

Клеберг Карл Карлович

Паровозы сдвоенной системы

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 82-3
ББК 84-4
К23

К23 **Карл Карлович К.**
Паровозы сдвоенной системы / Клеберг Карл Карлович – М.: Книга по Требованию, 2023. – 43 с.

ISBN 978-5-519-89250-6

ISBN 978-5-519-89250-6

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг — не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель — вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания — решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Значительныя затраты на эксплуатацію желѣзныхъ дорогъ и вызываемая этимъ необходимость сокращенія расходовъ, въ послѣднее время обращали на себя особенное вниманіе правительства и общества, а потому не лишне указать на одну изъ совершенно непроизводительныхъ затратъ и на способъ уменьшенія ея въ значительной степени.

Расходъ на топливо для отопленія паровозовъ на всѣхъ російскихъ желѣзныхъ дорогахъ, по официальнымъ отчетамъ, составляетъ ежегодно отъ 16 до 20 милліоновъ рублей (см. приложение II), и эта цифра непремѣнно возрастетъ съ увеличеніемъ нашей сѣти и съ постепеннымъ уничтоженіемъ лѣсовъ. Не смотря на эксплуатацію громаднхъ залежей угля на Югѣ Россіи, центральныя и восточныя дороги еще надолго будутъ поставлены въ необходимость пользоваться дровами, вслѣдствіе чего вырубка лѣсовъ, находящихся по близости дорогъ, вызываетъ серьезныя опасенія не только въ отношеніи вздорожанія самаго топлива, но и въ отношеніи вреднаго вліянія ея на земледѣліе,—этотъ главный источникъ нашего народнаго богатства.

Общія мѣры, которыя могли-бы быть приняты для уменьшенія этого расхода, потребуютъ не мало времени на при-

мѣненіе ихъ, почему является весьма важнымъ теперь-же, безотлагательно, обсудить ихъ пользу и цѣлесообразность.

Современный паровозъ, какъ результатъ послѣдовательныхъ усовершенствованій въ теченіи 50 лѣтъ, безъ сомнѣнія представляетъ весьма совершенный механизмъ по отношенію деталей движущихъ частей его, но едва-ли кто нибудь станетъ оспаривать существованіе недостатковъ въ основныхъ началахъ его, какъ прибора для превращенія теплоты въ механическую работу. Детали механизма движенія достигли высокой степени совершенства, а упомянутое основное начало осталось неизмѣненнымъ со времени перваго изобрѣтателя паровоза, Стефенсона, и до сихъ поръ эта существенная часть также далека отъ совершенства, какъ вообще всѣ паровыя машины.

Инженерами и изобрѣтателями весьма часто пренебрегается и даже забывается тотъ общезвѣстный фактъ, что механическая работа, полученная посредствомъ обыкновенной паровой машины, составляетъ лишь одну двадцатую часть и въ лучшемъ случаѣ только одну десятую часть той работы, которую теоретически мы должны были-бы получить отъ сжиганія извѣстнаго количества топлива. Хотя самыя условія, при которыхъ совершается горѣніе топлива въ паровыхъ котлахъ, и неизбѣжныя потери при употребленіи пара, не даютъ намъ возможности пользоваться болѣе чѣмъ 11% теплоты, то все-таки отъ насъ зависитъ предпочесть обыкновеннымъ машинамъ, дающимъ 3, 4 и 5% теоретической полезной работы, тѣ болѣе совершенныя машины, которыя, развиваютъ отъ 10 до 11% той-же работы.

Въ самомъ дѣлѣ, простыя машины высокаго давленія, употребляемыя больше всѣхъ другихъ системъ въ практикѣ, по причинѣ дешевизны ихъ, расходуютъ около шести фунтовъ угля въ часъ на индикаторную (или 12 фунт. на дѣйствительную) силу, между тѣмъ какъ самыя совершенныя употребляютъ только 2 фунта и даже 1 $\frac{3}{4}$.

