

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВОЗНОГО ПАРКА НА ПРОМЫШЛЕННОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Постановка проблемы. Специфической особенностью промышленного железнодорожного транспорта является необходимость обслуживания предприятий многих отраслей с разным характером и сложностью производства и, что особенно важно, существенно различающимися по производственной мощности. В общем виде это различие можно оценить показателем транспортоемкости предприятия, то есть отношением объема перевозок к объему выпускаемой продукции (т/т), поскольку он достаточно объективно характеризует объем работы транспорта и масштабы транспортной инфраструктуры.

К числу наиболее транспортоемких предприятий относятся металлургические комбинаты полного цикла (12-15 т/т). Существенно меньше транспортоемкость у машиностроительных заводов, предприятий стройматериалов и других отраслей промышленности (4-6 т/т).

Однако наиболее многочисленная группа активов (до 70 % общего числа), к которой относятся производственные предприятия, строительные, сбытовые и другие организации с небольшим объемом производства и услуг, характеризуется ограниченным объемом и не регулярностью перевозок, и транспортоемкостью (1,0-2,0 т/т).

Кроме того, к этой группе относятся также территориально обособленные вспомогательные и ремонтные производственные и складские комплексы, функционирующие на предприятиях первой и второй групп.

Для обеспечения перевозочного процесса, каждое предприятие как правило имеет свой парк тяговых средств с инфраструктурой для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта локомотивов. При этом известно, что расходы на указанный комплекс являются наиболее затратной частью транспортных технологий.

В силу производственных требований и условий эксплуатации железнодорожного транспорта доминирующее значение на промышленных предприятиях принадлежит тепловозной тяге. Тепловозы выполняют здесь весь объем перевозочной работы. Лишь отдельные металлургические предприятия (комбинат «Азовсталь») на вывозной работе используют электровозную тягу.

Учитывая вышеизложенное, каждое из указанных предприятий содержит свой тепловозный парк численность которого составляет от 2 до 60-80, а на некоторых случаях достигает 100 единиц. При этом структура парка основывается на типажном ряде тепловозов, поставляемых предприятиям в течение ряда предыдущих лет, который включает фактически три типа тепловозов сцепным весом 45, 90 и 100-120 т и мощностью от 500, 750 и 1000-1200 л.с., соответственно.

Как показала практика предприятий, такой типажный ряд тепловозов оказался крайне недостаточным. Поэтому длительное время тепловозный парк большинства предприятий как правило комплектовался локомотивами с заведомо избыточными показателями мощности и сцепного веса.

Кроме того, по мере выработки ресурса предприятия выводили из эксплуатации и списывали тепловозы. Однако, обновлять парк за счёт приобретения новых локомотивов имеют крайне ограниченное число крупные предприятия. В частности, металлургические комбинаты пополняют парк зарубежными тепловозами повышенной мощности серий ТЭМ-7, ТЭМ-18 и др.

В тоже время преобладающая часть предприятий и организаций вынуждена заменять тепловозы малой и средней мощности (серии ТГМ-23 и ТГМ-4), отработавшие свой ресурс, на более мощные тепловозы, выведенные из эксплуатации по разным причинам на других предприятиях.

Проведенный анализ [1] показал, что за последний период на промышленных предприятиях существенно изменилась структура тепловозного парка, которая характеризуется следующими показателями:

Тип тепловозов	Мощность, л.с.	Доля в структуре парка, %	
		2000 г.	2013 г.
- серия ТГМ-23	до 500	7,6	4,2
- серия ТГМ-4	до 750	44,2	27,0
- серия ТГМ-6, ТЭМ-1, ТЭМ-2, ТЭМ-18, ТЭМ-7, М62 и др.	1000 и более	48,2	68,8
		100,0	100,0

Приведенные данные показывают, что за рассматриваемый период существенно снизилась доля тепловозов малой и средней мощности (ТГМ-23 и ТГМ-4). В тоже время, для преобладающего числа промышленных предприятий основным типом стали тепловозы повышенной мощности (1000 л.с. и более) и сцепной массой 90-100 т, число которых достигает 70 %. Такое нерегулируемое перераспределение структуры тепловозного парка привело к существенному снижению эффективности использования локомотивов.

