

ХАРЬКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛ.-ДОР. ТРАНСПОРТА

На правах рукописи

РЫБАЛЬЧЕНКО Евгений Александрович

РАСШИРЕНИЕ ДИАПАЗОНА МОЩНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО
ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА ПРИМЕНЕНИЕМ КОЛИЧЕСТВЕННОГО
РЕГУЛИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ГАЗОТУРБИННОГО НАДУВА

05.04.02 - Тепловые двигатели

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Харьков - 1993

Л 27.12

Работа выполнена на ПО "Лугансктепловоз"

Научный руководитель - доктор технических наук,
профессор **СИМСОН А.Э.**

- кандидат технических наук,
доцент ПЕЛЕТЕЙЧЕНКО В.И.

официальные оппоненты - доктор технических наук,
профессор КАНИЛО П.М.

- кандидат технических наук
СТРОКОВ А.П.

ведущее предприятие - ПО "з-д Малышева", г. Харьков

Защита состоится "24" июня 1993г. в 13³⁰ ча-
сов на заседании специализированного совета КИ14.04.01 при Харь-
ковском институте инженеров железнодорожного транспорта по адресу:
310050, г. Харьков-50, пл. Фейербаха, 7

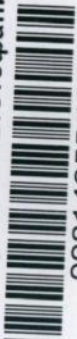
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан "24" июня 1993г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
кандидат технических наук

ПЕЛЕТЕЙЧЕНКО В.И.

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00814355 (Q)

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В настоящее время в развитии тепловозостроения наблюдается тенденция к разработке универсальных магистральных тепловозов, которые могут быть использованы одновременно для пассажирских и грузовых перевозок.

Практически все зарубежные магистральные тепловозы оснащены системой централизованного энергоснабжения поезда (ЦЭП), позволяющей в режиме пассажирских перевозок использовать часть мощности ДГ тепловоза для освещения, отопления и вентиляции состава. Требования к конкурентоспособности отечественных локомотивов, особенно экспортных модификаций, приводят к необходимости внедрения таких систем.

Для обеспечения требуемых тяговых характеристик локомотива и возможности применения ЦЭП необходимо использовать нетрадиционную форму тепловозной характеристики, с расширенным мощностным диапазоном в зоне промежуточных скоростных режимов.

При реализации такой формы тепловозной характеристики возникают трудности в согласовании характеристик турбокомпрессора и дизеля при работе в широком диапазоне скоростных и нагрузочных режимов.

Как правило, значительное расширение мощностного диапазона на частичных скоростных режимах не представляется возможным вследствие ограничения по помпажу компрессора ТК.

Известны методы, позволяющие улучшить согласование ТК и ДВС путем применения регулируемого турбонаддува, в частности, путем регулирования пропускной способности турбины или компрессора (качественное регулирование наддува). Известно также, что управление пропускной способностью турбины изменением площади соплового аппарата или управлением расходными характеристиками компрессора изменением площади лопаточного диффузора связано со значительными конструктивными сложностями. Наиболее простым способом регулирования турбонаддува является применение управляемого перепуска части сжатого воздуха или газа (количественное регулирование наддува).

В связи с тем, что системы перепуска позволяют решить вопрос приспособляемости дизеля и ТК без серьезных конструктивных изменений системы наддува, имеется необходимость в использовании возможности использования таких систем с целью расширения диапазона

мощности двигателя, в том числе, для ДГ современных магистральных тепловозов.

Такое исследование параметров ДГ на частичных скоростных режимах тепловозной характеристики, производимое совместно с оценкой воздействия различных вариантов систем количественного регулирования газотурбинного наддува на его статические и динамические характеристики является актуальным и представляет научный и практический интерес.

Цель работы

- исследование влияния различных видов перепуска на статические и динамические характеристики тепловозного дизель-генератора;
- разработка схем и конструкции регуляторов перепуска воздуха, обеспечивающих расширение диапазона мощности ДГ на частичных скоростных режимах;
- реализация требуемой ТУ на тепловозе ТЭ127 тепловозной характеристики, отличающейся расширенным диапазоном мощности в зоне частичных скоростных режимов.

Методы исследований. В работе использованы расчетные и экспериментальные методы исследования статических и динамических характеристик ДГ тепловоза.

Широко применены методы вычислительной техники, разработан ряд прикладных программ.

Экспериментальные исследования производились на экспериментальной реостатной станции ПО "Лугансктепловоз".

Научная новизна.

1. Предложен способ формирования тепловозных характеристик, отличающихся расширенным диапазоном мощности в зоне частичных скоростных режимов, путем управляемого перепуска части сжатого воздуха с выхода компрессора на его вход.

2. Определено необходимое количество перепускаемого воздуха, обеспечивающее требуемую величину запаса по помпажу на заданном скоростном и мощностном режиме.

3. Разработана математическая модель расчета динамических характеристик ДГ тепловоза, учитывающая совместную работу корректора по наддуву и различных вариантов систем количественного регулирования наддува.

4. Показано, что при совместной работе корректора по наддуву и регуляторов перепуска возможно ухудшение динамических характеристик ДГ тепловоза.

