

Ю. Ломоносовъ.

Инженеръ путей сообщенія.

Адъюнктъ строительнаго искусства.

Профессоръ Кіевскаго Политехническаго Института.

625/6211/132
1753

ПРОВЕРЕНО
1930 г.

ОПЫТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

ТОВАРНЫХЪ ВОСЬМИКОЛЕСНЫХЪ

ПАРОВОЗОВЪ КОМПАУНДЪ

нормальнаго типа,

произведенное въ 1898—1900 г.г.

НА

Харьково-Николаевской

ж. д.

0323



159

Издание автора.

Печатано въ типографіи С. В. Кульженко.

(Кіевъ. Пушкинская 4.)

ИНСТИТУТЪ ИНЖЕНЕРОВЪ
ВІСЬЛИОТЪКА

ПОСВЯЩАЕТСЯ

ПАМЯТИ

Александра Парфентьевича

БОРОДИНА



Предисловіе.

Настоящій трудъ является результатомъ опытовъ, предпринятыхъ на Харьковско-Николаевской ж. д. по инициативѣ бывшаго начальника тяги этой дороги Н. Д. Байдака, и производившихся подъ моимъ руководствомъ.

Выполненіе такого большого и сложнаго дѣла, какъ опыты надъ паровозами, особенно въ пути, не подъ силу одному человѣку. Если же мнѣ удалось закончить это дѣло и получить нѣкоторые результаты, то этому я обязанъ сочувственному отношенію къ дѣлу опытовъ бывшаго начальника Харьковско-Николаевской ж. д. Э. И. Шмидта и безпредѣльной преданности этому дѣлу моихъ ближайшихъ сотрудниковъ, изъ которыхъ слѣдуетъ отмѣтить: И. П. Денисенка, И. А. Иванова, В. И. Крумгардта, И. И. Куколевскаго, Л. Э. Лебедева и барона А. А. фонъ Толя.

Я далекъ отъ мысли считать эти опыты образцовыми; напротивъ при выполненіи ихъ было сдѣлано не мало ошибокъ, на которыхъ въ дальнѣйшемъ я буду подробно останавливаться. Нельзя также не признать, что опыты эти не являются вполнѣ законченными, такъ какъ цѣлый рядъ поставленныхъ ими вопросовъ не получилъ экспериментальнаго разрѣшенія. Поэтому главную цѣль изданія этой книги я вижу въ томъ, чтобы побудить инженеровъ службы тяги продолжать опытное изслѣдованіе и усовершенствованіе нормальнаго паровоза и предостеречь ихъ отъ тѣхъ ошибокъ, въ которыя я впалъ самъ. Главной же заслугой исполненныхъ мной опытовъ я считаю то, что ими доказана возможность подобнаго рода изслѣдованій на русскихъ желѣзныхъ дорогахъ.

Въ заключеніе я считаю долгомъ извиниться передъ читателями за поздній выходъ въ свѣтъ этой книги. Въ оправданіе свое я долженъ замѣтить, что со дня оставленія мной службы на Харьково-Николаевской ж. д. (1 мая 1901 г.) вся разработка опытнаго матеріала лежала на мнѣ одномъ, причемъ многое пришлось пересчитывать два раза, такъ какъ часть опытнаго матеріала была утеряна въ Управленіи дороги.

Что же касается расходовъ на изданіе этой книги то часть ихъ приняли на себя Управленіе Желѣзныхъ дорогъ и Кіевскій Политехническій Институтъ, которымъ я и приношу искреннюю признательность.

Ю. Ломоносовъ.

Кіевъ, 18 мая 1905 г.



Оглавленіе.

ГЛАВА I.

Исторія опытовъ надъ нормальными паровозами на X.-Н. ж. д.

