



ЦИТ: ua317-020 DOI: 10.21893/2415-7538.2017-07-1-020

УДК 629.424.1:669.013.5

**К ВОПРОСУ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ
ТРАНСПОРТНО-ГРУЗОВОГО КОМПЛЕКСА ПРОКАТНОГО ЦЕХА
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА
TO THE QUESTION OF EFFICIENCY OF MAINTENANCE OF THE
TRANSPORT AND CARGO COMPLEX OF THE ROLLING STATION OF
THE METALLURGICAL COMBINE**

ст. преп. Красулин А.А. / senior lecturer **Krasulin A.S.**

ORCID: 0000-0001-8919-3264

ст. преп. Линник Г.А. / senior lecturer **Linnik G.A.**

ORCID: 0000-0002-2972-2387

Приазовский государственный технический университет, Мариуполь,
ул. Университетская 7, 87555

Azov State Technical University, Mariupol, University street, 7, 87555

Аннотация. В статье освещаются вопросы эффективности использования тепловозного парка при обслуживании транспортно-грузового комплекса прокатного цеха металлургического предприятия.

Ключевые слова: промышленный железнодорожный транспорт, тяговые средства, транспортно-грузовой комплекс прокатного производства, транспортные технологии.

Вступление.

Процесс обслуживания прокатных цехов металлургического предприятия осуществляется с применением весьма энергозатратных традиционных транспортных технологий, в которых преобладающая доля затрат на перевозку принадлежит тяговым средствам – тепловозам серии ТГМ4 и ТГМ6А (повышенной мощности 750 и 1200 л.с., сцепной массой 80 и 90 т) и характеризуется значительной динамикой грузопотоков (от 20-30 до 200 - 250 тыс.т в месяц) и вагонопотоков (от 10 до 120 и более вагонов в сутки). Кроме того, подача и уборка вагонов осуществляется небольшими группами в размере вместимости грузового фронта (2 – 15 вагонов).

Развитие тепловозной тяги на промышленном транспорте характеризовалось постоянным наращиванием тяговых возможностей локомотивов за счёт увеличения сцепной массы и мощности, но оптимальный типажный ряд тепловозов создан не был. Это привело к тому, что в тепловозном парке предприятий увеличивалась доля локомотивов повышенных сцепной массы и мощности в целом ряде случаев избыточных, а затраты на их эксплуатацию и, особенно, энергоресурсы постоянно и существенно возрастали.

По мере выработки ресурса предприятия выводили из эксплуатации и списывали тепловозы, а обновлять парк за счёт приобретения новых локомотивов никто не стремился. В частности, металлургические комбинаты пополняют парк зарубежными тепловозами повышенной мощности серий ТЭМ-7, ТЭМ-18 и др.

Определяющим вопросом в условиях действия рыночных механизмов



крайне важной и неотложной мерой является перевод предприятий и производственных объектов на новые энергосберегающие транспортные технологии.

Для рассматриваемых эксплуатационных условий требуемое тяговое усилие локомотива может быть достигнуто при значительно меньших энергозатратах. Такой подход предусматривает обоснование минимально необходимых величин сцепной массы и мощности локомотива при реализации более высоких показателей коэффициента сцепления (до 0,65 - 0,7) [1, стр.139].

Таким образом, качественная оценка эксплуатационных показателей использования локомотивного парка при обслуживании прокатных цехов металлургических предприятий позволит разработать новый подход к решению проблемы повышения эффективности работы транспортно-грузовых комплексов (ТГК) при отгрузке продукции. [2, стр. 792].

Анализ последних исследований и публикаций.

Необходимость обеспечения конкурентоспособности продукции ставит перед металлургическими предприятиями новую проблему существенного снижения транспортных издержек при эксплуатации тепловозного парка на основе разработки адаптационных решений.

Число публикаций на тему использования тепловозного парка при обслуживании производственных объектов металлургических комбинатов и снижения при этом энергозатрат на тягу поездов весьма ограничено. В работе [3, стр. 37] автор, не оценивая фактического положения на предприятиях, без конкретизации эксплуатационных условий и производственных требований, предлагает формировать типаж тепловозов на основе модульного принципа. Очевидно, что предлагаемый принцип, не давая видимых преимуществ, приведет к существенному усложнению эксплуатации парка и снижения затрат на тягу обеспечить не может.

