

СССР - МПС
ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

В.У. ВАРОЛОМЕЕВ

На правах рукописи

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВОЗНОЙ
ТЯГИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ ПРО-
МЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

(05.438 - Подвижной состав и тяга поездов)

А В Т О Р Е Т Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Днепропетровск - 1972

НТБ
ДНУЖТ

Работа выполнена на кафедре локомотивов и локомотивного хозяйства Днепропетровского института инженеров железнодорожного транспорта. Экспериментальные исследования проводились на заводах МЧМ СССР.

Научный руководитель - доктор технических наук,
профессор В.Н. ТВЕРДИН.

Официальные оппоненты:

1. Доктор технических наук, профессор Н.А. МАЛОЗЕМОВ.
2. Кандидат технических наук Г.Д. ЗАБЕЛИН.

Ведущее предприятие - Дзавовский металлургический завод им. Ильича.

Автореферат разослан "___" _____ 197__ г.

Защита диссертации состоится "___" _____ 197__ г.
на заседании Совета Днепропетровского института инженеров железнодорожного транспорта (г. Днепропетровск, Ю, ул. Университетская, 2, ДИИТ).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Просим принять
отзывы.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТ
ФАКУЛЬТЕТОВ,

НТБ
ДНУЖТ

СССР - МПС
ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

В.У. ВАРФОЛОМЕЕВ

На правах рукописи

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВОЗНОЙ
ТЯГИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ ПРО-
МЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

(05.438 - Подвижной состав и тяга поездов)

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Днепропетровск - 1972

НТБ
ДНУЖТ

4676a

ВГ 00817. Цели и задачи 14. УЛ 1972 г.
Заказ 1800; Тираж 160, Объем 1,5 к.л.
Дизайн, 1972 г. Репр-нт ОЗ ДМетК

НТБ
ДНУЖТ

ВВЕДЕНИЕ

На XIII съезде КПС было отмечено, что главная задача новой пятилетки состоит в том, чтобы обеспечить значительный подъем материального и культурного уровня жизни народа на основе высоких темпов развития социалистического производства, повышения его эффективности, научно-технического прогресса и ускорения роста производительности труда.

Эти требования полностью относятся к железнодорожному транспорту, в том числе к транспорту промышленных предприятий. Транспортные мадерны являются одними из важнейших элементов стоимости продукции предприятия. В различных областях народного хозяйства на их долю приходится 10 - 40% всех затрат, а в целом по стране они составляют не менее 20%. Поэтому решение вопросов, связанных с удешевлением перевозок имеет важное народнохозяйственное значение.

Ведущее место среди других видов промышленного транспорта принадлежит железнодорожному транспорту, на долю которого приходится более 60% всех перевозок. В настоящее время промышленный железнодорожный транспорт интенсивно оснащается новыми видами тяги - тепловозной и электровозной. Только за годы 9-ой пятилетки промышленный транспорт получит несколько тысяч новых тепловозов.

Несмотря на то, что коэффициент полезного действия новых видов локомотивов в несколько раз выше по сравнению с паровозами, при внедрении прогрессивных видов тяги на некоторых предприятиях общие затраты на тяговые средства не только не снизились, а наоборот, даже возросли. Поэтому решение вопросов, направленных на улучшение работы тепловозов, учитывая что этот вид тяги является ведущим на промышленном железнодорожном транспорте, приобретает актуальное значение.

НТБ
ДНУЖТ

Из всего многообразия путей повышения эффективности тепло-возной тяги на промышленном транспорте можно выделить два основных: совершенствование конструкции выпускаемых тепловозов, путем повышения их надежности и долговечности, а также более рациональное использование тепловозов в местах их эксплуатации.

Эти вопросы рассматриваются в данной диссертационной работе.

Г Л А В А I

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛОКОМОТИВНОГО ХО- ЗЯЙСТВА ПРОМЫШЛЕННОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Промышленный транспорт предназначен обеспечить транспортировку грузов в сфере производства различных отраслей промышленности. Он включает в себя различные виды транспорта: железнодорожный, автомобильный, конвейерный, канатно-подвесной, гидравлический, воздушный, трубный и др. Ведущим является железнодорожный транспорт.

Из всех затрат на промышленном железнодорожном транспорте наибольшие затраты приходится на локомотивную службу. Они составляют около 40%. Поэтому улучшение работы локомотивов на предприятии может оказать большое влияние на снижение себестоимости выпускаемой продукции.

К 1970 году собственными локомотивами располагали 11000 предприятий. Большинство предприятий имеет небольшой локомотивный парк, состоящий из нескольких локомотивов. До 10 локомотивов имеет 98% предприятий. Самые 10 локомотивов - всего 7%. Однако 51% локомотивов находится на предприятиях, парк которых превышает 10 локомотивов.

НТБ
ДНУЖТ

К таким предприятиям относятся прежде всего металлургические заводы.