Данные предприятий показывают, что, в создавшемся положении, тепловозы используются крайне не рационально, как по основным параметрам, - сцепному весу и мощности, так и по времени. Указанное привело к значительному (20-25 %) росту затрат на тяговые средства в себестоимости перевозок с существенным увеличением затрат на энергоресурсы. [2. 3]

Следует также учитывать, что на предприятиях большая часть тепловозов уже отрабатывает свой ресурс и по мере их списания поддержание парка тяговых средств становится всё более сложной.

В этой связи в настоящее время важной задачей является оценка степени использования тепловозного парка по обозначенным выше группам предприятий. Это позволит создать основу для оптимизации структуры тепловозного парка предприятий на перспективу, как важнейшей предпосылки снижения затрат на перевозочный процесс в рыночных условиях предприятий.

Анализ последних исследований и публикаций. В последний период в России, Украине и других странах СНГ вопросам эксплуатации тепловозного парка и энергосбережения при транспортном обслуживании промышленных предприятий должного внимания не уделяется. Число публикаций на эту важную и актуальную тему весьма ограничено. Обращает на себя внимание отсутствие статей по накопленному за годы работы в рыночных условиях опыту эксплуатации и степени использования тепловозов в различных условиях предприятий, принципы формирования тепловозного парка, перспективам его развития и др. По существу следует отметить лишь работы [4, 5, 6].

В работе [4] автор, не оценивая фактического положения на предприятиях, не конкретизируя эксплуатационные условия и производственные требования, предлагает формировать типаж тепловозов на основе модульного принципа. Он предусматривает базовый модуль с возможностью его комплектования дополнительными модулями, обеспечивающими заданную величину сцепного веса и силы тяги. Очевидно, что предлагаемый принцип, не давая видимых преимуществ, приведет к существенному усложнению эксплуатации парка и снижение затрат на тягу обеспечить не может.

В публикациях [5, 6] освещаются работы по внедрению системы учёта и регистрации параметров работы тепловозов на металлургических предприятиях. Однако, данных об практическом использовании результатов в процессе эксплуатации тепловозов не приводятся.

В то же время данные зарубежных источников [7] свидетельствуют о том, что на железнодорожном транспорте предприятий Европейских стран одним из направления снижения транспортных издержек стала замена на целом ряде транспортных технологий тепловозов на более эффективные и экономичные тяговые

средства - локотракто́ры. В настоящее время они изготавливаются рядом машиностроительных фирм (Unimog-Mercedes, Zephir и др.) с весьма широкой гаммой типоразмеров, а предприятия широко используют в транспортных технологиях.

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, обеспечивающей существенное снижение затрат на тягу.

Целью настоящей статьи является оценка использования тепловозного парка предприятий по основным технико-эксплуатационным показателям их работы, как первого этапа решения рассматриваемой проблемы.

Изложение основного материала. Функции транспорта и основные эксплуатационно-технические показатели транспортного обслуживания предприятий определяются следующими признаками: видом и объёмом производства продукции, характером производства (непрерывным и дискретным), технологической сложностью производственного процесса и наличием, регламентируемых по времени и объёмам, перевозок полуфабрикатов. В свою очередь реализуемые функции определяют вид транспортной работы и, в конечном итоге, конкретную транспортную технологию.

Общий методический подход к оценке использования тепловозного парка на промышленном транспорте включает решение следующих вопросов:

- разработку классификации предприятий по видам транспортной работы;
- выбор предприятий-представителей по каждой группе;
- подготовку массива данных по показателям использования тепловозного парка по мощности, сцепному весу и времени;
- разработку алгоритма расчёта показателей использования;
- составление итоговых показателей по использованию тепловозного парка.

В качестве основы для дальнейших исследований разрабатывается классификация предприятий с их дифференцированием на группы по основным производственным признакам, функциям, реализуемым транспортом, видам транспортной работы и показателям, характеризующим транспортное обслуживание. При этом, группы приняты в соответствии с показателем транспортноёмкости приведенным выше: первая представлена металлургическими комбинатами с полным циклом; вторая - машиностроительными заводами; третья, включает предприятия небольшой производственной мощности различных отраслей промышленности и АПК, а также предприятия промышленного железнодорожного транспорта (ППЖТ).

Классификация предприятий по основным показателям транспортного обслуживания, представлена в таблице 1.