	стр.		стр.
§ 1. Исторія „нормального типа“. Первые правительственные заказы паровозовъ. Правительственный заказъ 1892 г. Типъ 1893 г. Типъ 1897 г. Типъ 1901 г.	1	§ 6. Возникновеніе опытовъ, послужившихъ основаніемъ для этой книги.	25
§ 2. Данныя о работѣ нормальныхъ паровозовъ на X.-Н. ж. д. Составы. Расходъ топлива. Стоимость ремонта. Серія Г _с . Серія Г _к . Заключенія	10	§ 7. Первый циклъ опытовъ. Задача 1-го цикла. Выборъ паровозовъ. Организція опытныхъ поѣздокъ. Управление паровозомъ. Результаты перваго цикла	26
§ 3. Опыты Г. Н. Теодоровича. Возникновеніе опытовъ и программа ихъ. Результаты. Заключенія	13	§ 8. Второй циклъ опытовъ. Программа II цикла. Проверка динамометра Теодоровича. Программа управленія паровозомъ. Опытные поѣзда. Топливо. Выполненіе опытовъ II цикла. Результаты первыхъ двухъ цикловъ	31
§ 4. Передѣлка паровоза № 330 на некомпанундъ. Результаты подобныхъ передѣлокъ на другихъ дорогахъ. Заключенія.	18	§ 9. Третій циклъ опытовъ. Программа III цикла, Выборъ участка для опытовъ. Выборъ паровоза. Приспособленія для сниманія діаграммъ. Уходъ за приборомъ Теодоровича. Выполненіе поѣздокъ III цикла. Результаты III цикла	33
§ 5. Предложенія И. И. Ватерлея и С. Д. Литвинова. Результаты изслѣдованія модели. Вліяніе игры рессоръ. Вліяніе недостаточно солиднаго укрѣпленія стойки переводнаго винта. Заключенія И. И. Ватерлея о парораспределеніи нормального типа. Предложеніе С. Д. Литвинова. „Однбокій“ золотникъ	20	§ 10. Четвертый циклъ опытовъ. Программа IV цикла. Измѣрительные приборы. Выборъ участка. Выборъ паровоза. Выполненіе опытовъ. Личный составъ. Результаты.	36
		§ 11. Исторія передѣлокъ. Данныя опытовъ IV цикла. Работа паровоза № 334 въ депо Люботинъ. Передѣлки, примѣненныя на паровозахъ X.-Н. ж. д. Заключеніе	39

ГЛАВА II.

Методъ настоящаго изслѣдованія.

	стр.		стр.
§ 12. Цѣль опытовъ	43	§ 15. Сравненіе полученныхъ результа- товъ. Кривыя	52
§ 13. Мѣрило совершенства паровозовъ	44		
§ 14. Разложеніе величины C_{N_k} . Мѣрило совершенства котла. Мѣрило совершенства ма- шины. Коэффициентъ индикаторнаго давления. Величина μ . Величина ξ . Основныя формулы . .	47	§ 16. Независимыя переменныя. Величина ($q/x + r$). Величина K_0/K . Величина $C/(C - C')$. Коэффициентъ τ_{in} . Коэффициентъ ξ . Расходъ па- ра μ . Коэффициентъ τ	53

ГЛАВА III.

Организація опытовъ и опытыя средства.

<p>§ 17. Приготовленія къ опытамъ. Подго- товительный ремонтъ паровоза. Осмотръ цилин- дровъ. Обмѣръ тендера. Калиброваніе водо- мѣрнаго стекла. Калиброваніе регулятора. Вывѣрка гребенки переводнаго рычага. Акты. Установка приборовъ. Предварительныя поѣздки.</p>	57	<p>Производство динамометрическихъ наблюденій. Уходъ за динамометромъ</p>	74
<p>§ 18. Опытныя поѣзда. Вѣсь опытныхъ по- ѣздовъ. Скорость опытныхъ поѣздовъ. Поряд- докъ отправленія</p>	62	<p>§ 22. Измѣренія скорости. Устройство при- бора Боэра. Особенности прибора Боэра. Тео- рія прибора Боэра. Уходъ за приборомъ Боэра. Общія заключенія о приборѣ Боэра</p>	89
<p>§ 19. Определеніе расхода угля и воды. Измѣреніе расхода угля. Снабженіе опытнаго паровоза углемъ. Отопленіе паровозовъ. Измѣ- реніе расхода воды. Условія опыта, нужныя для опредѣленія расхода воды. Управление парово- зомъ</p>	66	<p>§ 23. Калориметрическія наблюденія. Вы- боръ калориметра. Калориметръ Х.-Н. ж. д. Точ- ность калориметрическихъ наблюденій. Поряд- докъ производства калориметрическихъ измѣ- реній. Калориметрической журналъ</p>	94
<p>§ 20. Сниманіе діаграммъ. Индикаторы. Вы- боръ пружинъ. Вывѣрка пружинъ. Содержанія индикаторовъ. Трубки. Установка индикаторовъ. Порядокъ сниманія діаграммъ. Записи въ парово- зномъ журналѣ</p>	69	<p>§ 24. Общая организація производства опытовъ</p>	100
<p>§ 21. Динамометрическія наблюденія. Приборъ Теодоровича. Пишущій аппаратъ. Ин- теграторъ. Передача отъ упряжнаго крюка. Пе- редача отъ оси вагона. Функціи прибора Теодо- ровича. Измѣренія полезной силы тяги. Вліяніе тренія. Определеніе зависимости F и величины ξ. Уходъ за валами и призмами. Определеніе полезной работы. Определеніе пройденнаго пути. Общія заключенія о приборѣ Теодоровича.</p>		<p>§ 25. Обработка діаграммъ. Надписи и нуме- рація. Планиметрированіе. Журналъ индикатор- ной работы. Координаты характерныхъ точекъ. Журналъ расхода пара. Журналъ потери μ. Журналъ индикаторныхъ діаграммъ</p>	101
		<p>§ 26. Обработка динамометрическихъ наблюденій. Предварительныя надписи на лентѣ. Измѣреніе полезной силы тяги. Вычисле- нія τ. Вычисленія по абсциссамъ ленты. Опре- леніе полезной работы. Журналы поѣздовъ . .</p>	106
		<p>§ 27. Обработка данныхъ о расходѣ пара</p>	109
		<p>§ 28. Построеніе кривыхъ</p>	111