Локомотивный парк промышленных железных дорог характеризуется:

1. Многосерийностью и разнотипностью локомотивов.
2. Разбросанностью локомотивного парка мелкими группами по отдельным предприятиям.
3. Высокими нормами простоя и высокой стоимостью всех видов ремонта по сравнению с магистральным транспортом.
4. Низкими скоростями движения локомотивов.
5. Нередко эксплуатацией локомотивов в области высоких температур, а также в местах с большой загазованностью и большой запыленностью воздуха.
6. Эксплуатацией локомотивов при плохом состоянии пути, при наличии большого количества кривых малого радиуса.

На промышленном железнодорожном транспорте ведущее место принадлежит тепловозной тяге, о чем свидетельствуют темпы ее внедрения на предприятиях. Расчеты показывают, что в будущем на долю тепловозной тяги придется более 6% всех перевозок.

На промышленном железнодорожном транспорте очень плохо поставлен учет работы отдельных служб. Показатели и система учета устарели и не отвечают современным требованиям. В настоящее время невозможно, основываясь на системе учета, оценить качество работы локомотивного парка на том или ином предприятии.

В локомотивном хозяйстве промышленного транспорта отсутствует специализация и кооперирование при ремонте локомотивов, что увеличивает затраты, приходящиеся на тяговые средства предприятий.

Всестороннее проведение соответственно направленных научно-исследовательских работ, несомненно, может улучшить качество работы локомотивов промышленного транспорта.

НТБ
ДНУЖТ

Г Л А В А П

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОВОЗНОЙ ТЯГИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧА ИССЛЕДОВАНИЯ

Поступление на промышленные предприятия высокоэкономичных локомотивов - тепловозов и электровозов не только не снизили транспортные расходы, а наоборот, в некоторых случаях даже их увеличили. Сравнивая изменения видов затрат, происшедшие при переходе предприятий с паровозной тяги на тепловозную, видно, что затраты на топливо, как и следовало ожидать, снизились с 30% до 9%. Однако в то же время в несколько раз возросли амортизационные отчисления. В других затратах существенных изменений не произошло.

Основываясь на опыте автора, принимавшего самое непосредственное участие в переводе Идмановского металлургического завода на тепловозную тягу, а также на анализе работы транспортных цехов заводов металлургических, коксохимических, химических, строительных материалов и др. Донецкой и Днепропетровской областей, в работе рассматриваются возможные пути снижения отдельных затрат в тепловозном хозяйстве и, в первую очередь, затрат на амортизационные отчисления. Величина амортизационных отчислений зависит от величины капитальных вложений. Можно выделить две основные причины, влияющие на величину капитальных вложений в тяговое хозяйство. Одна из них зависит от конструкции тепловозов, которая выражается в их стоимости и вторая зависит от качества эксплуатационной работы в местах использования тепловозов, определяющего количество тепловозов, вводимых в эксплуатацию.

НТБ
ДНУЖТ

На размеры инвентарного парка тепловозов, обуславливающего амортизационные отчисления, может также оказать влияние надежность эксплуатируемых тепловозов. Для освещения указанных вопросов были изучены условия эксплуатации тепловозов на целом ряде предприятий, а для определения особенностей режимов работы тепловозов были проведены тягово-эксплуатационные испытания на различных заводах, кроме того, был собран большой статистический материал о повреждаемости тепловозов серии ТЭМ1, ТЭМ3, ТГМ1.

Г Л А В А И

КРАТКИЙ ОБЗОР НАИБОЛЕЕ ВАЖНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОВОЗНОЙ ТЯГИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Исследования, проведенные на магистральном транспорте и направленные на повышение эффективности тепловозной тяги, для промышленных тепловозов применимы лишь частично. Особенности условий эксплуатации, особенности режимов работы тепловозов на промышленном транспорте вызывают необходимость проведения более глубоких исследований в данной области. Однако работ, направленных на повышение эффективности тепловозной тяги на промышленном транспорте, слишком мало.

К первым работам, направленным на улучшение эксплуатации локомотивов промышленного транспорта, следует отнести работы Е.А. Анкеева, В.И. Баханова (ЦНИИ МПС), А.М. Гевесина (ВНИИЧертмет), которые однако писались, когда преобладавший была паровозная тяга.

Исследования проведенные ЦНИИ МПС в содружестве с ХИПом и ВНИИЧертметом М.Б. Миничевым, Н.Я. Смаежим, Г.Х. Хрипунс, Г.Е. Науменым, А.И. Гевесиним, Я. Ф. Гриневым, определяли, что промышленный железнодорожный транспорт таит в себе большие резервы. Это дало

НТБ
ДНУЖТ

основание авторам написать, что "разработка вопросов экономики промышленного транспорта, оставшихся до последнего времени вне поля зрения научных работников, являются важной и неотложной задачей".