Для установления по конкретному предприятию фактические показатели использования тепловозов по каждому виду транспортной работы по каждой группе принимается предприятие-представитель. На основании предварительного анализа в качестве таких предприятий выбраны: по первой группе - Металлургический комбинат им. Ильича (г. Мариуполь); по второй - машиностроительное объединение "Азовмаш"; по третьей - Мелитопольский производственный участок Энергодарского филиала Киев-Днепровского межотраслевого предприятия промышленного железнодорожного транспорта (МПУ ЭМПЖТ, г. Мелитополь), ОАО «Мариупольский графитовый комбинат» (г. Мариуполь).

Указанные предприятия в достаточной мере представляют все указанные группы. Вместе с этим в процессе анализа используются показатели других предприятий.

Во всех рассматриваемых группах предприятий исходными эксплуатационными показателями транспортного обслуживания являются вагонопоток (V , ваг/сут), масса поезда или маневровой передачи (Q , т), дальность

транспортирования (L , км), руководящий уклон (i_p , ‰) и скорость движения (v , км/ч), которые для расчётов обобщались и усреднялись.

Таблица 1

Система показателей транспортного обслуживания промышленных предприятий

Показатели	Группы предприятий		
	I	II	III
1. Функции и показатели, выполняемой транспортной работы	Переработка вагонов ВП, технологические перевозки производственных цехов	Переработка вагонов ВП, внутренние перевозки производственных цехов	Переработка вагонов ВП
2. Объем перевозок, тыс. т в год	15000,0-50000,0	500,0 – 10000,0	до 300,0
3. Вагонопоток, ваг/сутки	до 800	до 200	до 20 - 25
4. Протяженность железнодорожных путей, км	до 300	до 50	до 15
5. Списочный парк локомотивов, ед.	более 10 до 100	4 - 8	2 - 3
6. Количество вагонов в составе при различных «ТТ»			-
1) Поездная работа по подаче сырья и вывозу готовой продукции с сортировочной (грузовой) станции.	55-58	20-25	-
2) Поездная работа между сортировочной (грузовой) и районными станциями.	20-25	-	-
3) Маневровая работа на сортировочной станции	20-25	10-16	-
4) Маневровая работа на районных станциях.	10-16	-	-
5) Регламентированные технологические перевозки производственных цехов и агрегатов	8-10	-	-
6) Перевозки по обслуживанию цехов и складов	10-16	4-8	3-5

Примечание: ВП – вагоны внешнего парка;
ТТ – транспортные технологии.

Для тяговых средств, используемых по действующим транспортным технологиям, фактические показатели мощности (N_k , л.с.) и скорости движения (v , км/ч) локомотива могут быть получены непосредственными замерами. Наличие этих показателей позволяет определить фактически реализуемые сцепной вес ($P_{сц}$, тс) локомотива.

Кроме того, прямыми измерениями могут быть получены данные по межоперационным, внутрисменным и целосменным простоям, характеризующим использование тепловозов, на действующих транспортных технологиях, по времени (25-40 %).

С целью создания необходимого массива данных на предприятиях-представителях получены отчетные данные по использованию тепловозного парка, собраны и обработаны эксплуатационные, технические и технологические показатели работы тепловозов, а также проведены комплексные производственные эксперименты и хронометражи по их использованию в различных эксплуатационных условиях. Кроме того в массив включены данные регистрационной системы "Дельта", которая отображает показатели работы тепловозов по времени и расходуемой мощности на каждой позиции контроллера.

Принятый массив данных позволяет, с достаточной для практических целей точностью, дать оценку основных показателей использования тепловозного парка предприятий-представителей.

Исходя из наличия фактических показателей использования тепловозного парка по мощности (N_k) и имеющих место скоростей движения (v) принимается следующий метод расчёта фактически используемого сцепного веса ($P_{сц}$).

Из теории локомотивной тяги [8] известно, что касательная сила тяги тепловоза (F_k) определяется по формуле

$$F_k = 1000 \cdot P_{сц} \cdot \Psi, \text{ кгс} \quad (1)$$

где Ψ – коэффициент сцепления колес с рельсами.

В соответствии с действующими правилами тяговых расчётов (ПТР) сила тяги тепловозов традиционно формируется при ограниченном значении коэффициента сцепления, составляющем $\Psi = 0,2 - 0,22$.