5. Показано, что выбором настройки характеристик корректора по наддуву можно обеспечить требуемое качество переходных процессов.

Определены необходимые уровни настройки корректора по наддуву для дизель-генератора ДГ251.

Практическую ценность работы составляют:

- методика и программа расчета на ЭВМ статических характеристик дизель-генератора тепловоза с различными видами перепуска;
- результаты теоретического и экспериментального исследования влияния различных видов перепуска и количества перепускаемого воздуха по позициям тепловозной характеристики на запас по помпажу и на статические параметры тепловозного дизель-генератора ДГ251;

- методика и программа расчета на ЭВМ переходных процессов, возникающих при набросе мощности по тепловозной характеристике, позволяющая учитывать совместную работу регуляторов перепуска воздуха и корректора по наддуву;

- схемы регуляторов перепуска, обеспечивающих расширение диапазона мощности на частичных скоростных режимах тепловозной характеристики;

- конструкции регуляторов перепуска, позволяющие реализовать требуемую тепловозную характеристику дизель-генератора ДГ251;

- рекомендации по настройке корректора по наддуву регулятора 4-7РС2, обеспечивающие необходимую длительность переходного процесса при наличии регулятора перепуска.

Внедрение и реализация в промышленности. Разработанный многопозиционный регулятор перепуска части сжатого воздуха с выхода компрессора на его вход применен на дизель-генераторе ДГ251 (12ЧН 21/21) тепловоза ТЭ127.

Применение этого регулятора перепуска позволило реализовать требуемую ТУ форму тепловозной характеристики и обеспечить проведение цикла предварительных испытаний тепловоза.

Суммарный экономический эффект от разработки составил 74355 рублей в год на тепловоз в ценах 1986 года.

Апробация работы. Результаты работы доложены и обсуждены на Всесоюзной научно-технической конференции, Москва, МВТУ им. Баумана, 1987 год, и на III Всесоюзной научно-технической конференции, Луганск, 1990 год. ●

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 5 печатных работах, получены два авторских свидетельства.

Структура работы. Диссертация изложена на 287 страницах основного текста, содержит введение, четыре главы, список литературных источников из 66 наименований, 43 рисунка и приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность проблемы, приведено сравнение эффективности различных способов регулирования наддува тепловозных ДВС.

В первой главе определены задачи исследований.

Показано, что для универсального магистрального тепловоза ТЭ127, предназначенного для работы в режимах грузовых и пассажирских перевозок, имеется необходимость в реализации дизель-генератором ДГ251 (дизель 12ЧН 21/21) тепловозной характеристики, отличающейся расширенным диапазоном мощности на частичных скоростных режимах.

Требуемая форма тепловозной характеристики - обусловлена оптимальными тяговыми характеристиками локомотива, имеющего пониженную нагрузку на ось в сравнении с имеющимися конструкциями магистральных тепловозов, а также применением на тепловозе в режиме пассажирских перевозок системы централизованного энергоснабжения поезда.

Показано, что для режима грузовых перевозок требуется реализовать характеристику $З (CDEF)$, Рис. 1; с целью использования тепловоза для различных режимов перевозок впоследствии планировалось использование характеристики C, EF .

При реостатных испытаниях тепловоза выяснилось, что реализация характеристики $З$ невозможна вследствие помпажа компрессора ТК на 8, 9 и 10 позициях. При этом точка Б соответствует началу помпажа на 8 позиции. В результате представилось возможным реализовать тепловозную характеристику 2 , форма которой такая же, как у серийных магистральных тепловозов.

Для реализации требуемой ТУ на тепловоз формы тепловозной характеристики обоснована необходимость применения системы количественного регулирования наддува путем перепуска части сжатого воздуха.

Приведен обзор работ в области количественного регулирования наддува. Отмечено, что в случае применения систем количественного регулирования на современных тепловозных ДВС, САР которых оснащена системой ограничения подачи топлива в зависимости от давления наддувочного воздуха в ресивере ДВС (корректором по наддуву), возможно ухудшение динамических характеристик двигателя.

Отмечено, что исследование воздействия систем перепуска на динамические характеристики современных тепловозных ДВС изучено недостаточно полно.

Показано, что имеется необходимость в комплексном исследовании систем перепуска в процессе разработки конкретных конструкций: при этом необходимо учитывать воздействие этих систем одновременно на статические и динамические характеристики современных тепловозных ДВС.

Сформулирована цель таких исследований.

Во второй главе приведены методы и результаты исследований воздействия различных вариантов перепуска части сжатого воздуха на статические характеристики ДВС тепловоза.

В ходе исследований выполнены:

- разработка математической модели и программы для ЭВМ, с помощью которой можно оценить статические характеристики ДВС тепловоза на любом скоростном режиме тепловозной характеристики;

- прогнозирование относительного количества перепускаемого воздуха β для каждой позиции тепловозной характеристики, подержанной помпачу, при которой реализуется, с одной стороны, требуемая величина запаса по помпачу с другой - ограничительные параметры (температура выхлопных газов на выходе из цилиндров t_g и на входе в турбину t_{g1}) и величина удельного эффективного расхода топлива β_e не выходят за пределы допуска по ТУ;

- экспериментальные исследования.

