

ЭКОНОМИКА СТАЦИОНАРНОЙ ЧАСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕПЛА ВЫХЛОПНОГО ПАРА ПАРОВОЗОВ ¹⁾

Инж. В. П. ЛЕБЕДЕВ

Как известно, в существующих паровозах около 50% тепла сожженного топлива в топках теряется с отработанным паром, который выбрасывается через конус в атмосферу, и приблизительно 43% тепла составляют остальные потери: с уходящими газами, механический недожог и другие потери, и только около 7% превращается в полезную работу. Потери тепла в переводе на топливо составляют, приблизительно, 59 *млн. т* высокосортного топлива в год по всему паровозному парку страны из 250 *млн. т* добываемого в стране топлива.

Отсюда выявляется необходимость добиваться повышения экономичности паровоза всеми средствами, в то же время не слишком усложняя и без того сложную конструкцию паровоза.

Работы по повышению экономичности паровоза ведутся различными путями и способами; в различных направлениях. Одно из возможных решений повышения экономичности паровоза предложено заслуженным деятелем науки и техники профессором-доктором Томского политехнического института И. Н. Бутаковым в его работе „К проблеме использования тепла выхлопного пара паровозов“. Решение проблемы коротко сводится к следующему.

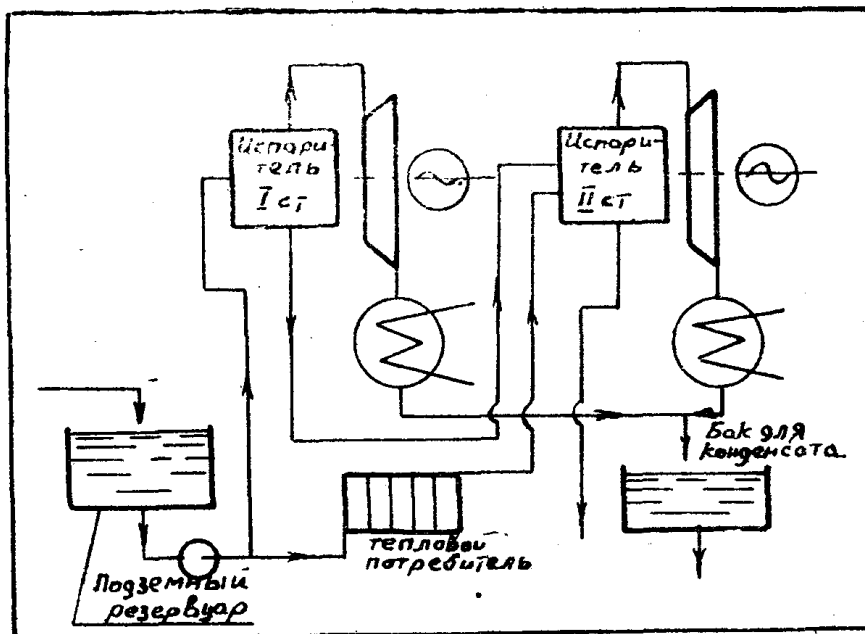
Выхлопной пар после паровых машин паровоза направляется в газососную турбинку и после нее—в тендер, превращенный в тепловой аккумулятор. Таким тендером на экспериментальном этапе может служить тендер паровоза ФД объемом воды в 44 *м³*, чтобы в последующем перейти на тендеры объемом в 90—100 *м³*. Отработавший пар в тендере-аккумуляторе нагревает воду до 95°. По прибытии паровоза в депо, в период экипировки, горячая вода спускается в подземный резервуар. Из подземного резервуара (фиг. 1) горячая вода в зимнее время направляется для целей теплофикации, а также на выработку электроэнергии в вакуумных турбинах, и после этого при температуре 45° может быть направлена в специальные теплицы для почвенного обогрева для выращивания овощей в течение круглого года. Такова схема использования тепла отработавшего пара паровозов, предложенная И. Н. Бутаковым.

Мы считаем, что такое решение не вносит значительного усложнения паровоза и в то же время повышает экономичность паровоза до 15%, что сближает паровоз с электровозом.