Выяснение главнѣйшихъ недостатковъ нормальнаго типа.

- § 29. Величина пережога. Постановка вопроса. Сравнение паровозовъ Г_п и Г_р. Степень совершенства паровозовъ Г_п и Г_р. Паровозы Г_к. Заключение 117
- § 30. Полезное дѣйствіе котла. Сравнение S/c. Сравнение η_k . Полезное дѣйствіе котловъ Г_п и Г_р. Сравнение конусовъ. Абсолютныя значенія η_k для нормальныхъ паровозовъ. Заключение. 124
- § 31. Степень сухости пара въ регуляторной трубѣ. Вліяніе промывокъ для паровоза Г_п № 334. Вліяніе скорости и положенія регулятора для паровоза Г_п № 334. Вліяніе интенсивности парообразования для паровоза Г_п № 334. Окончательная формула для паровоза Г_п № 334. Изслѣдованіе x для паровоза Г_р № 219. Таблицы 138
- § 32. Полезное дѣйствіе машины. 146
- § 33. Потери на конденсацію и утечку. Сущность и значеніе этихъ потерь. Программа настоящаго §. Значеніе разности ($u - u_p$) для паровозовъ Г_п, Г_р и Г_к. Сравненіе потерь ($u - u_p$) для паровозовъ Г_п, Г_р и Г_к между собой. Утечка черезъ золотникъ. Сравненіе u_k для паровозовъ Г_р и Г_п. Сравненіе потерь u_k и u_p въ паровозахъ Г_к и Г_п. Данныя о внутренней конденсаціи въ паровозахъ, имѣющіяся въ литературѣ. Вліяніе скорости. Вліяніе открытія регулятора. Вліяніе отсѣчки. Сравненіе нашихъ данныхъ съ результатами другихъ опытовъ. Вліяніе сжатія на конденсацію. Измѣненіе формулы Надаля. Повторное испареніе. Заключение о потеряхъ на конденсацію и утечку 150
- § 34. Потери на индикаторной діаграммѣ. Причины этихъ потерь. Особенности паровозныхъ діаграммъ. Величина ξ и η_i . Кривыя коэффициента ξ . Вліяніе отсѣчки. Вліяніе открытія регулятора. Вліяніе скорости. Сравненіе ξ для паровозовъ Г_р, Г_п, Г_к. Потери въ ресиверѣ. Измѣреніе прочихъ потерь. Потери по пути отъ котла до золотниковой коробки малаго цилиндра. Потери по пути отъ золотниковой коробки малаго цилиндра до этого послѣдняго. Сумма потерь отъ котла до малаго цилиндра. Потери въ періодъ впуска въ малый цилиндръ. Потери при выпускѣ 182
- § 35. Потери на внутреннее треніе. Значеніе η для паровозовъ Г_р, Г_п и Г_к. Данныя объ η въ литературѣ. Вліяніе отсѣчки. Вліяніе скорости. Вліяніе открытія регулятора. Сравненія η для паровозовъ Г_р, Г_п, и Г_к. Сравненіе нашихъ данныхъ съ данными другихъ изслѣдователей. Заключение 214
- § 36. Расходъ пара за одинъ ходъ поршня. Программа дальнѣйшаго изслѣдованія. Полезный расходъ пара. Полный расходъ пара за одинъ ходъ поршня 225
- § 37. Расходъ пара на индикаторную паровую лошаадь въ часть. Кривыя U/N_i . Сравненіе U/N_i для паровозовъ Г_р, Г_п и Г_к. Вліяніе отсѣчки. Вліяніе скорости. Вліяніе открытія регулятора 131
- § 38. Расходъ пара на паровую лошаадь на ободѣ движущихъ колесъ въ часть. Программа параграфа. Кривыя U/N_k . Сравненіе значеній U/N_k для паровозовъ Г_р, Г_п и Г_к между собой. Вліяніе отсѣчки. Вліяніе скорости. Вліяніе открытія регулятора. Заключение о величинѣ U/N_k 243
- § 39. Регулированіе работы машины. Предварительныя замѣчанія. Наивыгоднѣйшія комбинаціи ρ и ϵ . Производительность котла. Комбинаціи ρ , ϵ и V, соотвѣтствующія полному исползованію котла. Одновременное выполненіе условій (42) и (43) 249
- § 40. Полезное дѣйствіе машины при наивыгоднѣйшемъ ея регулированіи. Программа настоящаго §. Сравненіе кривыхъ $U/N_k = \varphi(F_k)$. Кривыя $U/N_k = f_0(V)$. Сравненіе кривыхъ $U/N_k = f_0(V)$ съ данными Брюкманна и Влк. ж. д. Сравненіе кривыхъ $U/N_k = f_0(V)$ для паровозовъ Г_п, Г_р и Г_к 258
- § 41. Заключение о полезномъ дѣйствіи нормальныхъ паровозовъ. Кривыя C/N_k . Сравненіе кривыхъ C/N_k для паровозовъ Г_п, Г_р и Г_к 262
- § 42. Потери, вызываемыя движеніемъ паровоза безъ пара. Процессъ накачиванія воздуха. Клапана Рикюра. Накачиваніе воздуха въ паровозахъ компаундъ. Діаграммы нормальныхъ паровозовъ при $\rho = 0$. Вліяніе уравнишенныхъ золотниковъ. Вліяніе крана Линднера. Вліяніе накачиванія на сопротивленіе паровоза. Вліяніе накачиванія на расходъ угля. Средства для уменьшенія накачиванія воздуха. Заключение 264
- § 43. Недостатки паровозовъ нормальнаго типа. Типъ 1893 г. Типъ 1897 г. 273