В математической модели использованы характеристики агрегатов, составляющих дизель.

Модель построена на следующих основных зависимостях:

$$\eta_{mi} = f(\alpha, n_d, t_{int}) \quad (2.1)$$

$$n_{TK}/\sqrt{T_{g1}} = f(\pi_T, G_{g1}, \sqrt{T_{g1}}/\rho_{g1}), \quad (2.2)$$

$$\eta_T = f(n_{TK}, \pi_T), \quad (2.3)$$

$$M_c f_c = f(n_{TK}, \pi_T), \quad (2.4)$$

$$G_{int} \sqrt{T_{int}}/\rho_{int} = f(r_d, \rho_{g1}/\rho_{int}) \quad (2.5)$$

Указанные зависимости дополнены:

- условием сохранения постоянной мощности ДГ тепловоза на заданном режиме тепловозной характеристики:

$$G_f \eta_{mi} = G_{fo} \eta_{mi0}, \quad (2.6)$$

- условием баланса мощностей турбины и компрессора:

$$G_\delta T_a (\pi_K^{\frac{n_K-1}{\kappa}} - 1) / \eta_K = G_{g1} T_{g1} (1 - 1/\pi_T^{\frac{n_T-1}{\kappa}}) \eta_T, \quad (2.7)$$

- эмпирическими зависимостями $t_{g1} = f(\alpha, r_d)$,

$$\Delta t_\theta = f(r_d), \rho_K = f(G_\delta), \rho_{g2} = f(G_{g1}),$$

а также другими известными зависимостями, выраженными в явном виде.

В результате получена система из двенадцати нелинейных уравнений.

Условие устойчивой работы компрессора на режиме $\pi_K = f(G_\delta, n_{TK})$ (отсутствие помпажа) задано неравенством:

$$\pi_K \leq \pi_K^n,$$

где граница помпажа аппроксимирована зависимостью вида:

$$\pi_K^n = f(G_\delta^n, n_{TK}^n).$$

В случае использования на двигателе разных вариантов систем перепуска в алгоритм дополнительно вводятся следующие уравнения:

- при перепуске сжатого воздуха на вход в компрессор:

$$G_{g1} = G_\delta (1 - \beta) + G_f,$$

$$T_{K\alpha} = \beta T_\delta + (1 - \beta) T_a,$$

- при перепуске сжатого воздуха на вход в турбину:

$$G_{int} = G_\delta (1 - \beta),$$

$$c_{p1} T_{g1}' = c_{p2} \beta T_\delta + c_{p3} (1 - \beta) T_{g1}.$$

Для решения системы нелинейных уравнений использован итерационный метод Ньютона.

Адекватность модели проверялась сравнением расчетных и экспериментальных данных, полученных при испытаниях ДГ251 по тепловозной характеристике, в том числе, с учетом воздействия на статические характеристики дизель-генератора различных вариантов перепуска.

Результаты расчета и эксперимента показали, что при использовании перепуска сжатого воздуха с выхода компрессора на его вход во всех случаях происходит падение давления воздуха в воздушном ресивере, при этом имеется возможность существенно расширить диапазон мощности двигателя на частичных скоростных режимах тепловозной характеристики с сохранением требуемой величины запаса по помпаку $0,10 + 0,15$.

Использование варианта перепуска сжатого воздуха с выхода компрессора на вход в турбину на 8-II позициях тепловозной характеристики приводит к улучшению параметров двигателя; при этом уменьшается величина запаса по помпаку при работе по характеристике 2, Рис. 1, вследствие увеличения на указанных позициях давления наддува.

Доказана необходимость использования первого варианта перепуска для решения поставленной задачи.

С помощью математической модели производилась оценка необходимой величины β для 8, 9, 10 и II позиций тепловозной характеристики.

На рис. 2 представлено влияние различной величины β на статические характеристики ДГ251 для 8 позиции тепловозной характеристики, $n_d = 1180 \text{ мин}^{-1}$, $P_e = 1150 \text{ кВт}$.

На рис. 2 показано, что выбор β производится из условий:

- ограничения по помпаку;
- ограничения по величине удельного эффективного расхода топлива β_e , задаваемая ТУ;
- ограничения по температуре выхлопных газов на входе в турбину t_{gr} .

Показано, что величина β на этом режиме с учетом указанных ограничений может выбираться в диапазоне $\beta = 0,06 + 0,11$.

На рис. 3 показаны окончательно выбранные для 8-II позиций тепловозной характеристики значения β , которые были впоследствии реализованы регулятором перепуска.

В главе 3 рассмотрены динамические характеристики ДТ теплового. Выявлено существенное влияние на них уровня настройки корректора по наддуву.

Показано, что при совместном использовании корректора по наддуву и регулятора перепуска возможно ухудшение переходного процесса при набросе нагрузки по тепловозной характеристике.

Для количественной оценки такого воздействия целесообразно применять методы математического моделирования.