При внедрении в жизнь данной проблемы мы будем иметь, с одной стороны, экономию топлива, а с другой стороны,—неизбежные расходы, связанные с переделкой, дооборудованием, приобретением оборудования и т. д. Выгодность устройства установки по использованию тепла вы-

¹⁾ Работа выполняется под руководством заслуженного деятеля науки и техники профессора-доктора технических наук И. Н. Бутакова

хлопного пара паровозов, очевидно, будет иметь место в том случае, если годовая экономия будет превалировать над годовыми расходами.



Фиг. 1

Разрешение этого вопроса будет зависеть от многих условий и в первую очередь от напряженности движения на данном участке железной дороги, от размеров теплового потребления на данном ж.-д. узле и т. д.

Экономия топлива

При применении утилизационной установки на том или ином железнодорожном узле должно высвободиться определенное количество топлива, которое неизбежно расходовалось до применения утилизационной установки.

Рассмотрим отдельные составляющие экономии топлива в результате использования отработавшего тепла пара паровозов.

Как было указано выше, часть горячей воды, особенно в зимний период, должна пойти на покрытие потребности тепловых абонентов. Это прежде всего отопление зданий. До применения утилизационной установки эти тепловые абоненты потребляли какое-то количество тепла — W_1 ккал/год, а, значит, и какое-то количество условного топлива — $B_{от}$ т/год.

Зная тепловое потребление района или поселка W_1 , а также среднее значение к.п.д. котельных $\eta_{от}$, можно достаточно точно определить и количество топлива — $B_{от}$, которое будет:

$$B_{от} = \frac{W_1}{Q_p \eta_{от}} = \frac{W_1}{7000 \cdot \beta_{от} \cdot 10^3} \text{ т/год.} \quad (1)$$

С применением утилизационной установки это количество топлива — $B_{от}$ уже не нужно будет потреблять в данном районе, следовательно, оно будет являться определенной экономией.

Кроме того, на другой части горячей воды будет выработано некоторое количество электрической энергии в течение года. Таким образом, существующую электрическую станцию можно будет освободить от выработки такого же количества электроэнергии — $\mathcal{E}_{год}$, а, значит, не нужно будет сжигать и топливо на электростанции в соответствующем количестве — B_e т/год.

Поэтому можно записать:

$$B_3 = \frac{\mathcal{E}_{гсд} 860}{Q_p^* \eta_{см} 10^3} = \frac{\mathcal{E}_{год} 860}{7000 \cdot \eta_{см} 10^3} \text{ м/год.} \quad (2)$$

Количество электрической энергии, которое может быть выработано утилизационной установкой, зависит от количества привозимой горячей воды и от количества тепла, идущего на теплофикацию. Если мы обозначим количество привозимой воды каждым паровозом через P_2 (м/паровоз) и через n —число паровозов, ежедневно прибывающих, то годовое количество электрической энергии, которое может дать утилизационная установка, выражается следующим образом:

$$\mathcal{E}_{год} = 23770 P_2 n - 0,0000766 W_1 \frac{\text{квтч}}{\text{год}}. \quad (3)$$

Поэтому количество топлива, которое не потребуется сжигать на электрической станции, и, следовательно, достигаемая экономия топлива:

$$B_3 = \frac{(23770 P_2 n - 0,0000766 W_1) \cdot 860}{7000 \cdot \eta_{см} 10^3} \text{ м/год.} \quad (4)$$

Третья составляющая экономии топлива будет на самом паровозе. Эта экономия получится в результате того, что питание парового котла будет происходить подогретой в тендере-аккумуляторе водой. Для нашего случая, учитывая указания практики, мы оценили эту возможную экономию топлива в 6%. По каждому депо всегда бывает известен годовой расход условного топлива на каждый паровоз, поэтому, если через B_1 обозначим средний годовой расход условного топлива на паровоз до переоборудования и через m —количество переоборудованных паровозов, находящихся в пути по направлению к депо с двух сторон при проходном депо и с одной стороны при тупиковом депо, то возможная экономия топлива на паровозах от изменения питания котлов нагретой водой запишется:

$$B_{n,k} = 0,06 \cdot B_1 m \text{ м/год.} \quad (5)$$

Четвертая составляющая экономии топлива должна получиться на промежуточных железнодорожных водокачках ввиду того, что отпадает необходимость в наборе воды паровозами на промежуточных станциях. Экономия топлива на водокачках определится как

$$B_{год} = \frac{N_{к.632,3.8760}}{7000 \cdot \eta_{год} 10^3} = \frac{12 n 632,3.8760}{7000 \cdot \eta_{год} 10^3} = \frac{66500 \cdot 10^3 n}{7000 \cdot 10^3 \eta_{год}} \text{ м/год.} \quad (6)$$

Вода после утилизационной установки с температурой 45° может быть также использована для агротехнических целей, что может иметь большое значение в условиях сурового климата Сибири.