В свою очередь, величина силы тяги определяемая через показатели мощности (N_k) и скорости движения (v) описывается формулой

$$F_k = \frac{270 \cdot N_k}{v}, \text{ кгс} \quad (2)$$

Приравнивая эти выражения получим расчётную формулу для определения фактически требуемого сцепного веса тепловоза для конкретной транспортной технологии

$$1000 \cdot P_{сц} \cdot \psi \geq \frac{270 \cdot N_k}{v} \quad (3)$$

Откуда после преобразований получим

$$P_{сц} = \frac{N_k}{3,7 \cdot v \cdot \psi}, \text{ тс} \quad (4)$$

Общий алгоритм оценки фактического использования тепловозов по предлагаемому методу представлен на рис. 1.

Предложенный метод позволяет определить для всех транспортных технологий необходимые по условиям работы показатели сцепного веса и силы тяги локомотива.

Следует особо отметить, что при выполнении расчётов по каждой транспортной технологии каждой группы предприятий рассматривались типы тепловозов фактически используемые в перевозочном процессе. Это обусловлено сложившейся конъюнктурой формирования тепловозного парка предприятий, изложенной выше.

Результаты расчёта потребной мощности и сцепного веса тепловозов для различных эксплуатационных условий приведены в таблице 2.

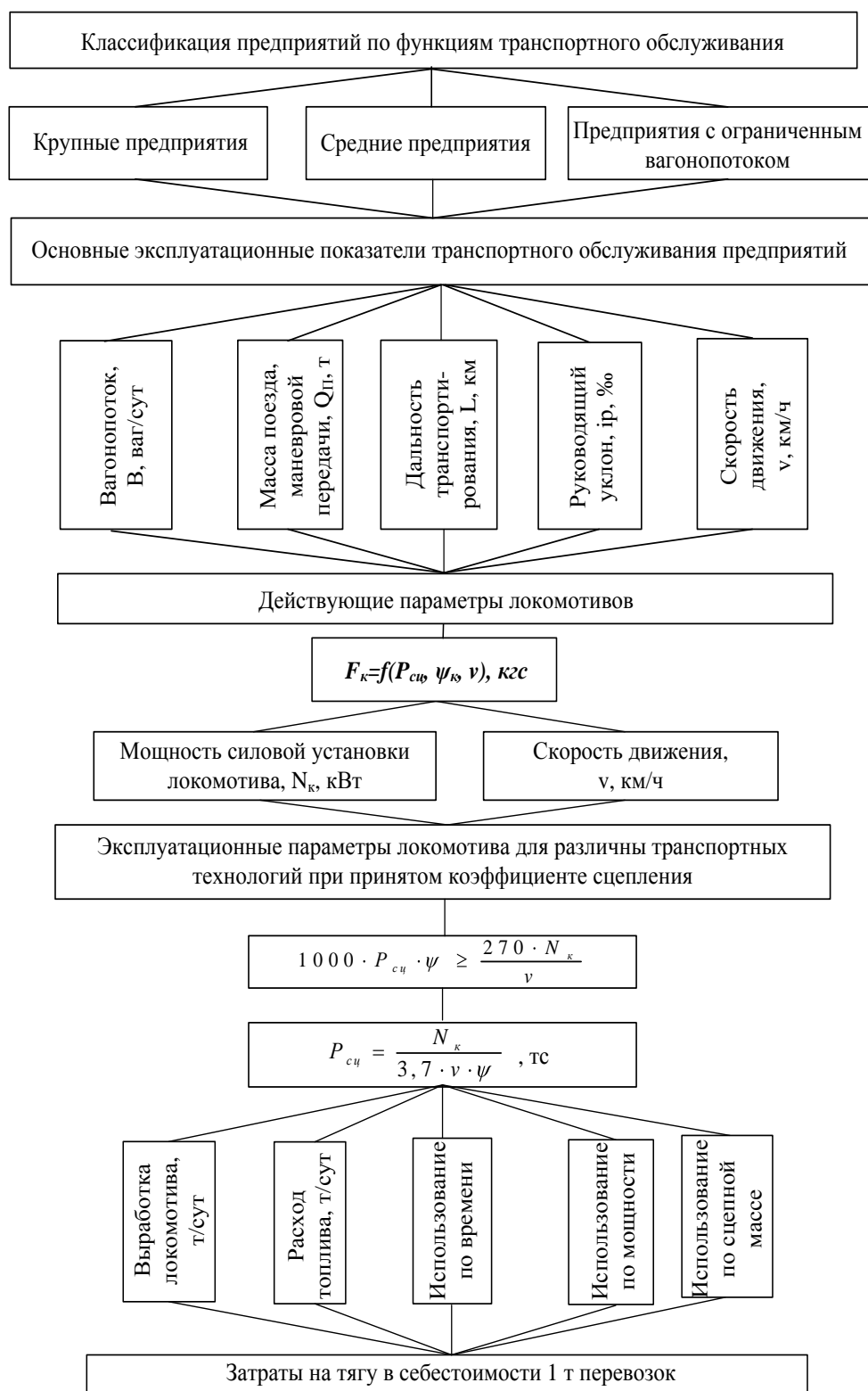


Рис. 1. Алгоритм сопоставления оценки использования тепловозов

Таблица 2

Показатели фактического использования тепловозов на транспортных технологиях предприятий

Транспортная технология	Номинальные показатели используемых локомотивов, (мощность дизеля, N , л.с., сцепной вес, P , т)	Предприятия 1-й группы		Предприятия 2-й группы		Предприятия 3-й группы	
		Используемая мощность, N_k , л.с.	Используемый сцепной вес локо-ва, $P_{сц}$, т	Используемая мощность, N_k , л.с.	Используемый сцепной вес локо-ва, $P_{сц}$, т	Используемая мощность, N_k , л.с.	Используемый сцепной вес локо-ва, $P_{сц}$, т
1) Вывозная работа по подаче сырья и вывозу готовой продукции с сортировочной (грузовой) станции на внешнюю сеть	$(N=1200 \text{ л.с.}),$ $(P_{сц}=120 \text{ тс})$	1100	90	1000	82	-	-
