на грузовом фронте, определяется как:

$$k_{под} = \frac{1440 - t_{пер}}{\frac{m_{под} t_{гр}}{m_{од}} + t_{п-у} + t_{п-з}},$$

где $t_{пер}$ – продолжительность технологических перерывов в работе грузового фронта на протяжении суток, мин;

$m_{под}$ и $m_{од}$ – соответственно, количество вагонов в подаче, и количество вагонов, с которыми грузовая операция выполняется одновременно;

$t_{п-у}$, $t_{п-з}$ – соответственно, продолжительность операций подачи-уборки вагонов на грузовом фронте, а также подготовительных и заключительных операций.

При максимально установленном количестве вагонов в подаче, равном 15 за сутки, может быть выгружено:

$$k_{под} = \frac{1440 - 120}{\frac{15 \cdot 1,85}{1} + 20} = 27,6 \text{ подач,}$$

или $27,6 \cdot 15 = 414$ вагонов.

Однако суточная производительность конвейера составляет $22 \cdot 400 = 8800$ т, что при фактической статической норме загрузки вагонов кукурузой $q_{ст} = 65,08$ т составляет $8800/65,08 = 135$ вагонов.

Кроме этого следует учитывать также, что продолжительность выгрузки одной подачи вагонов не может быть определена по формуле:

$$t_{гр}^{под} = \frac{m_{под} t_{гр}}{m_{од}},$$

так как количество груза в подаче превышает емкость бункера.

Интенсивность заполнения бункера, равная разнице интенсивностей выгрузки и откачивания груза из бункера, составляет порядка 1700 т/ч. Это означает, что при максимальном заполнении бункера равном 95 % он будет заполнен через $630 \cdot 0,95 / 1700 = 0,35$ часа или 21 мин. Это соответствует выгрузке $21 / 1,85 = 11,4$ вагона.

Груз из оставшихся 3,6 вагонов подачи будет выгружаться с интенсивностью 400 т/ч. Для этого необходимо время $3,6 \cdot 65,08 / 400 = 0,59$ часа или 35 мин.

Таким образом, реализовать продолжительность грузовой операции на уровне 1,85 мин. на вагон можно при количестве вагонов в подаче 11 вагонов и свободном бункере. В противном случае продолжительность выгрузки подачи из 15 вагонов составит $21 + 35 = 56$ мин. Следовательно, продолжительность грузовой операции с одним вагоном составляет $56 / 15 = 3,73$ мин.

Необходимо также учитывать, что при постановке следующей подачи под выгрузку через 20 мин бункер будет заполнен на 497 т, что приведет к соответствующему увеличению продолжительности выгрузки следующей подачи, которая составит 126 мин. Продолжительность грузовой операции с одним вагоном в этом случае составит $126 / 15 = 8,4$ мин.

Наблюдения за процессом выгрузки необогащенного угля проводились на обогатительной фабрике в октябре месяце и показали следующее.

Уголь выгружается под действием силы тяжести после отбивания люков полувагонов вручную в приемные бункера емкостью 420 т. Зачищаются вагоны от остатков груза с помощью вибраторов. Из бункеров привозной уголь системой конвейеров перекачивается в 4 аккумуляющих бункера емкостью по 60 т каждый. Дальше по системе конвейеров уголь поступает в главный корпус обогатительной фабрики на обогащение.

Вагоны с необогащенным углем подаются со станции примыкания на грузовые фронты фабрики локомотивом железной дороги. Количество вагонов в подаче составляет 12, одновременно выгружается три вагона. Норма вре-

мени на их выгрузку согласно «Методике» составляет 0,43 часа.

Время на подтягивание каждых трех вагонов электрической лебедкой составляет 0,02 часа, т.е. время на выгрузку трех вагонов с учетом подтягивания составляет 0,45 часа. Время выгрузки подачи из 12 вагонов составляет $t_{гр}^{под} = 0,45 \cdot 4 = 1,8$ часа.