В последние годы большая работа, направленная на улучшение использования локомотивов промышленного транспорта, проводится институтами ВомтрансНИИпроект, ДИИТом, ХИИТом, РИИТом, ВНИИЧермет, ВНИИЧермет и др. Особый интерес представляют исследования П.А. Налеста, Н.Е. Иванова, А.П. Белая, Г.Д. Забелина, В.П. Мухина и др.

Однако многие вопросы, касающиеся особенностей конструкции тепловозов промышленного транспорта, наиболее эффективного способа эксплуатации тепловозов на предприятиях, системы учета и технико-экономических показателей, характеризующих рациональность использования тепловозов по участкам работы, продолжают оставаться малоизученными.

Г Л А В А I V

ТИГОВО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТЕПЛОВОЗОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Методика проведения испытаний тепловозов с помощью динамометрического вагона, принятая на магистральном транспорте, применяется не на всех участках промышленного транспорта. Большое количество поворотов малого радиуса, ограничение путевого развития по длине, большая стесненность путей, малые веса поездов, преобладание маневрового характера работы делают применение динамометрического вагона на заводах невозможным. При испытаниях промышленных тепловозов необходимо применять такую аппаратуру, которую можно разместить в кабине машиниста. Поэтому для проведения тиггово-эксплуатационных испытаний тепловозов автором применялись: магистраль

НТБ
ДНУЖТ

автоматический регистратор, изготовленный во ВНИИ, позволяющий обрабатывать информацию непосредственно на ЭЦМ; самопишущие показывающие с применением переменного тока на 127 вольт для автопротяжного механизма от преобразователя радиостанции, а также хронометражные наблюдения с записью показаний приборов пульты управления тепловозов наблюдениями.

При испытании тепловозов ставились две задачи:

1. Изучить особенности режимов работы тепловозов на предприятиях.
2. Определить интенсивность загрузки тепловозов в эксплуатации по мощности и по времени.

Испытания проводились на металлургических заводах им. Ильича в Азовстали, на коксохимическом заводе города Дзенова.

Результаты испытаний тепловозов серии ТЭЗ и ТЭМ1 приведены в таблице I.

Таблица I.

№ п/п	Режимы работы тепловозов	Ед. изм.	ТЭЗ	ТЭМ1
1.	Простой тепловозов с заглушенным дизелем	%	5,8	4,6
2.	Простой тепловозов при работе дизеля на холостых оборотах	%	49,9	47,0
3.	Движение тепловоза при работе дизеля на холостых оборотах	%	17,6	16,1
4.	Движение тепловоза при работе дизеля под нагрузкой	%	27,2	32,3
5.	Среднесуточный пробег тепловоза	км	60±120	80±80
6.	Рабочие скорости тепловоза	км/час	5 + 15	5+15
7.	Максимальная скорость, развиваемая тепловозом	км/час	30+ 35	25
8.	Среднее количество переключений за I час работы тепловоза	-	20+ 40	26+48

Включены загрузки по мощности тепловозов ТЭЗ на доменном участке и тепловозов ТЭМ1 на сталепрокатном участке предприятия.

НТБ
ДНУЖТ

даны в таблице 2.

Таблица 2.

Мощность в % от номинальной	0	0 + 12,5	12,5 + 25	25 + 37,5	37,5 + 50	50 + 62,5	62,5 + 75	75 + 87,5	87,5 + 100
Время в % работы тепловоза ТЭС в каждом интервале мощности	71,39	12,92	8,5	1,12	1,17	1,53	1,1	2,25	0
Время в % работы тепловоза ТЭМ1 в каждом интервале мощности	65,86	21,6	9,8	2,4	0,8	0,04	0	0	0

Г Л А В А У

ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОВОЗОВ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО НЕЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ИХ КОНСТРУКЦИИ

Условия эксплуатации и режимы работы тепловозов на промышленном транспорте, как показали тягово-эксплуатационные испытания, значительно отличаются от условий работы тепловозов на магистральном транспорте. В то же время магистральные тепловозы без каких-либо конструктивных изменений направляются для работы на промышленный транспорт. Это вносит дополнительные затраты на тяговые средства.

Наиболее характерные особенности работы промышленных тепловозов:

1. Продолжительность эксплуатации тепловозов при холостых оборотах двигателя доходит до 60-70% от общего времени работы. В результате этого перерасходуется дополнительно топливо в сутки в среднем тепловозом ТЭС - 370 кг., ТЭМ1 - 150 кг., ТТМЗ - 120 кг. Время холостой работы можно noticeably сократить, если применить воздушный пуск, который является более простым, менее дорогостоящим.

ним и в то же время надежным в работе. Автором воздухозапуск широко применялся для тепловозов серии ТТНІ в период внедрения тепловозной тяги на Хлановском металлургическом заводе им. Ильича, когда испытывались затруднения с приобретением аккумуляторов. Воздухозапуск оправдал себя, однако он требует конструктивных доработок.