2) Поездная работа между сортировочной (грузовой) и районными станциями	$(N=1200 \text{ л.с.}),$ $(P_{сц}=120 \text{ тс})$	850	70	-	-	-	-
3) Маневровая работа на сортировочной станции	$(N=1200 \text{ л.с.}),$ $(P_{сц}=120 \text{ тс})$	810	66	690	57	-	-
	$(N=750 \text{ л.с.}),$ $(P_{сц}=80 \text{ тс})$	580	48	470	38	-	-
4) Маневровая работа на районных станциях	$(N=1200 \text{ л.с.}),$ $(P_{сц}=90 \text{ тс})$	500	41	300	25	-	-
	$(N=750 \text{ л.с.}),$ $(P_{сц}=80 \text{ тс})$	580	48	450	37	-	-
	$(N=440 \text{ л.с.}),$ $(P_{сц}=48 \text{ тс})$	-	-	400	33	-	-
5) Регламентированные технологические перевозки производственных цехов и агрегатов	$(N=1200 \text{ л.с.}),$ $(P_{сц}=90 \text{ тс})$	315	26	-	-	-	-
	$(N=750 \text{ л.с.}),$ $(P_{сц}=80 \text{ тс})$	440	36	-	-	-	-
	$(N=440 \text{ л.с.}),$ $(P_{сц}=48 \text{ тс})$	400	33	-	-	-	-
6) Перевозки по обслуживанию цехов и складов	$(N=1200 \text{ л.с.}),$ $(P_{сц}=90 \text{ тс})$	189	15	95	8	95	8
	$(N=750 \text{ л.с.}),$ $(P_{сц}=80 \text{ тс})$	200	16	100	8	100	8
	$(N=440 \text{ л.с.}),$ $(P_{сц}=48 \text{ тс})$	300	25	220	18	150	12

Результаты проведенных исследований дают основание считать, что тепловозный парк промышленных предприятий используется в настоящее время крайне неэффективно. Рассмотрим его по типоразмерам локомотивов и количественно оценим по транспортным технологиям.

Мощные тепловозы ($N=1000-1200$ л.с. и $P_{сц}=100-120$ т) соответствуют условиям и удовлетворительно используются на вывозной и маневровой работе на основных станциях (сортировочной, грузовой) предприятий I и II групп. Здесь коэффициенты их использования составляют: по мощности 0,68-0,92, по сцепному весу 0,56-0,69.

Тепловозы средней мощности ($N=750$ л.с. и $P_{сц}=80$ т) характеризуются более высокими показателями использования, чем мощные локомотивы, на

внутризаводской поездной и маневровой работе, на районных станциях предприятий I и II групп. В этих эксплуатационных условиях коэффициенты использования тепловозов составляют: по мощности 0,6-0,77, по сцепному весу 0,46-0,6, что в 1,2-1,6 раза выше, чем у мощных тепловозов.