Применение агротеплофикации дало бы возможность обеспечить свежими овощами не только население данного ж.-д. узла, но и население других пунктов. Если считать, что при отсутствии тепла воды подобные теплицы пришлось бы все же отапливать, то мы должны были бы затратить определенное количество топлива— $B_{a,m}$, но используя теплую воду после утилизационной установки, мы должны это количество топлива— $B_{a,m}$ принять как экономию, которую нетрудно подсчитать. Зная количество тепла, необходимое для обогрева теплиц— W_2 , мы можем записать:

$$B_{a,m} = \frac{W_2}{7000 \cdot \eta_{ком}} \text{ м/год.} \quad (7)$$

Таким образом, мы имеем общую экономию топлива от использования тепла выхлопного пара паровозов в количестве:

$$B = B_{от} + B_э + B_{п.к} + B_{вод} + B_{a.m} \text{ м/год} \quad (8)$$

Помимо указанной экономии топлива, будет еще экономия, которую мы здесь не учитываем: это, во-первых, от того, что должна возрасти участковая скорость, благодаря устранению остановок для набора воды, во-вторых, благодаря применению химоочищенной воды будет меньше отложения накипи в паровозных котлах, а это дает лучшее использование топлива и сократит расходы на ремонт; кроме того, должно увеличиться число километров пробега от промывки до промывки, что принесет большую экономию в денежных расходах.

Эти дополнительные статьи экономии не принимаем во внимание, считая, что они пойдут на покрытие расходов, связанных с перевозкой дополнительного количества воды в тендере в случае увеличения его емкости до 90—100 м³, хотя надо сказать, что мощность паровоза, как правило, не используется полностью, так что дополнительный вес перевозимой воды будет способствовать только уменьшению удельного расхода топлива.

Развертывая вышенаписанное уравнение (8), будем иметь:

$$B = \frac{W_1}{7000 \cdot 10^3 \cdot \eta_{от}} + \frac{(23770 P_2 n - 0,0000766 W_1) 860}{7000 \cdot 10^3 \eta_{ст}} + \\ + \frac{W_2}{7000 \cdot 10^3 \cdot \eta_{кот}} + B_{1.m} \cdot 0,06 + \frac{66500 \cdot 10^3 \cdot n}{7000 \cdot 10^3 \cdot \eta_{вод}} \quad (9)$$

Если для упрощения задачи принять значения коэффициентов, исходя из практических соображений, равными:

$$\eta_{от} = 0,4; \eta_{ст} = 0,1; \eta_{кот} = 0,5; \eta_{вод} = 0,07$$

и подставляя W_1 и W_2 в мегакалориях в год, то выражение (9) примет вид:

$$B = 0,253 W_1 + 0,286 W_2 + n(29,3 \cdot P_2 + 136) + B_{1.m} 0,06 \text{ м/год}. \quad (10)$$

При данной цене условного топлива можно определить получаемую экономию в денежном выражении

$$\mathcal{E}_m = B \cdot \Pi_m \text{ руб/год}. \quad (11)$$

Таким образом, мы определили экономию топлива, которая получается в течение года вследствие применения утилизационной установки.

Годовые расходы

С другой стороны, мы будем иметь целый ряд годовых расходов, которые должны погашаться за счет получаемой экономии на топливе. Такими годовыми расходами можно считать:

- 1) амортизационные отчисления, текущий ремонт и налоги;
- 2) стоимость рабочей силы по обслуживанию утилизационной установки;
- 3) стоимость перекачки воды в тепловой сети;
- 4) стоимость охлаждающей воды для конденсаторов утилизационной установки.

Как известно, для определения амортизационных отчислений необходимо знать размер основных фондов, которые в данном случае будут складываться из следующих статей:

- 1) стоимость подземного резервуара;
- 2) стоимость оборудования утилизационной установки;
- 3) стоимость здания установки;
- 4) стоимость переоборудования паровоза и тендера;
- 5) стоимость теплофикационной сети.