Разработана математическая модель для расчета разгона ДТ теплового по тепловозной характеристике, представляющая собой систему линейных дифференциальных уравнений:

$$T_P^2 \frac{d^2 \gamma}{dt^2} + T_K \frac{d\gamma}{dt} + \delta_P \gamma + \varphi = -\kappa_i \overline{T^* T^*}, \quad (3.1)$$

$$T_D \frac{d\omega}{dt} + \kappa_d \varphi - \kappa_2 M + \kappa_5 \alpha_n - \kappa_7 \rho_K + \kappa_8 \rho_T = -\kappa_4 h, \quad (3.2)$$

$$T_H T_Z \frac{d^2 \alpha_n}{dt^2} + (T_H + \beta_Z T_Z) \frac{d\alpha_n}{dt} - T_Z \frac{dM}{dt} - \kappa_3 M = -\kappa_6 \overline{PK}, \quad (3.3)$$

$$T_i^* T_c^* \frac{d^2 M}{dt^2} + (T_c^* + \beta_i^* T_i^*) \frac{dM}{dt} - T_i^* \frac{d\gamma}{dt} - \gamma = 0, \quad (3.4)$$

$$\kappa_K \frac{d\rho_T}{dt} + \rho_T - \kappa_R \rho_K - \kappa_W \varphi \pm \overline{S}_1(\varphi) \rho_T - \kappa_T \rho_T = 0, \quad (3.5)$$

$$T_S \frac{d\rho_K}{dt} + \rho_K - \kappa_F \varphi_T - \kappa_P \rho_T \pm \overline{S}_0(\varphi) \rho_K + W_P \varphi = 0, \quad (3.6)$$

$$T_{TK} \frac{d\varphi}{dt} + \varphi_T - R_{TD} \rho_T + R_{KO} \rho_K - \kappa_M M = 0, \quad (3.7)$$

где:

- (3.1) - уравнение измерителя скорости;
- (3.2) - уравнение двигателя с турбонаддувом;
- (3.3) - уравнение регулятора мощности;
- (3.4) - уравнение сервомотора измерителя скорости;
- (3.5) - уравнение выхлопного коллектора;
- (3.6) - уравнение наддувочного ресивера;
- (3.7) - уравнение турбокомпрессора.

В уравнениях $\varphi, \varphi_T, \gamma, M, \alpha_n, \rho_T, \rho_K$ - относительные значения соответственно: частоты вращения коленчатого вала, частоты вращения ротора ТК, хода сервомотора измерителя скорости,

выхода рейки управления ТНВД, нагрузки на двигатель, давлений газов перед турбиной и воздуха в воздушном ресивере ДВС:

$$\varphi = \frac{n_d - n_{d \min}}{n_{d \max} - n_{d \min}}, \dots, \rho_k = \frac{p_k - p_{k \min}}{p_{k \max} - p_{k \min}}.$$

В правой части уравнений (3.1), (3.2), (3.3) - константы, различные для каждого статического режима работы ДГ тепловоза, на который производится наброс, учитывающие соответственно: относительную величину частоты вращения; относительную долю мощности, потребляемую вспомогательным оборудованием тепловоза (в случае работы ДГ в стендовых условиях $\lambda = 0$), а также относительное приращение нагрузки:

$$\overline{TT} = -\varphi = -\frac{n_d - n_{d \min}}{n_{d \max} - n_{d \min}},$$

$$\overline{PK} = \frac{G_f / n_d - G_{f \min} / n_{d \min}}{G_{f \max} / n_{d \max} - G_{f \min} / n_{d \min}}.$$

Индекс *max* относится к соответствующим параметрам номинально-режима тепловозной характеристики.

Индекс *min* - к параметрам режима, с которого происходит наброс нагрузки по тепловозной характеристике.

Переменные коэффициенты $S_0(\varphi)$ и $S_1(\varphi)$ введены в систему для учета воздействия на динамические характеристики ДГ тепловоза различных вариантов систем количественного регулирования наддува.

Условия воздействия регулятора перепуска, осуществляющего управляемый перепуск части сжатого воздуха или газа в зависимости от скоростного режима тепловозной характеристики выражены в виде степенных полиномов.

Математическая модель основана на данных, которые могут быть получены в результате экспериментального исследования статических характеристик ДГ тепловоза с применением количественного регулирования наддува или по результатам расчета таких характеристик с использованием алгоритма, изложенного в главе 2.

Условия воздействия на динамические характеристики корректора по наддуву введены в алгоритм в виде зависимости:

$$\overline{P_{TK}} = a_{n-1} \overline{P}_K^n + a_{n-2} \overline{P}_K^{n-1} + \dots + a_1 \overline{P}_K + a_0,$$

где:

$\bar{M}_{\text{ТЕК}}$ - ограничение подачи топлива подвижным упором корректора по наддуву для данной величины давления воздуха в ресивере ДВС;

$\alpha_{n-1}, \alpha_{n-2}, \dots, \alpha_1, \beta, \alpha_0$ - коэффициенты, с помощью которых задается характеристика настройки корректора по наддуву.