Въ первому разряду принадлежатъ локомобили, простые фабричныя и корабельныя машины и паровозы; во главѣ

второго стоятъ новѣйшія усовершенствованныя парходныя и фабричныя машины.

Паровозныя машины принадлежатъ къ самымъ дорогимъ, по расходу топлива, и едва-ли могутъ достигнуть когда-либо совершенства постоянныхъ и корабельныхъ машинъ, потому что обстоятельства, при которыхъ онѣ дѣйствуютъ, ставятъ ихъ въ весьма невыгодныя условія, происходящія отъ необходимаго ограниченія ихъ вѣса и объема.

Но, не смотря на то, улучшенія и въ *этихъ* машинахъ возможны; далѣе, мы укажемъ на способъ сбереженія въ нихъ одной пятой части топлива, что составляетъ для всѣхъ нашихъ дорогъ около *четырехъ милліоновъ рублей ежегодно*. Этотъ способъ не есть новость и онъ не основанъ на какихъ нибудь теоретическихъ, или сомнительныхъ предположеніяхъ, но испытанъ на практикѣ и состоитъ просто въ примѣненіи къ *паровозамъ* тѣхъ началъ, которыя, будучи примѣненными къ другимъ классамъ паровыхъ машинъ, привели уже къ блестящимъ результатамъ.

Мы имѣемъ въ виду систему машинъ, называемую *сдвоенною* (compound). Эта система, примѣненная впервые въ 1870 году къ парходнымъ машинамъ извѣстною Шотландскою фирмою Рандолфъ и Элдеръ, въ теченіи десяти лѣтъ вытѣсняла изъ употребленія въ морскихъ парходахъ всѣ остальные системы, такъ что въ настоящее время всѣ большіе парходы, *безъ исключенія*, снабжены сдвоенными машинами.

Изъ всѣхъ промышленниковъ, парохо-хозяева болѣе, чѣмъ другіе, заинтересованы въ сбереженіи топлива, не только потому, что оно непосредственно уменьшаетъ стоимость перевозки, но и потому, что позволяетъ замѣнить въ судахъ уголь, составляющій мертвую кладь, товаромъ, приносящимъ прямой доходъ въ видѣ фрахта, въ особенности значительный при длинныхъ рейсахъ. Въ фабричныхъ и паровозныхъ машинахъ сбереженіе топлива играетъ менѣе важную роль, что объясняетъ сравнительное равнодушіе

фабрикантовъ и желѣзнодорожныхъ правленій къ примѣненію усовершенствованныхъ машинъ.

При постоянно возрастающей конкуренціи, напругающей всѣ силы и обращающей вниманіе заинтересованныхъ лицъ на всѣ детали промышленной эксплуатаціи, сдвоенныя машины, признанныя лучшими въ корабельномъ дѣлѣ, однако, распространяются мало-по-малу и въ другихъ отрасляхъ промышленности. Съ прошлаго года онѣ даже вторглись въ поле, чуждое до тѣхъ поръ къ стремленіямъ сбереженія. Локомотивы, или земледѣльческія паровыя машины, подверженныя самому грубому обращенію, всегда имѣли незавидную репутацію двигателей *самыхъ* дорогихъ въ отношеніи расхода топлива. Но и тутъ консервативный духъ равнодушія наконецъ побѣжденъ ясными понятіями о собственныхъ интересахъ. На двухъ послѣднихъ выставкахъ Великобританскаго Королевскаго Земледѣльческаго Общества были выставлены локомотивы сдвоенной системы извѣстными фирмами Джонъ Фаулеръ и К°, Рестонъ Прокторъ и К°, Маршалъ и Сыновья, и остальные заводчики быстро слѣдуютъ ихъ примѣру въ виду увеличивающагося спроса со стороны помѣщиковъ и фермеровъ.

Ясно, что начала, на которыхъ основана система, выдвинувшаяся между всѣми безчисленными усовершенствованіями паровой машины на первый планъ, не могутъ въ настоящее время подлежать сомнѣнію въ выгоду ихъ примѣненія.