Тепловозы малой мощности ($N=400-500$ л.с. и $P_{сч}=50$ т) имеют более высокие показатели использования на всех группах предприятий, на регламентированных технологических перевозках производственных цехов и агрегатов, а также на обслуживании грузовых фронтов и складов. Коэффициенты их использования составляют: по мощности 0,35-0,85, по сцепному весу 0,25-0,65.

Однако в настоящее время, в связи с отработкой ресурса и списанием большого числа тепловозов малой мощности, на обслуживании подавляющего числа предприятий III группы на этой транспортной технологии применяются мощные тепловозы. Они характеризуются коэффициентом использования по мощности 0,08-0,13, а по сцепному весу 0,09-0,1.

Учитывая большое число таких предприятий данное положение является весьма существенным недостатком транспортного обслуживания и значительно увеличивает транспортные издержки.

Таким образом проведенный анализ и его результаты дают основание считать, что в настоящее время структура тепловозного парка предприятий и формирующие её типаж локомотивов не в полной мере соответствуют производственным требованиям по транспортному обслуживанию предприятий и сложившимся эксплуатационным условиям

Полученные результаты также свидетельствуют о необходимости поиска альтернативных решений по выбору тяговых средств для конкретных эксплуатационных условий.

Особое место в рассматриваемой проблеме занимает вопрос использования тепловозов по времени. Анализ показал, что он, в основном, определяется показателями производственно-эксплуатационных условий предприятий. В первую очередь к ним следует отнести объем, регулярность и ритмичность перевозок, интенсивность производства, а также наличную перерабатывающую и пропускную способность основных элементов инфраструктуры железнодорожного транспорта (горловин, парков путей и сортировочных устройств станций, грузовых комплексов и фронтов и др.).

Поэтому использование тепловозов по времени оценивается показателями продолжительности: полезной работы, межоперационных ожиданий, внутрисменных и целосменных простоев.

Известно, что при выполнении конкретной транспортной технологии её общая продолжительность ($t_{об}$) складывается из технологических операций, время на которые ($t_{техн}$) нормируется, а также ожидания выполнения последующих операций, время которого носит вероятностный характер ($t_{ож}$). К последним относятся, широкий круг факторов, связанных с занятостью элементов станции и др.

Поэтому

$$t_{об} = \sum t_{техн} + \sum t_{ож}, \text{ мин} \quad (5)$$

Межоперационные ожидания при использовании тепловозов наиболее характерны для маневровой работы на сортировочных, грузовых и районных станциях, а также для внутризаводской поездной работы, преимущественно на предприятиях I группы. Это обусловлено большими объемами перевозок, и интенсивностью перевозочного процесса, а также ограничениями по пропускной и перерабатывающей способности станционных устройств.

В значительно меньшей мере межоперационные ожидания имеют место на предприятиях II группы, а на предприятиях III группы, в связи с ограниченным объемом перевозок, они трансформируются в другие виды простоев.

Внутрисменные простои тепловозов характерны для транспортного обслуживания производственных цехов и складов предприятий. На предприятиях I группы, где производятся регламентированные технологические перевозки по

обслуживанию цехов с непрерывным производством (доменных и сталеплавильных) работа тепловозов имеет специфический характер и связана с необходимостью ожидания завершения процессов выплавки чугуна и стали.

Внутрисменные простои, связанные с обслуживанием основного производства, в меньшей мере происходят и на предприятиях II группы. Однако, наиболее характерны внутрисменные простои тепловозов для предприятий III группы. Здесь со станции примыкания группы вагонов локомотивами общей сети подаются на погрузку или выгрузку грузов в рамках суток нерегулярно и в различном количестве (от 1-2 до 8-10 единиц). В этих условиях тепловозы предприятия простаивают значительную часть смены (до 8-10 часов) в ожидании очередной подачи-уборки вагонов.

На указанных предприятиях имеет место также и целосменные простои тепловозов, обусловленные отмеченными выше причинами. Число целосменных простоев составляет в среднем до 2-4 случаев в месяц.

По результатам отчётных данных и проведенных производственных хронометражей установлено, что полезное использование тепловозов составляет:

- на поездной и вывозной работе - 70-85 %;
- на маневровой работе - 35-60 %;
- на обслуживании цехов и складов - 10-35 %.