Воздействие на динамический процесс неподвижного упора максимальной подачи топлива введено в алгоритм в виде условия:

$$M \leq \bar{M}$$

для корректора по наддуву:

В случае $M > \bar{M}$ принимается $M = \bar{M}$ и $\frac{dM}{dt} = 0$;
 при $M > \bar{M}_{\text{ТЕК}}$ принимается $M = M_{\text{ТЕК}}$ и $\frac{dM}{dt} = 0$.

Решение системы уравнений (3.1)-(3.7) производится методом Рунге-Кутты и вариантом этого метода в модификации Гилла.

Выполнено также решение системы уравнений (3.1)-(3.7) с помощью преобразования Лапласа. Приведены в общем виде коэффициенты при степенях характеристических уравнений, полученные в результате раскрытия собственного оператора и операторов воздействия системы. Выполнен анализ устойчивости системы, получены общие интегралы $M(\tau)$, $\varphi(\tau)$ и $\rho_k(\tau)$ для набора на 15 позицию тепловозной характеристики при коэффициентах системы уравнений, подобранных для ДТ25I.

Доказана адекватность математической модели на основе сравнения результатов расчета с экспериментальными данными, полученными на тепловозе ТЭ10М_к (дизель-генератор 1А-9ДГ) и современном магистральном тепловозе 2ТЭ136 (дизель-генератор 1-20ДГ) при различных условиях настройки основных систем, входящих в САР тепловоза.

С использованием математической модели и программы для ЭВМ выполнено исследование воздействия на динамику разгона ДТ тепловоза основных механизмов и систем, составляющих САР мощности тепловоза.

С целью исключения негативных воздействий на динамические характеристики ДТ25I тепловоза ТЭ127 в результате применения на нем различных вариантов систем перепуска сжатого воздуха с помощью математической модели выполнено прогнозирование изменения параметров дизель-генератора для различных характеристик настройки корректора.

Показано, что при набросе нагрузки на IO позицию по тепловозной характеристике без корректора по наддуву с применением систем перепуска изменения динамических характеристик, относительно штатной системы наддува, не происходит, Рис. 4, в.

С применением корректора по наддуву характер процесса изменяется, при этом на начальном этапе выход рейки управления ТНВД, происходит в соответствии с условием $M = M_{\text{тех}}$, Рис. 4, б.

В случае заниженной характеристики настройки корректора по наддуву с применением перепуска сжатого воздуха с выходе компрессора на его вход, при котором уменьшается давление воздуха в воздушном ресивере, происходит нарушение динамического процесса, вплоть до остановки двигателя, Рис. 4, в.

Показано, что при неизменном законе изменения $\beta = f(n_d)$ компенсировать такое ухудшение возможно только изменением характеристики настройки корректора по наддуву.

При тех же условиях в случае перепуска сжатого воздуха с выходе компрессора на вход в турбину, который приводит к повышению давления на 8-II позициях тепловозной характеристики для ДГ25I наблюдается улучшение качества динамических процессов по отношению к условиям разгона по пунктам "б" и "в", рис. 4, г.

Показано, что изменение качества динамических характеристик в результате применения различных видов перепуска части сжатого воздуха происходит вследствие изменения формы тепловозной характеристики в координатах $h_p = f(\rho_{int})$, где h_p - выход рейки управления ТНВД.

Практическим результатом исследования являются рекомендации к требуемой характеристике настройки корректора по наддуву.

В четвертой главе приведена классификация имеющихся конструкций регуляторов перепуска, рассмотрены особенности их работы.

Приведена схема и конструкция регулятора перепуска части сжатого воздуха с выходе компрессора на его вход, установленного на дизель-генераторе ДГ25I тепловоза Т3127, Рис. 5.

Предложены другие конструкции регуляторов перепуска, позволяющие корректировать необходимую величину β по позициям тепловозной характеристики в зависимости от условий окружающей среды.

В приложении к диссертации приводятся:

- перечень средств измерений;
- методики измерений;
- оценка погрешности эксперимента.

Приведены программы расчета на ЭВМ статических и динамических характеристик ДГ тепловоза.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Экспериментально установлено, что дизель-генератор ДГ251 (дизель I24H 21/21) тепловоза ТЭ127 в состоянии поставки заводом-изготовителем не обеспечивал требуемой ТУ формы тепловозной характеристики, отличающейся от обычной расширенным диапазоном мощностей на частичных скоростных режимах, вследствие помпы компрессора ТК на 8, 9 и, в меньшей степени, на 10 и II позициях тепловозной характеристики.

2. Разработана математическая модель, позволяющая выявить влияние различных вариантов перепуска на статические характеристики дизеля, в частности, оценить возможность расширения диапазона мощности ДГ тепловоза на заданном скоростном режиме тепловозной характеристики.

3. Определена величина относительного количества перепускаемого воздуха β для 8, 9, 10 и II позиций тепловозной характеристики при которой:

- обеспечивается требуемая величина запаса по помпажу;
- ограничительные параметры, в качестве которых выбраны величине удельного эффективного расхода топлива β_e и температура выхлопных газов на входе в турбину t_{gr} , не выходят за пределы допуска, заданные ТУ.