Разберем каждую из составляющих в отдельности.

Стоимость подземного резервуара

Предполагается, что в период экипировки паровоза нагретая вода должна быть спущена в особый резервуар, находящийся под землей. Это представляет определенные удобства в смысле места, изоляции, удобства спуска нагретой воды и т. д. Стоимость резервуара будет зависеть от размеров, которые зависят от количества привозимой воды, от материала, который пойдет на его сооружение. Мыслится, что изготовлять такой резервуар лучше всего железобетонным, с последующим железнением стенок во избежание утечек воды, а объем его принять равным часовому запасу воды. Тогда его стоимость определится

$$S_p = V\zeta_p = \gamma_s P_2 n \zeta_p = 0,96 P_2 n \zeta_p \text{ руб.} \quad (12)$$

Если принять строительную стоимость 1 м³ объема резервуара $\zeta_p = 100$ руб., то будем иметь:

$$S_p = 96 \cdot P_2 n \text{ руб.} \quad (13)$$

Стоимость оборудования и здания утилизационной установки

Установить с достаточной точностью стоимость оборудования утилизационной установки довольно трудно. Сложность решения этой задачи заключается в том, что в настоящее время подобное оборудование не изготовляется, а поэтому нет и цен на такое оборудование. Кроме того, нет технического проекта, поскольку задача носит поисковый характер. Но нам кажется, что можно будет попытаться установить условно стоимость оборудования и здания утилизационной установки через стоимость установленного киловатта.

Установленная мощность вакуумных турбин будет отвечать максимальной часовой выработке электроэнергии, которая будет падать на летний период и будет зависеть от количества привозимой горячей воды.

Определим максимальную часовую выработку электроэнергии или, что то же, мощность вакуумных турбин

$$N_{ycm} = \left[\frac{\eta_{03} h'_T}{r_2 860} (t_1 - t_2) + \frac{\eta_{03} h''_T}{r_1 860} (t_2 - t_3) \left(1 - \frac{t_1 - t_2}{r_2} \right) \right] 10^3 P_2 n =$$

$$= 10^3 P_2 n \left[\frac{0,6 \cdot 53}{563 \cdot 860} 35 + \frac{0,6 \cdot 28}{571 \cdot 860} 15 \left(1 - \frac{35}{563} \right) \right] = 2,68 \cdot P_2 n \text{ квт.} \quad (14)$$

Здесь η_{03} — электрический относительный к.п.д. вакуумных турбин;

r_1 и r_2 — скрытая теплота парообразования;

h'_T и h''_T — адиабатический тепловой перепад в турбинах;

t_1 — температура воды, поступающей из резервуара 95°C;

t_2 — температура воды после испарителя первой ступени — 60°C.

t_3 — температура воды после испарителя второй ступени — 45°C.

Тогда стоимость оборудования и здания утилизационной установки

$$S_{y.y} = N_{ycm} \zeta_{ycm} = 2,68 \cdot P_2 n \cdot \zeta_{ycm} \text{ руб.} \quad (15)$$

Согласно данным Рыжкина, в статье „Станции малой мощности“ в журнале „Теплосиловое хозяйство“ № 5 за 1941 г. стоимость установленного киловатта для станций малой мощности можно принять равной 5030 руб/квт.

Поскольку в нашем случае котельная отсутствует, то стоимость установленного киловатта будет ниже. Если принять, что удельный вес котельной составляет 0,46, то тогда стоимость установленного киловатта определится:

$C_{уст} = 5030 \cdot 0,54 = 2420$ руб., поэтому примем $C_{уст} = 2750$ руб.

Таким образом, стоимость оборудования и здания утилизационной установки выразится, согласно уравнению (15):

$$S_{yy} = 7370 \cdot P_2 \text{ н руб.}, \quad (16)$$

здесь P_2 — в тоннах.

Стоимость переоборудования паровоза и тендера

Для возможности использования тепла выхлопного пара паровозов последние должны быть подвергнуты некоторому переоборудованию. Как было указано выше, ход пара после паровых машин должен быть изменен. После паровых машин пар должен быть направлен не в конус, а в турбину мягого пара дымососа и дальше в тендер-аккумулятор для аккумулярования и нагревания воды. Точно так же паровой инжектор должен быть заменен насосом, так как придется в котел подавать воду с температурой 95°. Из сказанного следует, что переоборудование паровоза заключается в следующем: установка дымососа с турбиной мягого пара, насоса, паропроводов и превращение тендера в аккумулятор с постановкой аппаратуры зарядки.