2. Продолжительная эксплуатация тепловозов на частичных нагрузках, т.е. в экономически невыгодных режимах. Как показала совмещенная диаграмма использования мощности тепловозов, полученная в результате испытаний, с регулировочной характеристикой тепловозов, тепловозы эксплуатируются основное время на режимах, когда удельный расход топлива составляет $250+300 \text{ г/б.л.с.ч.}$, т.е. к.п.д. тепловозов снижается до $18+20\%$.

Необходимо работу тепловозов сместить в зону экономичных расходов топлива.

3. Тепловозы на промышленном транспорте эксплуатируются при малых скоростях. Конструктивную скорость тепловозов с электрической передачей для промышленного транспорта можно снизить на 50% . Это несомненно упростит тепловоз, снизит его стоимость.

4. На промышленном транспорте тепловозы эксплуатируются при резком изменении нагрузок, при часто меняющихся оборотах дизеля. Возникающие в результате этого динамические усилия значительно выше у быстроходных дизелей. По этой причине быстроходные дизели часто выходят из строя (то-есть не только в результате появления износных отказов.) Это одна из многих причин неэкономичности применения быстроходных дизелей на тепловозах промышленного транспорта.

5. На промышленном транспорте тепловозы эксплуатируются на сильнозапыленных участках, иногда в зоне высоких температур. Эту особенность необходимо учитывать при обеспечении герметичности электрических машин и электрической аппаратуры, а также при

НТБ
ДНУЖТ

расчете теплоизоляции тепловозов. В последнем заслуживает внимания работы ПромтрансНИИпроект.

6. На промышленном транспорте тепловозы эксплуатируются на участках с большим количеством кривых малого радиуса, что приводит к снижению надежности и долговечности экипажной части тепловоза. Вопросы внесения в кривые тепловозов требуют специальной разработки.

Все эти особенности условий эксплуатации тепловозов на промышленном транспорте должны учитываться при разработке технических условий на проектирование новых тепловозов.

ГЛАВА УИ

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РАБОТЫ ЛОКОМОТИВОВ НА ЖЕЛЕЗНО- ДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Как отмечалось на XXIV съезде КПСС - одним из узловых вопросов экономической политики партии является интенсификация общественного производства.

Интенсификация общественного производства заключается в повышении его эффективности и прежде всего в увеличении отдачи от капиталовложений. Локомотивы на промышленном железнодорожном транспорте являются одной из наиболее важных частей основных производственных фондов. Поэтому эксплуатация их должна осуществляться исключительно четко, на научной основе.

Мероприятия, направленные на повышение интенсификации магистрального транспорта, на промышленном транспорте применимы лишь частично. На промышленном транспорте подобные мероприятия можно свести к следующим:

1. Более полной загрузки тепловозов по времени в период эксплуатации.

НТБ
ДНУЖТ

2. Более полному использованию мощности тепловозов в период эксплуатации.

3. Сокращению доли времени простоя тепловозов в ремонте по сравнению с временем нахождения в эксплуатации.

Трудности определения интенсивности использования локомотивов на предприятиях заключаются в том, что нет показателей на промышленном транспорте, которые могли бы характеризовать качество использования локомотивов.

Поэтому в диссертации прежде всего разработано несколько качественных показателей, с помощью которых можно оценивать и контролировать работу локомотивного парка предприятия.

Расчет первого показателя основывается на существующей системе учета и на существующих количественных показателях, с применением некоторых из них. При этом определяется взаимосвязь между грузооборотами предприятия или отдельных его участков в тоннах или тоннокилометрах и потенциальной энергией рабочего парка локомотивов,

$$C = \frac{Q_r}{A},$$

где C - удельная производительность рабочего парка локомотивов;

Q_r - грузооборот предприятия или участка в т., или тм.;

A - потенциальная энергия рабочего парка локомотивов, предназначенного для выполнения данного объема перевозок в л.с.ч.

Локомотиво-часы для характеристики выполненной работы применять нельзя, так как тепловозы разной мощности дают одни и те же локомотиво-часы. Вместо локомотиво-часов предлагается измерять "лошадиные силы-часы".

Потенциальная работа, которая может быть выполнена локомотивами в номинальных условиях, определяется по формуле

$$A = t \cdot n_{\text{мес}} (N_p^I \cdot P^I + N_p^{II} \cdot P^{II} + \dots + N_p^n \cdot P^n) \text{ л.с.ч.},$$

НТБ
ДНУЖТ

где t - время работы тепловоза за сутки в часах;

$n_{\text{мес}}$ - количество дней в месяце;

N_p, N_p^*, N_p^{**} - количество локомотивов по сериям;

$P, P', \dots, P^n$ - номинальная мощность серии тепловозов.