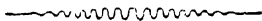
Только въ одной весьма обширной дѣятельности сдвоенная система не успѣла обратить на себя то вниманіе и уваженіе, которое она заслуживаетъ, — именно въ желѣзнодорожномъ дѣлѣ.

Если она признана лучшею во всѣхъ другихъ случаяхъ употребленія пароваго двигателя, то и *нѣтъ причинъ сомнѣваться, что она выкажитъ свое достоинства и въ примѣненіи къ паровозамъ*, какъ скоро будутъ преодолены представляющіяся въ этомъ частномъ случаѣ конструктивныя затрудненія и то равнодушіе желѣзнодорожныхъ дѣятелей которое основано на весьма простыхъ обстоятельствахъ.

Всякое измѣненіе существующаго подвижнаго и неподвижнаго состава влечетъ за собою громадныя расходы: лица, отъ которыхъ зависятъ эти улучшенія, съ одной стороны, страшатся принимать на себя отвѣтственность, пока не вполне ясно и неоспоримо доказано, что они въ самомъ дѣлѣ полезны; съ другой стороны, принуждены отказаться отъ нихъ, по причинѣ невозможности отдѣлать значительныя суммы на новый предметъ, когда текущіе расходы уже безъ того поглощаютъ все средства. Потому общій ходъ новыхъ изобрѣтеній вообще, и особенно желѣзнодорожныхъ, тотъ, что только послѣ продолжительныхъ представленій и стараній со стороны изобрѣтателей, общества рѣшаются робко и нерѣшительно подвергать испытанію то или другое изобрѣтеніе. Проходить много лѣтъ, пока они заручаются ясными доказательствами о пользѣ изобрѣтенія и уже тогда серьезно принимаются за введеніе его. Какъ будто внезапно падаетъ занавѣсъ, забывавшій достоинство новаго изобрѣтенія, и вдругъ все бросаются пользоваться выгодами, вводя его или постепенно, по мѣрѣ нахожденія средствъ изъ обыкновенныхъ доходовъ эксплуатаціи, или-же дѣлая займы въ виду того, что проценты и погашеніе занятаго капитала скоро покроются выгодами и сбереженіями, получаемыми отъ новаго изобрѣтенія. Примѣрами того служатъ введеніе стальныхъ рельсовъ, самодѣйствующихъ тормазовъ, освѣщеніе вагоновъ газомъ и пр. Все эти обстоятельства, достаточно объясняютъ, почему сдвоенная система, не смотря на блестящіе результаты примѣненія ея къ другимъ классамъ паровыхъ двигателей, не примѣнена еще къ паровозамъ или, вѣрнѣе сказать, находится еще въ первомъ періодѣ введенія; но пройдетъ немного времени и *она всеми будетъ признана полезною, а потому и необходимою*. Отечество паровозовъ, Англія, до сихъ поръ, на примѣръ, относилось весьма равнодушно ко введенію такой основной реформы, *) но теперь начинаетъ убѣждаться въ

*) Главная причина такого равнодушія конечно въ Англіи изобиліе, и дешевая цѣна топлива.

ея пользѣ. Не дальше какъ въ Январѣ сего года начальникъ тяги сѣверо-западной дороги, Веббъ, первый авторитетъ въ Англіи по паровозной части, публично заявляетъ слѣдующее: «Результаты моего перваго опыта съ паровозомъ **«Experiment»** снабженнымъ вдвоенною машиною, до того удовлетворительны, что эта машина по моему убѣжденію есть предшественница цѣлаго поколѣнія такихъ машинъ.»



Паровыя машины сдвоенной системы (compound) и ея примѣненіе къ паровозамъ.

Не вдаваясь въ исторію системы сдвоенныхъ машинъ и въ теорію ея, мы постараемся въ короткихъ словахъ выяснить самую суть системы и причины значительнаго сбереженія топлива, получаемого при ея употребленіи, сравнительно съ обыкновенными машинами.