Стоимость дымососной установки определяется в 6000 руб., стоимость насоса—2000 руб., стоимость паропроводов—2000 руб. Таким образом, новое оборудование паровоза составит 10000 руб. Полная стоимость переоборудования самого паровоза, включая и монтаж, обойдется

$$\text{около } \frac{10000 \cdot 100}{40} = 25000 \text{ руб.}$$

Если считать, что стоимость сооружения 1 м³ объема парового аккумулятора определяется примерно 500 руб. (Грановский „Паровые котлы“), то переоборудование тендера емкостью 44 м³ составит:

$$500 \cdot 44 = 22000 \text{ руб.}$$

Общая стоимость переоборудования паровоза и тендера составит 47000 руб. или округленно можно принять 50000 руб. Если переоборудованию подвергнуто $n_{пар}$ паровозов, то общие затраты составят:

$$S_{пер} = 50000 n_{пар} \text{ руб.} \quad (17)$$

Стоимость теплофикационной сети

Стоимость теплофикационной сети можно было бы и не включать в статью расходов, связанных с утилизационной установкой, так как себестоимость квтч и мгк определяется франко ТЭЦ. Кроме того, теплофикационную сеть приходится сооружать при любом способе теплоснабжения: она не является спецификой, присущей только утилизационной установке. В целях, однако, полноты картины вводится и сетевая составляющая себестоимости мгк у потребителя.

Стоимость сети будет зависеть от диаметра трубопроводов и длины их. Согласно данным (Копьев „Теплофикация“) стоимость сети выражается следующей зависимостью:

$$S_c = s l d k \text{ руб.} \quad (18)$$

где l — длина трубопровода в км,

d — диаметр трубопровода в мм,

k — количество труб данного диаметра, в нашем случае мы будем иметь $k = 2$.

S — коэффициент, который можно принять равным 800.

Тогда имеем

$$S_c = 800 \cdot 2 \cdot dl = 1600 dl \text{ руб.} \quad (19)$$

Общие затраты по основным фондам, связанным с утилизационной установкой, выразятся следующим уравнением:

$$S = S_{yy} + S_p + S_{nep} = 7466 P_2 n + 1600 dl + 50000 n_{nap} \text{ руб.} \quad (20)$$

Если принять амортизационные отчисления в 10%, годовых, то это составит:

$$Ц_{a.o} = 746 P_2 n + 160 dl + 5000 n_{nap} \text{ руб/год.} \quad (21)$$

Здесь нужно иметь в виду, что если переоборудованию подверглись паровозы лишь одного депо, то половину расходов по переоборудованию паровозов следует отнести на обратное депо, имея в виду, что и там также должна быть утилизационная установка. Тогда n_{nap} нужно брать в два раза меньше.

Что касается остальных частей годовых расходов, как, например, расходы по перекачке воды, зарплата и т. д., то их можно в сумме принять в пределах 100000 ÷ 500000 руб., во всяком случае в каждом конкретном случае их придется определить особо. Здесь следует оговориться о расходах по зарплате. Дело в том, что эти расходы можно было бы и не ставить на счет утилизационной установки при определении выгодности применения данной установки в том или ином районе, так как сейчас эти расходы также существуют. Имеются истопники и кочегары при многочисленных отопительных приборах в разных зданиях района. Количество же персонала утилизационной установки будет меньше. Нам кажется, что этот вопрос в каждом конкретном случае придется решать особо.