ГЛАВА V.

Испытаніе передѣлокъ.

- § 44. Описаніе передѣлокъ, подвергавшихся обслѣдованію. I циклъ. III циклъ. IV циклъ. Сводныя таблицы 275
- § 45. Программа испытанія передѣлокъ. 280
- § 46. Заглушеніе золотниковыхъ отверстій. Явленіе утечки черезъ золотниковыя отверстия. Опредѣленіе u''_y и u''_y . Зависимость u отъ ξ , η и V . Величина u''_y . Программа настоящего §. Вліяніе на u . Вліяніе на ξ . Вліяніе на η . Вліяніе на U/N_i и U/N_k . Вліяніе на расходъ топлива. Вліяніе на отношеніе работъ въ обоихъ цилиндрахъ. Вліяніе на стоимость ремонта. Заключенія 281
- § 47. Увеличеніе наружныхъ перекрышъ золотника малаго цилиндра. Вліяніе на элементы парораспредѣленія. Вліяніе на u . Вліяніе на ξ . Вліяніе на η . Вліяніе на U/N_i и U/N_k . Расходъ угля. Заключенія 301
- § 48. Уменьшеніе внутреннихъ перекрышъ золотника малаго цилиндра. Вліяніе на элементы парораспредѣленія. Вліяніе на u . Вліяніе на ξ . Вліяніе на η . Вліяніе на U/N_k . Заключенія 313
- § 49. Уменьшеніе наружныхъ перекрышъ золотника большаго цилиндра. Вліяніе на элементы парораспредѣленія. Вліяніе на u . Вліяніе на ξ . Вліяніе на η . Вліяніе на η . Движеніе безъ пара. Расходъ пара и угля 324
- § 50. Уменьшеніе верхняго плеча кулисной вилки большаго цилиндра. Вліяніе на элементы парораспредѣленія. Вліяніе на u . Вліяніе на η . Заключенія о выгодыности рассматриваемой передѣлки. Розысканіе наивыгоднѣйшаго l'' 335
- § 51. Наклоненіе кулисы большаго цилиндра впередъ относительно кулисы малаго. Вліяніе на элементы распределенія. Вліяніе на ξ . Распредѣленіе работы между цилиндрами. Вліяніе на u . Вліяніе на η . Условія наивыгоднѣйшаго регулированія. Вліяніе на u , ξ , η , U/N_i и U/N_k при условіи наивыгоднѣйшаго регулированія. Движеніе безъ пара. Расходъ топлива при переднемъ ходѣ. Задній ходъ. Троганье съ мѣста. Заключенія 344
- § 52. Наивыгоднѣйшая передѣлка. Постановка вопроса. Относительная важность передѣлокъ. Котель. Соотношеніе между отсѣчками въ обоихъ цилиндрахъ. Приборъ для троганья съ мѣста. Золотникъ большаго цилиндра. Золотникъ малаго цилиндра. Заключенія 369