Въ самыхъ простыхъ паровыхъ машинахъ (машинахъ безъ расширенія), какъ извѣстно, паръ, выпускаемый въ цилиндръ, находящійся въ постоянномъ сообщеніи съ котломъ, производя полезную работу, выходитъ изъ цилиндра въ атмосферу или въ холодильникъ при *томъ-же* давленіи, съ которымъ онъ вступалъ въ цилиндръ. Однако, паръ имѣетъ способность расширяться и при этомъ производить полезную работу и тогда, когда онъ предоставленъ самъ себѣ, не находясь въ сообщеніи съ котломъ, если только стѣнки цилиндра будутъ нагрѣты до температуры самого пара.

Пользуясь этимъ свойствомъ пара, прекращаютъ доступъ его въ цилиндръ по прохожденіи поршнемъ, напримѣръ $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{10}$ части своего хода, и тогда паръ расширится въ 2, 4 или 10 разъ въ самомъ цилиндрѣ, пока не выйдетъ въ

атмосферу. Самое простое вычисленіе доказываетъ, что извѣстное количество пара, производящее работу въ

100	пудовъ, если употреблено <i>безъ</i> расширенія дасть
169	» при двойномъ расширеніи
238	» » четверномъ »
308	» » расширенія въ 8 разъ,
и 371	» » » » 16 »

а потому казалось-бы безусловно выгоднымъ расширять паръ, какъ можно больше.

Но на самомъ дѣлѣ, на практикѣ, существуютъ обстоятельства, уничтожающія выгоды очень высокой степени расширенія.

1. Паръ высокаго давленія имѣетъ весьма высокую температуру и, переходя въ нисшее давленіе, сильно охлаждается; напримѣръ, паръ 16-ти атмосферъ, при входѣ въ цилиндръ, имѣетъ температуру 204° , а при выходѣ и при давленіи одной атмосферы только 100° . — При такой большой разницѣ, въ 104° , онъ отнимаетъ большое количество теплоты отъ окружающихъ его стѣнокъ цилиндра, которое должно быть возвращено при слѣдующемъ ударѣ поршня, вслѣдствіе чего вновь поступающій паръ сгущается въ воду до тѣхъ поръ, пока стѣнки цилиндра опять нагрѣются. Эта вода уносится паромъ механически при проходѣ его чрезъ цилиндръ, не производя при этомъ никакой полезной работы и опять обращается въ паръ только при концѣ хода поршня. Она, кромѣ того, отнимаетъ у пара теплоту, необходимую для обращенія ея въ парообразное состояніе, при чемъ работающій паръ долженъ пополнить какъ эту потерянную имъ теплоту, такъ и необходимую ему для поднятія своей температуры отъ 100° до 204° , исключительно путемъ охлажденія стѣнокъ цилиндра. Эта двойная потеря теплоты, тѣмъ значительнѣе чѣмъ больше степень расширенія и зависящая отъ нея разница температуръ пара въ началѣ и при концѣ хода поршня.

При расширеніи въ 2 раза эта разница температуръ составляетъ 20° , а при расширеніи въ 16 разъ — 104° или въ пять разъ больше.

Вотъ почему въ практикѣ оказалось невыгоднымъ употреблять расширеніе большее чѣмъ въ 5 разъ, если оно производится въ *одномъ* цилиндрѣ.

Переходи къ частному случаю паровозовъ, даже и пятерное расширеніе неудобно и даже невозможно, потому что приборъ, употребленный для распредѣленія пара,—простой золотникъ и такъ называемая кулесса—не позволяютъ расширенія большаго чѣмъ въ 4 раза, а пользоваться распредѣлительными приборами другихъ системъ, дающихъ возможность пользоваться большимъ расширеніемъ, крайне неудобно, по причинѣ ихъ сложнаго механизма, который не выдержалъ бы толчковъ, неразлучныхъ съ движеніемъ паровоза.