Предложенный показатель удельной производительности локомотивов был подсчитан для металлургических заводов Украины. Хорошая взаимосвязь между грузооборотом предприятия в ткм и работой локомотивов в л.с.ч. наблюдается для предприятий, месячный грузооборот которых превышает I, II $\times 10^6$ ткм. Для таких предприятий следует рекомендовать предложенный показатель. В аналитическом виде эта зависимость выражается формулой

$$Q_p = 0,0023A^2 + 0,036A$$

Если количество перевезенного груза учитывать в т., а работу локомотивов в л.с.ч., то взаимосвязь несколько ухудшается, хотя при этом показатель удельной производительности локомотивов становится более универсальным, т.е. он может иметь распространение и на более мелкие предприятия, грузооборот которых в месяц меньше I, II $\times 10^6$ ткм. В этом случае взаимосвязь между грузооборотом и работой локомотивов определяется зоной, ограниченной кривыми

сверху $Q_p^* = 0,0002A^2 + 0,11A + 0,01$

снизу $Q_p^* = 0,0007A^2 + 0,024A + 0,01$

Нейтральная кривая определяется уравнением, если пренебречь свободным членом $Q_p = 0,0004A^2 + 0,072A$

Для оценки интенсивности использования только рабочего парка локомотивов предлагается другой показатель - коэффициент использования энергии рабочего парка локомотивов, подсчет которого основывается на результатах тягово-эксплуатационных испытаний с определением коэффициентов загрузки тепловозов по мощности и по времени. Этот коэффициент использования энергии рабочего парка определяется по формуле

$$\rho = \frac{A}{N}$$

НТБ
ДНУЖТ

где A_{ϕ} - фактически затраченная работа тепловозами на перевозку грузов.

$$A_{\phi} = t \cdot N_{\text{мех}} (d' \cdot \omega' \cdot N' \cdot P' \cdot d'' \cdot \omega'' \cdot N'' \cdot P'' \dots + d^n \cdot \omega^n \cdot N^n \cdot P^n) \text{ л.с.ч.}$$

$d', d'', \dots, d^n$ - коэффициенты, учитывающие степень использования мощности локомотивов;

$$d = \frac{A_{\phi}}{A_n},$$

A_n - полная работа тепловоза, которую он мог бы выполнять на участке эксплуатации, при максимальном использовании мощности, без учета простоя его без работы

$$A_n = N_k \cdot T_{\text{роб}}$$

N_k - касательная мощность данной серии тепловоза в л.с.;

$T_{\text{роб}}$ - время занятости тепловоза в работе

$\omega', \omega'', \dots, \omega^n$ - коэффициенты, характеризующие использование локомотивов по времени.

Большую часть времени тепловозы на промышленном транспорте работают при частичных нагрузках все время изменяющихся по величине. Поэтому фактическую работу тепловоза A_{ϕ} можно определить по формуле

$$A_{\phi} = \int_0^{T_{\text{роб}}} N_k^r \cdot dt$$

где N_k^r - текущее значение касательной мощности тепловоза;

t - координата времени, проработанного тепловозом.

Для простоты подсчета A_{ϕ} более целесообразно определить предварительную загрузку мощности по интервалам от 0 до $N_{\text{мех}}$. Количество интервалов удобно выбрать в количестве $K=8+10$. Тогда A_{ϕ} можно подсчитать по формуле

$$A_{\phi} = \sum_{i=1}^K N_{ki} \cdot t_i,$$

где N_{ki} - мощность тепловоза в данном интервале;

t_i - время работы тепловоза при мощности данного интервала.

Подсчитано среднее значение d , которое равно 0,24.

Коэффициент загрузки тепловоза по времени определяется по

НТБ
ДНУЖТ

формула

$$\omega = \frac{T_{\text{проб}}}{T_0}$$

где $T_{\text{проб}}$ - время работы тепловоза на данном участке, без учета простоев;

T_0 - общее время нахождения тепловоза в эксплуатации на данном участке

Несмотря на некоторую сложность подсчета коэффициентов ω и ω , основанное на результатах испытания тепловозов, вопрос правильного распределения тепловозов по участкам работы без таких вычислений решить невозможно. А произвольная расстановка тепловозов по участкам работы чревата ошибками. К примеру 7 тепловозов серии ТЭМ1 на отапливаемом участке (см. табл. I) имеют загрузку по мощности не более чем на 6%. На этом участке вполне мог бы справиться с работой тепловоз серии ТЭМ2Б, стоимость которого значительно ниже. Только на данном участке возможно снижение капитальных затрат на тяговые средства более чем на 450 тысяч рублей.

В работе был определен закон распределения статистической информации о простое тепловоза на участках без работы, что является прямой характеристикой коэффициента ω . Для увеличения достоверности результатов расчета, в данной работе кроме испытаний тепловозов, проведенных автором, использованы материалы испытаний тепловозов, проведенные на Челябинском металлургическом заводе кафедрой локомотивов и локомотивного хозяйства ДИИТа. Данное распределение, в котором случайной величиной является время, подчиняется нормальному закону с математическим ожиданием $M_x^* = 46,83$ и средним квадратичным отклонением $\sigma_x^* = 12,64$.