В публикациях [4, стр. 36, 5, стр. 6-7] освещаются работы по внедрению системы учёта и регистрации параметров работы тепловозов на металлургических предприятиях. Однако данных о практическом использовании результатов в процессе эксплуатации тепловозов не приводится.

По данным зарубежных источников [6, 7] свидетельствуют о том, что на железнодорожном транспорте предприятий европейских стран одним из направлений снижения транспортных издержек стала замена на целом ряде транспортных технологий тепловозов на более эффективные и экономичные тяговые средства - локотракторы.

Одной из важных работ следует отнести [8, стр. 52-53], в которой дан общий методический подход к оценке использования тепловозного парка на промышленном транспорте. Результаты исследований показали малоэффективные показатели фактического применения тепловозов на транспортных технологиях предприятий.

Таким образом, имеются все основания считать, что решение перспективных вопросов развития тепловозной тяги на промышленном железнодорожном транспорте связано, в первую очередь, с определением направления повышения эффективности использования локомотивов,



обеспечивающим существенное снижение затрат на тягу.

Целью настоящей статьи является анализ технико-эксплуатационных показателей использования локомотивов при обслуживании прокатного цеха металлургического предприятия.

Изложение основного материала.

Проведенными ранее исследованиями установлено, что затраты на транспортные технологии по обслуживанию прокатных цехов при отгрузке готовой продукции $\{Z_{mm}\}$, складываются из затрат, приходящихся на продолжительность использования вагонов в ТГК $\{Z_e\}$, а также на работу локомотивного парка $\{Z_n\}$. При этом продолжительность потокового процесса переработки вагонопотоков в транспортно-грузовом комплексе (ТГК) состоит из продолжительности технологических операций, время на выполнение которых $\{t_{мехн}\}$ нормируется, а также из ожидания выполнения последующих технологических операций, время которого $\{t_{ож}\}$ носит вероятностный характер. Следовательно, эффективность транспортных технологий будет оцениваться по предлагаемому методу, при котором:

$$Z_{mm} = f(t_{мехн} + t_{ож}) \cdot B \cdot C + f(t'_{мехн} + t'_{ож}) \cdot N \cdot A = Z_e + Z_n \rightarrow \min, \quad (1)$$

где B – количество вагонов, необходимых под погрузку готовой продукции, ед;

C – плата за пользование вагонами общесетевого парка, грн;

N – количество локомотивов, обслуживающих ТГК отгрузки готовой продукции, ед;

A – стоимость локомотива-часа работы тепловоза, грн.

В работе [9, стр. 217-218] произведены исследования по вопросу использования вагонного парка в транспортных технологиях отгрузки готовой продукции прокатными цехами. Были предложены мероприятия по повышению эффективности взаимодействия производственной и транспортной подсистем с целью снижения эксплуатационных затрат.

Настоящим исследованием проводится оценка второй составляющей транспортных технологий прокатных цехов – использование локомотивного парка.

В качестве базового предприятия принимается крупный металлургический комбинат, а анализ эксплуатационных показателей производится на наиболее сложном с точки зрения транспортного обслуживания прокатном производстве – цехе холодного проката.

Путевое развитие станции, обслуживающей прокатный цех, включает 11 грузовых фронтов вместимостью от 2 до 15 вагонов.

Работа транспорта в ТГК прокатного цеха связана с отгрузкой металлопродукции три раза в сутки вагонов внешнего парка согласно производственной программе цеха, а также подачей и уборкой групп вагонов технологических грузов (отходы металла, мусор), перевозка которых осуществляется по контактными графикам.



Известно, что за станцией закрепляется определённое количество маневровых локомотивов, работа которых непосредственно связана с постановкой и уборкой на грузовые фронты вагонов внешнего парка, а также технологического подвижного состава. Кроме того, предусматривается подвоз порожних вагонов с районной станции для закрытия заявок, а также вывоз гружёных технологических вагонов.

Оценка эксплуатационной работы локомотива осуществляется по двум группам показателей: временным и мощностным. Для этого были проведены хронометражные наблюдения в течение сменного времени работы локомотива. Все технологическое время было разделено на группы маневровых работ, характеризующихся определённой функцией. Выполнение каждой функции осуществляется набором холостых (без вагонов) и рабочих (с вагонами) полурейсов вытягивания и осаживания на соответствующие погрузочные фронты и характеризуется максимальным размером перемещаемой группы вагонов.