4. Показано, что в случае отсутствия на ДГ тепловоза корректора по наддуву оснащение дизель-генератора системой количественного регулирования наддува не приводит к изменению характера и продолжительности переходных процессов вследствие наброса нагрузки по тепловозной характеристике.

5. Установлено, что в случае использования на объединенном регуляторе частоты вращения и мощности ДГ тепловоза механизма коррекции по наддуву, применение количественного регулирования наддува может привести к резкому ухудшению качества переходных процессов.

6. Разработана математическая модель расчета параметров переходного процесса ДГ тепловоза при набросе нагрузки по тепловозной характеристике с возможностью учета воздействия на него механизма коррекции по наддуву и различных вариантов систем количественного регулирования.

7. Для реализованной на заданном диапазоне тепловозной характеристики зависимости $\beta = f(n_d)$ установлен уровень настройки характеристики корректора, позволяющей обеспечить требу-

мое ТУ качество переходных процессов.

8. Выполнен анализ известных конструктивных решений перепусковых устройств.

9. Разработана конструкция перепускового устройства, обеспечивающая управляемый перепуск части сжатого воздуха с выхода компрессора на его вход от заданного скоростного режима тепловозной характеристики.

Устройство защищено авторским свидетельством.

10. Внедрение регулятора перепуска и рекомендаций по настройке корректора по наддуву позволили реализовать требуемые ТУ статические и динамические характеристики дизель-генератора ДГ251.

Экономический эффект от внедрения составил 74355 рублей в год на тепловоз в ценах 1986 года.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В РАБОТАХ

1. Крайник А.И., Рыбальченко Е.А. Антиимпактное устройство для расширения области работы тепловозного дизеля. Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции. - М., ИВТУ им.Баумана, 1987, с.41.

2. Носко Г.С., Рыбальченко Е.А., Струков С.В. Применение перепуска части наддувочного воздуха для улучшения эффективности работы вспомогательных систем тепловоза. Проблемы развития локомотивостроения. Тезисы докладов III Всесоюзной научно-технической конференции - Луганск, ВМСИ, 1990, с.25.

3. Целепейченко В.И., Рыбальченко Е.А., Симсон А.Э. Расширение мощностного диапазона тепловозного дизеля с помощью перепуска части сжатого воздуха после компрессора. Доп. в ЦИИЛТЭИ МПК, № 4808, опубликовано в РК БИНИТИ "Железнодорожный транспорт", 1989, № 6.

4. Расчет статических характеристик тепловозного ДВС с перепуском части сжатого воздуха /Целепейченко В.И., Рыбальченко Е.А., Рыбальченко А.Г., Луганский машин-т. - Луганск, 1992, - 20с.; - Рус. - Доп. в УкрНИИТИ. 31.08.92, № 1377 - Ук. 92.

5. К вопросу о перепуске части сжатого воздуха с целью улучшения тепловозной характеристики дизеля /Рыбальченко Е.А., Рыбальченко А.Г., Луганский машин-т. - Луганск, 1988, - Рус., - Доп. в УкрНИИТИ, № 2575 - Ук.87, опубликовано в Библиографи-

часом указателе ВИНТИ "Депонированные научные работы", 1988, № 1, с/о 1186.

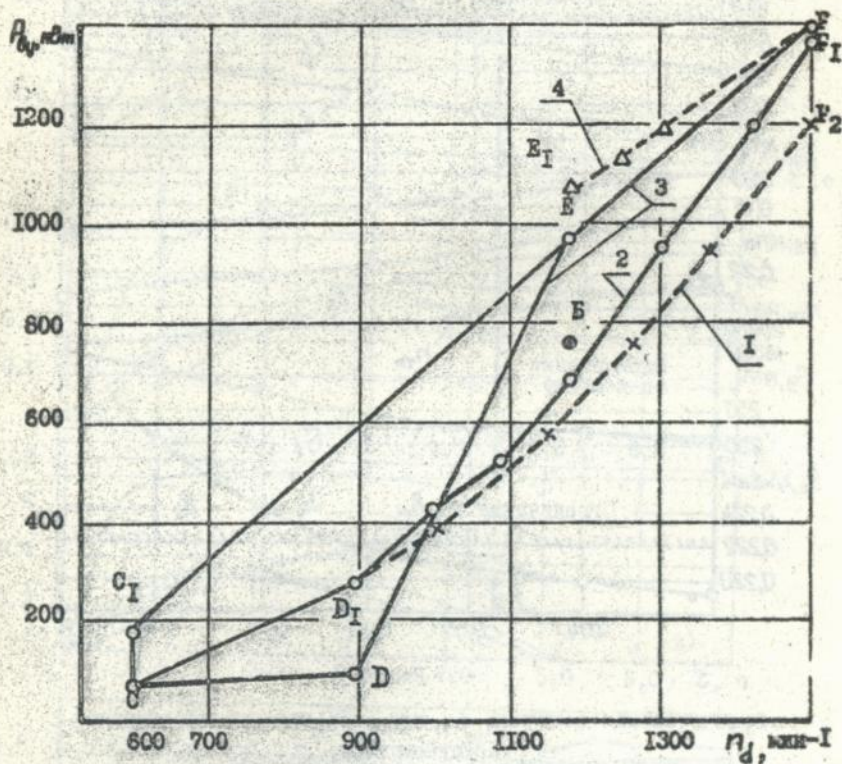
6. Анализ динамических качеств систем количественного регулирования наддува тепловозного ДВС /Симсон А.Э., Пеллепейченко В.И. Рыбальченко Е.А., Тырловой С.И., Деп. в УкрНИИНТИ, 1991, № 1221 - Ук, 21.