Аналитическое выражение плотности вероятности полученного распределения имеет вид

$$f(x) = \frac{1}{12,64 \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-46,83)^2}{2 \cdot 12,64^2}},$$

Таким образом, в конечном результате получено среднее значение коэффициента ω

$$\omega_{\text{ср}} = 0,58$$

НТБ
ДНУЖТ

На основании средних значений коэффициента использования тепловозов по времени и по мощности получено среднее значение коэффициента использования энергии рабочего парка локомотивов.

$$\gamma_{\text{ср}} = 12,8\%$$

что свидетельствует о имеющихся резервах, которые могут позволить повысить эффективность использования тепловозной тяги.

Завышение простоя тепловозов на ремонтах, особенно на небольших предприятиях, неправильно выбранная цикличность ремонтов в конечном счете снижает время нахождения тепловозов в эксплуатации, что в свою очередь ведет к увеличению численности инвентарного парка локомотивов предприятия. Учесть подобное время можно с помощью коэффициента нахождения тепловоза в эксплуатации

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{и}}}{n \cdot T_{\text{м}}}$$

где $T_{\text{м}}$ - суммарное время нахождения тепловозов в эксплуатации и во всех видах депоовского ремонта;

n - количество рассматриваемых тепловозов.

Основываясь на анализе работы локомотивов 63 предприятий отрасли, получены средние значения коэффициента β для предприятий, имеющих инвентарный парк от 1 до 120 локомотивов. Часть этих коэффициентов приведена в таблице 3.

Таблица 3.

Инвентарный парк предприятия	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Значения коэффициента в %	55	58	64	67	71	73	74	75	76	72	72	73	73

Таблица еще раз подтверждает низкую эффективность небольших локомотивных хозяйств, которых так много на промышленном транспорте.

НТБ
ДНУЖТ

Для возможности определения потребной мощности тепловоза для различных участков предприятия, еще до начала внедрения тепловозной тяги, в диссертации разработана специальная методика, проведенная которой дала положительные результаты.

ГЛАВА VII

ВЛИЯНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОВОЗОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Тепловозы, эксплуатируемые на промышленном транспорте, не одинаково устойчивы в работе. Для определения их надежности были использованы такие показатели, как вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, параметр потока отказов, средняя наработка на отказ, которые рекомендуются ГОСТом 13377-67, ОСТом 24.04.03. Сбор и обработка информации о повреждаемости узлов тепловозов соответствовала указаниям ОСТа 24.04.05. Необходимо заметить, что на величину показателей надежности определенное влияние могут оказывать достоверность собранной информации, принятое деление неисправностей на отказы I вида, отказы II вида, дефекты, а также принятая классификация тепловоза как система по отдельным элементам. Сбор информации производился на заводах Украины, а также Урала. В расчетах использована информация о повреждаемости 63 тепловоза серии ТЭМ1, 44 тепловозов серии ТГМЗ, 29 тепловозов серии ТГМ1, хотя наблюдения велись за большим количеством тепловозов. Определялась надежность только начиная с момента ввода тепловоза в эксплуатацию, чтобы избежать влияния на надежность некачественного ремонта. Результаты расчетов изменения надежности тепловозов ТЭМ1, ТГМЗ, ТГМ1 в зависимости от проработанного времени представлены на рисунке 1.