На основе полученных данных суточное время фактической работы локомотива составило 1257 минут. Учитывая ежедневное техническое обслуживание ТО-1, а также ТО-2, проводимое 4-5 раз в месяц, полезная работа тягового подвижного состава образует 89,08 % фонда рабочего времени. Данный показатель удовлетворяет эффективности использования локомотивного парка при обслуживании прокатного цеха.

Следующая группа эксплуатационных показателей связана с определением мощностных характеристик локомотива при выполнении указанных функций на обслуживании цеха в соответствии с методикой [8, стр. 54] и правилами тяговых расчётов для тепловозов на промышленном транспорте определены: требуемый сцепной вес локомотива при транспортировке групп порожних и гружёных вагонов на заданном уклоне ($P_{сц}$), сила тяги по сцеплению ($F_{к\ сц}$), реализуемая мощность тепловоза (N_e), результаты расчётов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели использования локомотива по мощности, силе тяги и сцепному весу

Наименование операций	Расчётный уклон, ‰	Средняя скорость при манёврах, км/ч	$P_{сц}$, т	$F_{к\ сц}$, кгс	N_e , л.с
Уборка гружёных вагонов с погрузочных фронтов цеха на выставочный путь	5,3	5,0	19,6	5684,0	105,3
Транспортировка порожних вагонов с районной станции на станцию, обслуживающую цех			11,1	3229,9	59,0
Постановка порожних вагонов на грузовые фронта			4,8	1392,0	25,8



Проведенные исследования работы тепловоза, обслуживающего прокатный цех, на позициях контроллера позволили установить, что для него характерны только три зоны реализации мощности дизельной установкой:

- первая зона (нулевая, первая и вторая позиции контроллера, реализуемая мощность - от 0 до 101 л.с.), эксплуатируется на 80 – 85 % рабочего времени локомотива;

- вторая зона (третья позиция контроллера, реализуемая мощность - от 101 до 201 л.с.), эксплуатируется на 20 – 15 % рабочего времени локомотива;

- третья зона (с четвертой по восьмую позиции контроллера), в работе тепловоза не эксплуатируется, поскольку в этом нет необходимости, как по массе маневровых подач, так и по уклонам продольного профиля.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют про использование мощности силовой установки тепловоза ТГМ 4 на 11,2 % от номинальной мощности (750 л.с), а сцепного веса на 19,6 % от номинального (80 т).

Проведенный анализ эксплуатационных показателей использования локомотивного парка при обслуживании прокатного производства показывает не эффективное применение тяговых единиц по мощности и по весу, что приводит к значительным транспортным издержкам. Такое положение дел приводит к высоким транспортным издержкам, в составе которых преобладают (до 70 %) затраты на энергоресурсы.

Одним из направлений уменьшения указанных затрат является замена на транспортном обслуживании рассматриваемых предприятий мощных тепловозов на более экономичные тяговые средства. Решение этой проблемы связано с необходимостью внедрения в транспортный процесс тяговых средств на базе колёсных тракторов или самоходных шасси на комбинированном ходу. При этом установление тягового усилия и других параметров в соответствии с конкретными эксплуатационными условиями, а также возможность одновременного применения такого тягового средства на железнодорожных и автомобильных перевозках существенно увеличивает эффективность его использования.

На основании анализа результатов исследования, разработана новая транспортная технология по обслуживанию ЦХП, с применением локотрактора на комбинированном пневморельсовом ходу (рис. 1).

Анализ факторов [1, стр. 139-139], способствующих появлению значительных простоев вагонов в ЦХП, показал, что в настоящих условиях фактически отсутствует логистическое управление потоковыми процессами. При современной технологии и организации погрузочно-транспортных операций не существует обоснованной увязки сроков подачи вагонов с процессом материалодвижения.