Нормативное время на уборку выгруженных вагонов локомотивом железной дороги с подачей следующей группы вагонов под выгрузку составляет 0,4 часа.

Производительность выгрузки, в этом случае в соответствии с выражением

$$P_B = \frac{m_{под} q_{ст}}{t_{гр}^{под} + t_{п-у}},$$

при $q_{ст} = 69$ т составляет $12 \cdot 69 / (1,8 + 0,4) = 376$ т/ч.

Обогатительная фабрика работает круглосуточно и круглогодично. Для обеспечения работоспособности фабрики предусмотрены планово-предупредительные ремонты (ППР), выполняемые по графику. С учетом остановки фабрики для выполнения ППР производительность переработки необогащенных углей фабрикой составляет $P_{ф} = 265$ т/ч, т.е. производительность переработки углей фабрикой существенно (на 30 %) меньше производительности их выгрузки. В этом случае неизбежен простой вагонов под выгрузкой в ожидании освобождения приемных бункеров. Количество подач, которое может быть выгружено с соблюдением установленной нормы времени на выгрузку, можно определить по формуле:

$$k_{под} = \frac{\sum Q_{б} - Q_{ост}}{m_{под} q_{ст} - (t_{гр}^{под} + t_{п-у}) P_{ф}},$$

где $\sum Q_{б}$ – суммарная емкость приемных и аккумуляющих бункеров, т;

$Q_{ост}$ – остаток угля в приемных и аккумуляющих бункерах на момент установки первой из $k_{под}$ подач на грузовой фронт, т.

При остатке $Q_{ост} = 0$

$$k_{под} = \frac{660 - 0}{12 \cdot 69 - (1,8 + 0,4) \cdot 265} = 2,7 \text{ подачи.}$$

Это означает, что уже третья подача из 12

вагонов будет ожидать освобождения приемных бункеров для завершения ее выгрузки.

Для исключения этих ожиданий необходимо привести в соответствие производительность фабрики и производительность выгрузки угля из вагонов.

В этом случае норма времени на выполнение грузовой операции с подачей определяется по формуле:

$$t_{\text{гр}}^{\text{под}} = \frac{m_{\text{под}} q_{\text{ст}} - \Pi_{\text{ф}} t_{\text{п-у}}}{\Pi_{\text{ф}}},$$

и составляет $t_{\text{гр}}^{\text{под}} = (828 - 265 \cdot 0,4) / 265 = 2,72$ часа.

Рассчитанная норма времени обеспечивает эффективную работу фабрики и более благоприятные условия для выгрузки вагонов.

Выводы

Выполненные исследования и детальный анализ работы грузовых фронтов различных подъездных путей показал, что при определении продолжительности грузовой операции необходимо проводить натурные наблюдения процесса погрузки или выгрузки вагонов с дальнейшей обработкой результатов с помощью современных статистических методов. Кроме этого, устанавливать данную норму времени необходимо отдельно для теплого времени года

и для холодного времени года, когда возникает необходимость восстанавливать сыпучесть груза и продолжительность грузовой операции с вагоном объективно выше.

Следует также учитывать следующие ограничивающие факторы, влияющие на продолжительность грузовой операции:

- емкость приемных и аккумулирующих бункеров;
- производительность конвейерных установок, обеспечивающих откачивание груза из приемных бункеров;
- производительность основного производства, использующего прибывший груз.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Правила перевезень вантажів залізничним транспортом України [Текст]: Ч. 1. – К.: Видавничий дім «САМ». 2004. – 432 с.
2. Вернигора, Р. В. Анализ неравномерности грузовых перевозок на магистральном и промышленном железнодорожном транспорте [Текст] / Р. В. Вернигора, Н. И. Березовый // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 2/3(56) – С. 62-67.

Поступила в редколлегию 11.11.2012.
Принята к печати 15.11.2012.