НТБ
ДНУЖТ

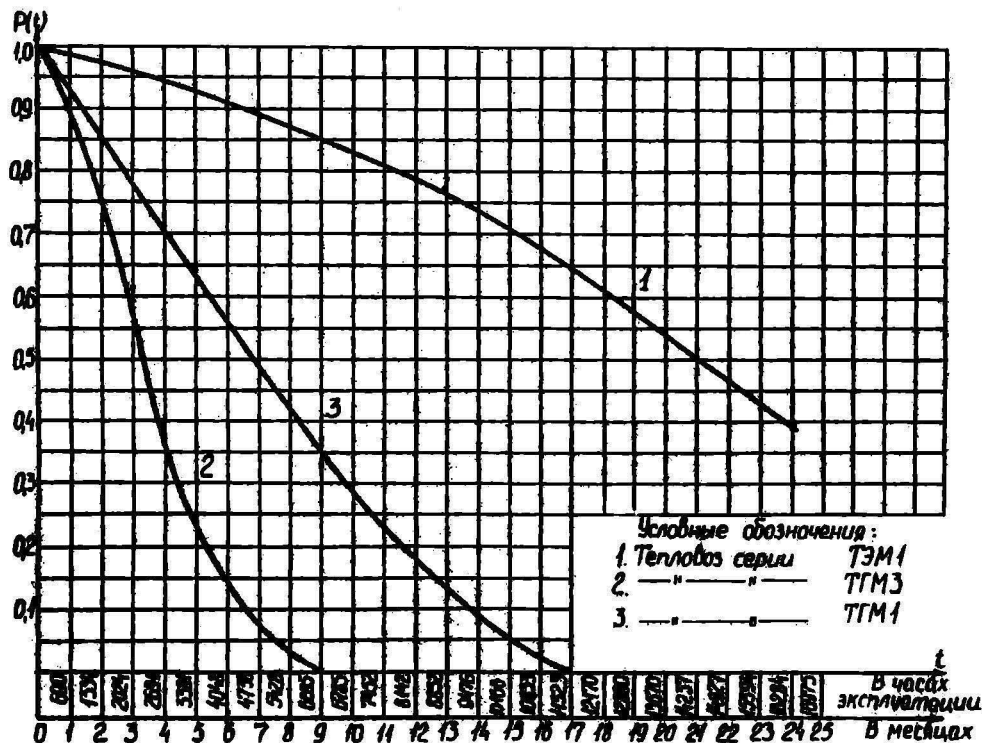


Рис.17. Вероятность безотказной работы тепловозов
серии ТЭМ1, ТГМ3, ТГМ1.

При применении метода сравнительных оценок было выяснено, что тепловозы серии ТГМ1 и, особенно, тепловозы серии ТГМ3 имеют значительно меньшую надежность по сравнению с тепловозом серии ТГМ2. Уже через три месяца эксплуатации вероятность безотказной работы тепловозов серии ТГМ3 снижается до 0,6, тепловоза серии ТГМ1 - до 0,76 в то время как такой же показатель тепловоза серии ТГМ2 снижается всего лишь до 0,97.

Низкая надежность тепловозов серии ТГМ3 и ТГМ1 определяется в основном неустойчивой работой дизеля и гидравлической передачи. Однако необходимо заметить, что надежность гидравлической передачи в последние годы повысилась.

Низкая надежность тепловозов серии ТГМ3 и ТГМ1 увеличивает значительно затраты на ремонт и снижает время нахождения этих тепловозов в эксплуатации.

Для того чтобы дать экономическую оценку надежности тепловозов, на заводе А, который полностью перешел на тепловозную тягу и который имеет все серии тепловозов, эксплуатируемые на промышленном транспорте, в течение года самым тщательным образом собиравшись затраты и учитывался простой по всем видам ремонта. На основании этой информации были подсчитаны среднегодовые затраты на ремонт и средняя доля времени нахождения в эксплуатации по каждой серии тепловозов, а также подсчитаны экономические показатели: коэффициент технического использования и коэффициент ремонтных затрат (см. таблицу 4)

Таблица 4.

№ п/п	Показатели	Тепловозы			
		ТГМ2	ТГМ1	ТГМ3	ТГМ1
1.	Коэффициент ремонтных затрат	4,33	2,94	10,54	10,3
2.	Коэффициент технического использования	0,908	0,914	0,79	0,88

НТБ
ДНУЖТ

Расчеты показали, что в результате более низкой надежности, тепловоз серии ТГМ1 а, особенно, ТГМ3 имеет более высокие затраты на ремонт, меньше времени находится в эксплуатации.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Проведенные исследования показали, что при эксплуатации тепловозной тяги на промышленном транспорте не используются все ее преимущества, которые она имеет перед другими видами тяги. Несмотря на высокий коэффициент полезного действия тепловозов с внедрением тепловозной тяги на предприятии затраты на тяговые средства иногда даже возрастают.

2. Анализируя составные части затрат в локомотивном депо промышленного транспорта при паровой тяге и при тепловозной тяге, видно, что весомость отдельных видов затрат сильно изменилась. Наряду со снижением затрат на топливо с 30,0% до 9,3% значительно возросли затраты на амортизационные отчисления. При паровой тяге они составляли 5,0%, а при тепловозной тяге увеличились до 23,7%.

Рассматривая возможные пути повышения эффективности тепловозной тяги на промышленном транспорте, именно, в снижении затрат на капиталовложения необходимо искать основные неиспользованные резервы.

3. Тягово-эксплуатационные испытания показали, что режимы работы тепловозов внутризаводского транспорта значительно отличаются от режимов работы тепловозов магистрального транспорта. Для промышленных тепловозов характерны:

- резкопеременная нагрузка, часто изменяющаяся по времени; ✓
- продолжительная работа дизеля на холостом ходу; ✓
- преобладание маневрового характера работы при небольших скоростях 5-15 км/час, в поездной работе скорость не превышает 40 км/час; 4/
- работа почти полностью при частичных нагрузках дизеля;

НТБ
ДНУЖТ

- работа при наличии большого количества криных наго р дн
уса, иногда в сильно запыленных местах, иногда при нисо-
ной температуре

Все эти особенности условий эксплуатации тепловозов на промышленном транспорте не в достаточной степени учтены при выпуске тепловозов для промышленных железных дорог, в результате эффективность использования тепловозной тяги снижается. Полученные результаты исследований можно использовать при совершенствовании узлов и узлов оторонихся тепловозов.