Подвижной состав подаётся на станцию Холодный прокат, обслуживающую ЦХП, заблаговременно на начало каждой производственной смены, при этом грузовые операции обычно производятся в конце смены. Кроме того, несинхронное движение материального и информационного потоков при отгрузке продукции приводит к дополнительной занятости путей



технологической станции, что также отражается на несвоевременной уборке подвижного состава с грузовых фронтов, и как, следствие, на задержке следующей подачи вагонов. Таким образом, различный ритм работы производства и транспорта предопределяет низкие эксплуатационные показатели транспортного обслуживания ТК ЦХП. Разработанный технологический график отгрузки проката в ЦХП (рис. 4) дает значительное сокращение простоя вагонов в среднем около 3-х часов за смену.

Процессы	Операции	Продолжительность, час						Время, час	
		1 смена							
		7	9	11	13	15	17	19	
Транспортно-экспедиционные работы	Резка, сортировка, взвешивание		t ₁						3,8
	Упаковка, маркировка		t ₂						3,9
Подготовка сопроводительной документации	Составление форм. карточки, сертификата качества, таможенных и перевоз. документов			t ₃					6,3
Погрузка груза и отправка вагонов	Погрузка вагонов				t ₄				4,3
Общая продолжительность		← T _{общ} =8,3 часа →						8,3	
Пребывание вагонов в цехе									4,3

Рис.1. Предлагаемый технологический график погрузки вагонов с металлопрокатом в ЦХП.

Выводы.

Была рассмотрена эффективность использования тепловозного парка при обслуживании транспортно-грузового комплекса прокатного цеха металлургического предприятия.

Были получены результаты, которые показывают, что одним из направлений решения рассматриваемой проблемы является широкое применение на предприятиях альтернативных тяговых средств - локотракторов, обеспечивающих реализацию эффективных энергосберегающих транспортных технологий в условиях переработки вагонов при отгрузке готовой продукции прокатных цехов.

Литература:

1. Парунакян В. Э. Применение энергосберегающей транспортной технологии для повышения эффективности обслуживания предприятий. / В. Э. Парунакян, В. Я. Агарков, А. С. Красулин, А. Ф. Примак //



Металлургическая и горнорудная промышленность: Научно-технический и производственный журнал. – г. Днепропетровск, 2010. – Вып. № 4, С. 138-140.

2. Маслак А.В. Методика оценки эксплуатационных показателей работы железнодорожных станций в условиях динамики перевозочного процесса [Текст] / А.В. Маслак // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. 2015. - Т. 2. № 2. - С. 791 - 797.

3. Белан А. П. Эффективность работы тепловозов по системе двух модулей / А. П. Белан // Промышленный транспорт XXI век. 2005. – № 3. – С. 36 – 38.

4. Басов А. В. Повышение экономичности силовых установок тепловозов с помощью электронного регулятора СУДМ / А. В. Басов, С. Г. Грищенко // Залізничний транспорт України. 2005. – № 5-6. – С. 34 – 37.

5. Регистратор параметров работы тепловозов / А.П. Донской, [и др.] // Железнодорожный транспорт: Специальный выпуск: Энергосберегающие технические средства и технологии. 2005. – № 9. – С. 3 – 7.

6. Loctrac “Zweiweg” Unimog fur schiene und strasse // Проспект фирмы “Zweiweg” Geratepartnee der Mersedes-Benz A.G.

7. Проспект фирмы "Zephir". Тягачи, работающие на стыке железных и автомобильных дорог // ООО Индустриал Тех-Сервис.

8. Парунакян В. Э. К вопросу использования тепловозного парка на промышленном железнодорожном транспорте / В. Э. Парунакян, А. С. Красулин // Захист металургійних машин від поломок: зб. нук. пр. – Маріуполь: ПДТУ, 2014. – Вип. № 16. – С. 49-58.

9. Маслак А. В. Анализ эксплуатационных показателей и пути повышения эффективности транспортного обслуживания прокатных цехов металлургических предприятий / А. В. Маслак, Г. А. Линник // Вестник ПГТУ: Сб. научн. тр. 2016. – № 32. – С. 215-221.

10. Parunakjan V. To the question of flowing processes interaction in the logistics of transport-freight complexes of enterprises [Текст] / V. Parunakjan, E. Sizova // Problemy Transportu. – Katowice, 2009. – Т.4, з.3, с.ІІ. – S.69-75.

Abstract

In terms of market economy it is highly important to implement new transport and energy-saving technologies into industrial enterprises and industrial objects' workflow. And the main point here is employment of traction means which secure considerable economy in transport costs and, first and foremost, energy consumption.