Въ паровозахъ паръ употребляется въ 8 до 10-ти атмосферъ и, расширяясь, въ крайнемъ случаѣ, въ 4 раза выходитъ въ атмосферу при давленіи 2 до $2\frac{1}{2}$ атмосферъ, т. е. работа, которая могла-бы получиться отъ расширенія пара, имѣющаго еще 2 до $2\frac{1}{2}$ атмосферъ, теряется совершенно бесполезно. Если-же на нѣкоторыхъ частяхъ пути приходится увеличивать силу тяги паровоза, то расширеніе уменьшается до двойнаго и меньше, и десяти атмосферный паръ, на концѣ хода, выходитъ въ атмосферу даже при давленіи пяти атмосферъ, т. е. потеря работы становится больше при большомъ потребленіи пара и меньше при маломъ его расходѣ, когда паровозъ и такъ имѣетъ излишекъ пара.

Если, вмѣсто того, чтобы выпустить мятый паръ въ атмосферу, введемъ его во второй цилиндръ, то, конечно воспользуемся всѣмъ давленіемъ, пропадающимъ въ первомъ случаѣ, безслѣдно.

Въ этомъ-то и состоитъ главное преимущество производства расширенія въ двухъ послѣдовательныхъ цилиндрахъ, вмѣсто одного, т. е. въ употребленіи системы сдвоенныхъ машинъ. Но есть и другія преимущества этой системы.

Мы указали выше, что нужно вообще избѣгать большой разницы въ температурахъ входящаго и мятаго пара. Десяти-атмосферный паръ имѣть температуру 180° и, расширяясь 4 раза, теряетъ 52° .

При употребленіи двухъ цилиндровъ, можно паръ расширить въ первомъ въ $3\frac{1}{6}$ раза, до давленія $3\frac{1}{6}$ атмосферъ и во второмъ цилиндрѣ опять въ $3\frac{1}{6}$ раза, отъ $3\frac{1}{6}$ атмосферъ до 0.

Разница температуръ въ первомъ цилиндрѣ будетъ $180^{\circ} - 144^{\circ} = 36^{\circ}$ —вмѣсто 52° , и во второмъ $144^{\circ} - 100^{\circ} = 44^{\circ}$; но эта послѣдняя разница далеко не такъ убыточна, потому что паръ изъ перваго цилиндра проходитъ во второй чрезъ мѣдную трубу, помещенную въ дымовой коробкѣ и, нѣкоторымъ образомъ перегрѣваясь, уже не сгущается въ немъ при дальнѣйшемъ расширеніи.

При этомъ нужно замѣтить также, что расширеніе въ 4 раза, производимое посредствомъ кулисы и простаго золотника, выходитъ довольно неправильнымъ, тогда какъ оно можетъ быть произведено весьма удовлетворительно при расширеніи только въ $3\frac{1}{6}$ раза въ каждомъ изъ двухъ послѣдовательныхъ цилиндровъ, безъ усложненія механизма. Сгущеніе пара при этомъ происходитъ въ значительно меньшей степени и, при всемъ томъ, общее расширеніе, считая въ обоихъ цилиндрахъ вмѣстѣ, является десятирнымъ, чего никогда нельзя достигнуть при расширеніи только въ *одномъ* цилиндрѣ паровоза. И такъ, *съ одной стороны, при обыкновенныхъ паровозахъ, мы имѣемъ неудовлетворительное расширеніе четверное, а съ другой стороны, при паровозахъ двойной системы, имѣемъ удовлетворительное десятирное расширеніе*, полезныя-же работы, извлекаемыя изъ одного фунта пара, въ первомъ и второмъ случаѣ относятся какъ 169 къ 320.

2) Такъ называемое «вредное пространство» въ паровомъ цилиндрѣ (т. е. паровые ходы и зазоръ оставленный между крышками цилиндра и поршнемъ въ крайнемъ его положеніи составляетъ около $\frac{1}{20}$ части его объема, а слѣдо-