7. А.с.1483070 СССР МКИ³FO2B 37/12, FO2D 23/00.
Устройство для наддува двигателя внутреннего сгорания /Е.А.Рыбальченко, заявлено 08.10.87; опубл. 30.05.89/ Открытия и изобретения - 1989 - № 20.

8. А.с.1744285 А1 FO2B 37/00, FO2D 9/02.
Устройство для регулирования подачи воздуха двигателя внутреннего сгорания с наддувом /Е.А.Рыбальченко, В.С.Ткаля, С.А.Скирич, заявлено 29.06.88; опубл. 30.06.92/ Открытия и изобретения - 1992 - № 24.

Рыбальченко

Тепловые характеристики дизель-генератора ДГ251
тепловоза ТЭ127



- 1 - селективная характеристика;
 2 - характеристика без применения перекуса;
 3 - характеристика заданная ТУ;
 4 - максимально возможная характеристика с применением регулятора перекуса;
 Б - точка начала поиска на 8-ой позиции (без перекуса).

Рис. I

Влияние относительного количества перепускаемого воздуха на статические характеристики ДГ251 ($n_d = 1180 \text{ мин}^{-1}$, $P_e = 1150 \text{ кВт}$, 8 позиция тепловозной характеристики)

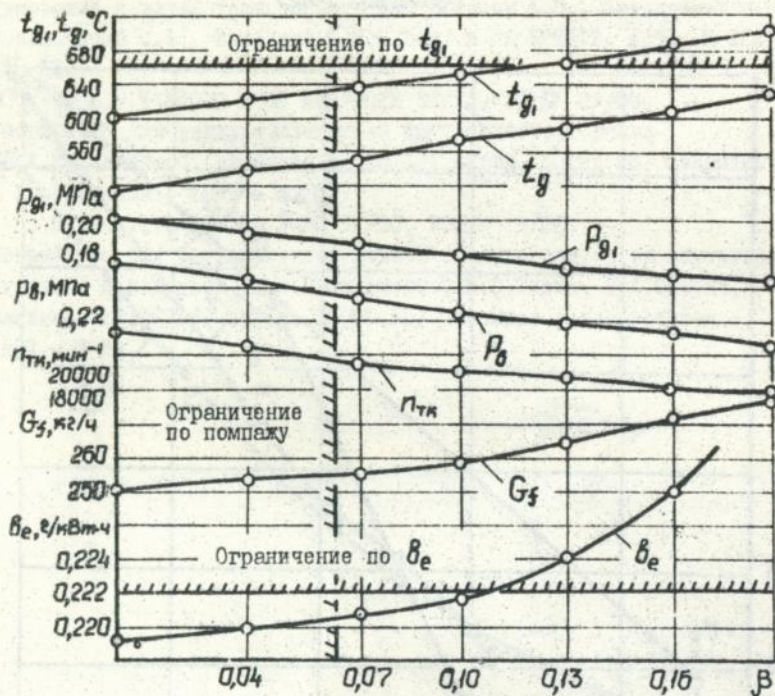


Рис. 2

Окончательная величина β для 8-й позиции тепловозной характеристики.



Рис. 3

Расчетное изменение параметров ДГ25I при различных условиях
наброса нагрузки на IO позицию тепловозной характеристики