4. Интенсивность использования тепловозов на промышленном транспорте низкая. Не всегда тепловозы загружены достаточно полно по времени, и очень часто недоиспользуются по мощности. Результаты эксплуатационных испытаний показали, что средняя загрузка по времени не превышает 46,8%, по мощности - 24,2%. Иногда встречаются участки, на которых максимальная мощность загрузки тепловоза составляет всего 60-70% от номинальной, что говорит о возможности применения на данном участке менее мощного, а следовательно, и менее дорогостоящего тепловоза. Правильно расставить тепловозы по участкам в зависимости от их мощности можно только с помощью проведения тягово-эксплуатационных испытаний, которые на промышленном транспорте очень редко проводятся.

5. Существующая система учета работы тепловозов на промышленном транспорте устарела и не отвечает современным требованиям. В ней совершенно отсутствуют качественные показатели, позволяющие оценить интенсивность использования тепловозов на каждом предприятии. Существующая система не отличается единством, что затрудняет учет и сопоставление качества работы тепловозов на отдельных предприятиях. В данной работе разработана система показателей, позволяющая более правильно оценивать работу локомотивов. Для оценки интенсивности эксплуатации тепловозов предложено два показателя, первый из которых определяется на основании существующей системы

ННБ
ДНУЖТ

учета с изменением некоторых показателей, и второй определяется на основании тягово-эксплуатационных испытаний тепловозов. Степень влияния отдельных факторов на общую интенсивность эксплуатации тепловозов можно определять с помощью ряда коэффициентов, методики определения которых разработаны в диссертации.

6. Надежность тепловозов промышленного транспорта может оказывать значительное влияние на экономические показатели депо. Низкой надежностью отличаются тепловозы серии ТГМЗ, ТГМІ. Вероятность безотказной работы их уже через 8 месяцев эксплуатации снижается соответственно до 0,6 и до 0,76, в то время как у тепловоза серии ТЭМІ-всего до 0,97. Недостаточная надежность этих тепловозов в основном определяется низкой надежностью вспомогательных двигателей и в некоторой степени ненадежной работой гидравлических передач. По сравнению с тепловозом серии ТЭМІ в результате низкой надежности locomotive парк тепловозов серии ТГМЗ должен быть увеличен на 11,4%, тепловозов серии ТГМІ - на 2,85. Надежность проектируемых тепловозов для промышленного транспорта должна быть не ниже надежности тепловоза серии ТЭМІ.

Основные положения диссертации опубликованы:

1. Барфоломеев В.У. Рациональные технико-экономические показатели работы локомотивов промышленных железных дорог. Труды ДНІТ'а, вып. 80, Днепропетровск, 1967.
2. Барфоломеев В.У. Рациональные технико-экономические показатели работы локомотивов промышленных железных дорог. Тезисы докладов УИ научно-технической конференции ДНІТ'а, Днепропетровск, 1967.
3. Барфоломеев В.У. Повышение эффективности использования тяговой тяги на промышленном железнодорожном транспорте. Тезисы докладов первой республиканской конференции молодых ученых-железнодорожников, Днепропетровск, 1969.

НТБ
ДНУЖТ

4. Варфоломеев В.У. Надежность локомотивов промышленного транспорта. Материалы первой межвузовской научно-технической конференции по проблемам надежности дизельного подвижного состава, Омск, 1970.
5. Варфоломеев В.У. Режимы работы тепловоза серии ТЭЗ на промышленном транспорте, Материалы юбилейной научно-технической конференции ДИИТ'а, Днепропетровск, 1970.
6. Варфоломеев В.У. Надежность тепловозов серии ТГМ1, ТГМ3. Труды ДИИТ'а, вып. 121, 1971.
7. Варфоломеев В.У. Сравнительная оценка надежности тепловозов, эксплуатируемых на промышленном транспорте. Труды ДИИТ'а, вып. 121, 1971.
8. Варфоломеев В.У. Среднеэксплуатационный параметр потока отказов тепловозов серии ТЭЗ, ТЭМ1, ТГМ3, ТГМ1, эксплуатируемых на промышленных предприятиях. Труды ДИИТ'а, вып. 137, 1971.

По материалам, включенным в диссертацию, были
сделаны доклады:

1. На XII научно-технической конференции ДИИТ'а в марте 1967 года, г. Днепропетровск.
2. На первой республиканской конференции молодых ученых -железнодорожников в феврале 1969 г., г. Днепропетровск.
3. На первой межвузовской научно-технической конференции по проблемам надежности дизельного подвижного состава в феврале 1969 года, г. Омск.
4. На координационном совещании служб эксплуатационной надежности предприятий Гидротепловоза Министерства тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения, проводимое ВНИТИ и Валуцким машиностроительным заводом в июне 1969 года, г. Валута.
5. На юбилейной научно-технической конференции ДИИТ'а в апреле 1970 года, г. Днепропетровск.