Таким образом, приведенные данные в полной мере подтверждают, что в настоящее время на промышленных предприятиях различных отраслей промышленности существующий тепловозный парк используется крайне неэффективно.

В условиях рыночного механизма хозяйствования, при котором имеет место существенные колебания объёмов производства, что приводит к значительной неравномерности перевозок. Однако существующая инфраструктура транспорта предприятий по своей перерабатывающей и пропускной способности не обеспечивает в этих условиях ритмичность транспортного обслуживания производства, что отражается и на использовании тепловозного парка.

Рыночная конъюнктура обусловила существенное нерегулируемое перераспределение локомотивного парка предприятий, при котором доминирующее положение заняли тепловозы с избыточной мощностью и сцепным весом, а эксплуатационные условия приводят к значительному недоиспользованию их по времени, для большинства транспортных технологий. Особенно затратным является транспортное обслуживание малых предприятий и производственных объектов, имеющих ограниченный и нерегулярный вагонопоток.

Таким образом, в настоящее время одной из важнейших проблем развития промышленного железнодорожного транспорта на перспективу является оптимизация локомотивного парка предприятия, при этом тепловозы по своим основным параметрам (мощности и сцепному весу) должны в полной мере отвечать производственно-эксплуатационным условиям предприятий. Особо следует отметить, что на предприятиях Украины до настоящего времени не созданы и не используются в широком масштабе более эффективные и экономичные альтернативные тяговые средства-локомотивы, широко применяемые в целом ряде европейских стран.

ВЫВОДЫ

1. Результаты исследований в полной мере подтверждают, что в настоящее время на промышленных предприятиях различных отраслей промышленности существующий тепловозный парк используется крайне неэффективно.

2. Одной из важнейших проблем развития промышленного железнодорожного транспорта на перспективу является оптимизация локомотивного парка предприятия, при этом тепловозы по своим основным параметрам (мощности и сцепному весу) должны в полной мере отвечать производственно-эксплуатационным условиям предприятий.

3. Одним из направлений рассматриваемой проблемы должно стать промышленное производство и широкое применение на предприятиях альтернативных тяговых средств - локотракторов, обеспечивающих реализацию эффективных энергосберегающих транспортных технологий в условиях переработки ограниченного и нерегулярного вагонопотока.

Перечень ссылок

1. *Красулин А.С.* Анализ транспортного обслуживания производственных объектов с ограниченными вагонопотоками / *А.С. Красулин, М.Э. Слободяник* // Вісник Східноукраїнського нац. ун-та ім. В. Даля. – Луганськ, 2006. – № 6(100) Ч. 1. – С. 154-156.
2. *Парунакян В.Э.* Повышение эффективности транспортного обслуживания производственных объектов промышленных предприятий с ограниченными многономенклатурными вагонопотоками / *В.Э. Парунакян, А.С. Красулин* // Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту: Зб. наук. пр. – Маріуполь, 2004. – Вип. 14. – С. 311-314.
3. *Парунакян В.Э.* Оценка энергозатратного механизма транспортных технологий промышленных предприятий / *В.Э. Парунакян, А.С. Красулин, Ю.В. Гусев* // Захист металургійних машин від поломок: Межвуз. темат. сб. науч. тр. – Маріуполь, 2006. – Вип. 9. – С. 184-192.
4. *Белан А.П.* Эффективность работы тепловозов по системе двух модулей / *А.П. Белан* // Промышленный транспорт XXI век. 2005. – № 3. – С. 36 – 38.
5. *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.
6. Регистратор параметров работы тепловозов / *А.П. Донской, М.В. Холяпин, И.В. Назаров* и др. // Железнодорожный транспорт: Специальный выпуск: Энергосберегающие технические средства и технологии. 2005. – № 9. – С. 3 – 7.
7. Loctrac “Zweiweg” Unimog fur schiene und strasse // Проспект фирмы “Zweiweg” Geratepartnee der Mercedes-Benz A.G.
8. Кузьмич В.Д., Руднев В.С., Френкель С.Я. Теория локомотивной тяги: Учебник для вузов ж.-д. транспорта / Под ред. В.Д. Кузьмича. – М.: Издательство «Маршрут», 2005. – 448 с.

Рецензент: д.т.н., проф. Губенко В.К.

Статья поступила 20.01.2015 г.