The issue of transport service of rolling shop at a metallurgical enterprise is of high importance from the point of view of railway traction means utilization effectiveness, i.e. locomotives utilization within the process of shunting (which is carried out at railway tracks serving loading and unloading sites of the rolling shop).

In order to make a performance assessment of the locomotive fleet operation, algorithm of research has been developed. In accordance with this algorithm, operational parameters for TGM-4 locomotives exploitation have been defined (the data is provided for locomotive operation during a shift).

Adhesion weight and locomotive power calculations have been made for work and after-hours runs.

In accordance with operational conditions, qualification of tractive effort and other parameters significantly increases effectiveness of traction means utilization at railway- and auto-



transportations. Such effectiveness can also be increased with traction means utilization by request.

Key words: industrial railway transport, the traction means of transport and cargo complex, rolling mill, transport technology

References:

1. Parunakyan V. E., Agarkov V. Y., Krasulin A. S., Primak A. F. Primenenie ehnergosberegayushchej transportnoj tekhnologii dlya povysheniya ehffektivnosti obsluzhivaniya predpriyatij. [The use of energy-saving vehicle technology to improve the efficiency of service enterprises]. *Metallurgical and Mining Industry*, 2010, no. 4, pp. 138-140. (Rus)
2. Maslak AV Methodology to evaluate the operational performance of the railway stations in terms of the dynamics of the transportation process [Text] / A. Maslak // Alternative energy sources in the transport and technological complex : the rational use of problems and prospects . - 2015. - Т. 2. № 2. - S. 791 - 797 .
3. Belan A. P. Effektivnost' raboty teplovozov po sisteme dvuh modulej [The efficiency of the locomotives on the system of two modules]. *Industrial transport of XXI century*, 2005, no. 3, pp. 36–38. (Rus)
4. Basov A. V. Grishchenko S. G. Povyszenie ehkonomichnosti silovyh ustanovok teplovozov s pomoshch'yu ehlektronnogo regul'yatora SUDM. [Increasing the efficiency of power plants of locomotives with electronic controller SUDM]. *Zaliznychnyi transport Ukrainy*, 2005, no. 5/6, pp. 34–37. (Rus)
5. Donskoj A. P. Registrator parametrov raboty teplovozov [The recorder operating parameters of the locomotive]. *Zheleznodorozhny Transport (Railway Transport)*, 2005, no. 9, spec. vyp. : *Energy-saving technical means and technologies*, pp. 3–7. (Rus)
6. Loctrac “Zweiweg” Unimog fur schiene und strasse. Company prospect “Zweiweg” Geratepartnee der Mercedes-Benz A.G.
7. Brochure of the "Zephir" firm. Tractors, working at the intersection of railways and roads // PLC Industrial Tekh-service.
8. Parunakyan V. E. Krasulin A. S. K voprosu ispol'zovaniya teplovoznogo parka na promyshlennom zheleznodorozhnom transporte. [By the use of diesel Park industrial railway transport]. *Protection of metallurgical machines against failures: zb. nauk. prac'. ZHEI «PSTU»*, Mariupol', 2014, Vip. 16, pp. 49-58. (Rus)
9. Maslak A. V. Linnik G. A. Analiz ehkspluacionnyh pokazatelej i puti povysheniya ehffektivnosti transportnogo obsluzhivaniya prokatnyh cekhov metallurgicheskikh predpriyatij. [Analysis of operational performance and ways of improving the efficiency of transport service rolling shops of metallurgical enterprises] [Elektronnyj resurs]. *Visnik Priazov. derzh. tekhn. un-tu : zb. nauk. prac' ZHEI «PSTU»*. Mariupol, 2016. Vip. 32, pp. 215-221. – Rezhim dostupu: <http://eir.pstu.edu/handle/123456789/10015>. (Rus)
10. Parunakjan V. To the question of flowing processes interaction in the logistics of transport-freight complexes of enterprises[Текст] / V. Parunakjan, E. Sizova // Problemy Transportu. – Katowice, 2009. – Т.4, z.3, с.И. – S.69-75.

Научный руководитель: д.т.н., проф. Парунакян В.Э.

Статья отправлена: 20.10.2017 г.

© Красулин А.С.