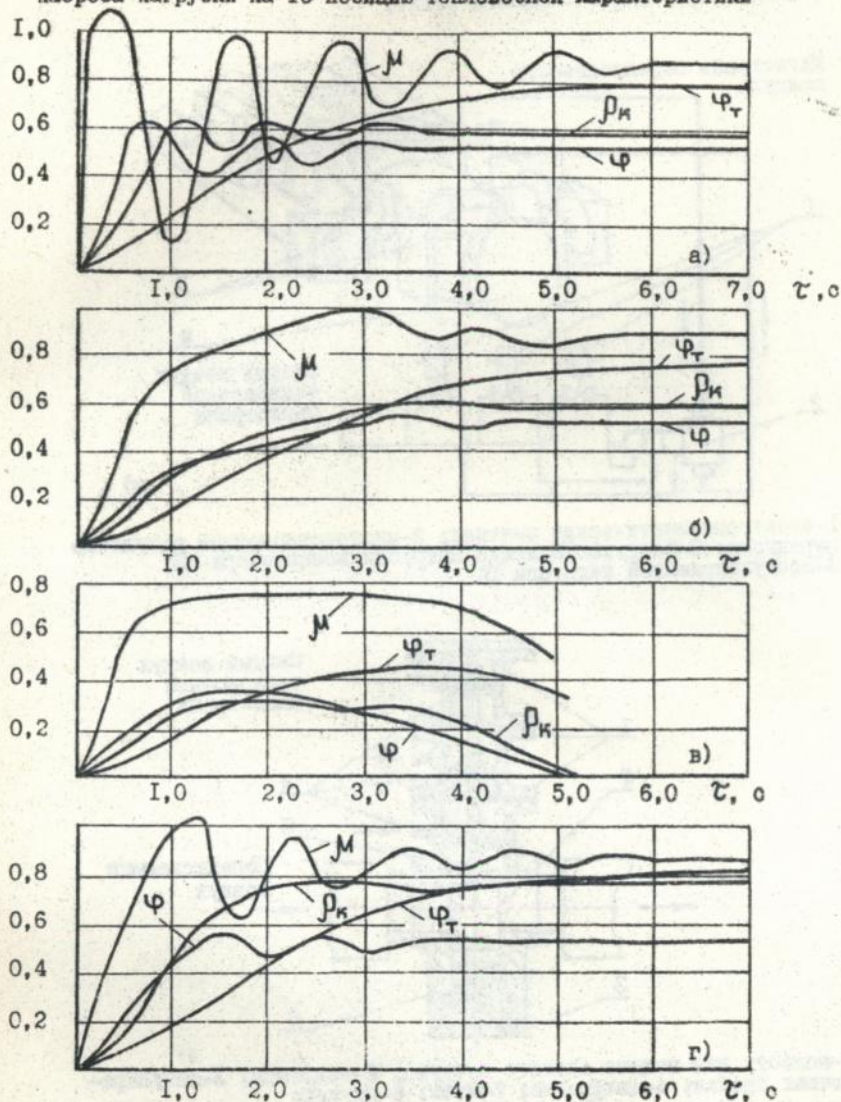
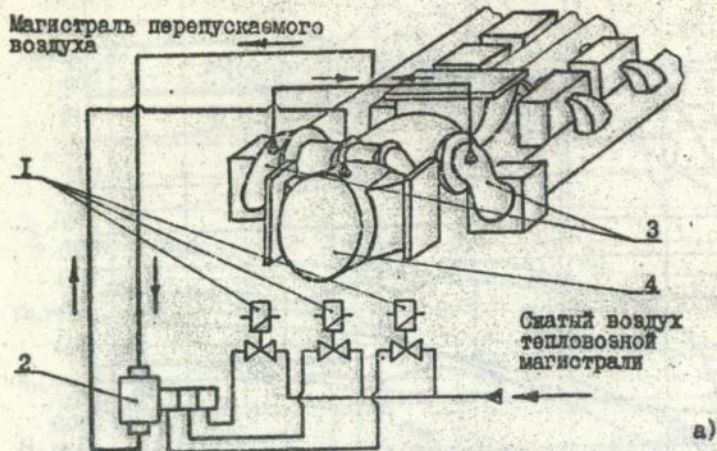
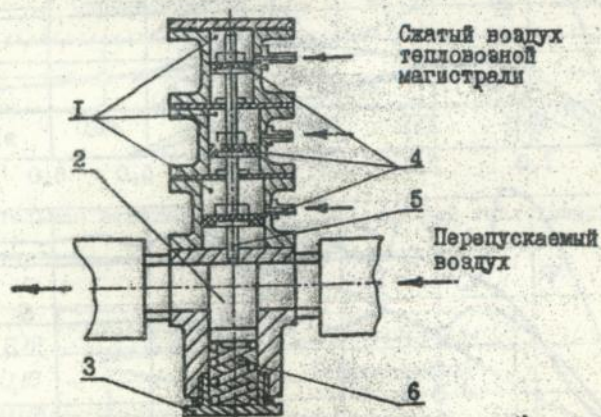


Рис. 4 ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

Установка многопозиционного регулятора перепуска на дизель-генераторе ДГ25Г (тепловоз ТЭ127)



1-электропневматические вентили; 2-многопозиционный регулятор перепуска; 3-воздухоотводящие патрубки компрессора ТК; 4-воздухоприемный патрубок ТК



1-полость для подачи сжатого воздуха; 2-золотник; 3-регулирующая пробка; 4-диафрагма; 5-шток; 6-пружина

а) Схема подключения регулятора перепуска;
б) Многопозиционный регулятор перепуска.

Рис. 5

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

РАСПИРЕНИЕ ДИАПАЗОНА МОЩНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО
ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА ПРИМЕНЕНИЕМ КОЛИЧЕСТВЕННОГО
РЕГУЛИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ГАЗОТУРБИННОГО НАДДУВА

РЫБАЛЬЧЕНКО Евгений Александрович

Ответственный за выпуск

Крайник А.И.

Подписано к печати 17.05.93 г.

Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага для множ. аппаратов. Печать офсет.
Усл.-печ. л. 1,4. Уч.-изд. л. 1,5. Зак. 245 Тир. 100

Ротопринт ЛМСИ, 348034, г. Луганск-34, кв. Молодежный, 20А

УБС РПО

AB 27.721

AB 27.721