Таким образом, общее выражение по статье годовых расходов, связанных с применением утилизационной установки, будет:

$$S_{год} = 746 P_2 n + 160 dl + 5000 n_{nap} + (100000 \div 500000) \text{ руб/год.} \quad (22)$$

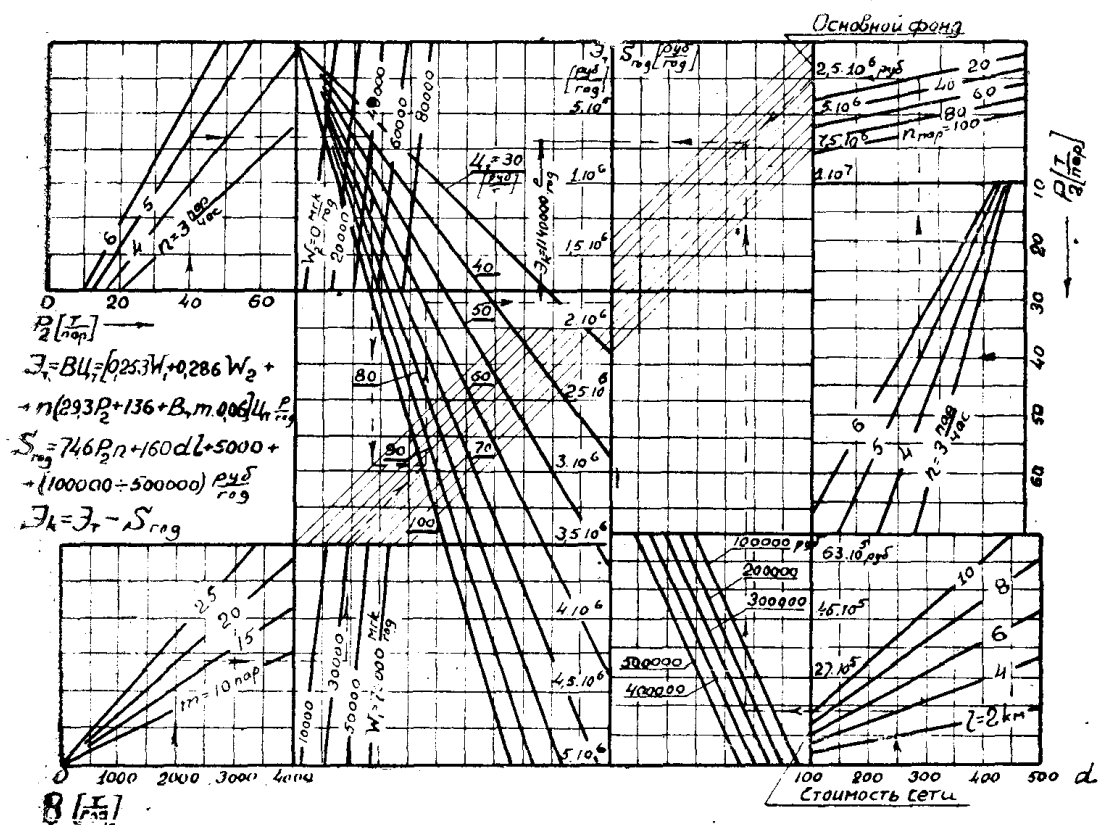
В итоге мы получили, что с применением утилизационной установки, с одной стороны, мы будем получать вполне определенную экономию на топливо, согласно уравнению (11), а с другой стороны, будут и годовые расходы по уравнению (22). Тогда

$$\mathcal{E}_k = \mathcal{E}_m - S_{год} \text{ руб/год} \quad (23)$$

составит абсолютную экономию в течение года при применении утилизационной установки. Если $\mathcal{E}_k > 0$, то можно говорить о целесообразности данной установки. Если же $\mathcal{E}_k < 0$, то это показывает, что применение утилизационной установки в данном районе нецелесообразно.

Следует заметить, что мы ничего не говорили о расходах, связанных с устройством агротеплофикации, но это было сделано потому, что расходы по агротеплофикации должны быть окупаемы за счет своей продукции, т. е. овощей.

Для определения абсолютной экономии $\mathcal{E}_k$ выстроена номограмма фиг.2, которая и дает наглядное представление о получаемой экономии в зависимости от влияющих переменных факторов. Для частного примера дано: в час прибывает $n=5$ паровозов и каждый привозит по $P_2=40\text{ т}$ нагретой воды (при условии тендера емкостью 90 м^3), и тепло этой воды расходуется на теплофикацию $W_1=40000\text{ мгк/год}$, на агротеплофикацию $W_2=40000\text{ мгк/год}$, а остальное количество тепла идет на выработку элек-



Фиг. 2

троэнергии. Далее дано, что в среднем на паровоз расходуется в течение года $B_T=2000\text{ т/год}$ условного топлива по цене $C_T=60\text{ руб/т}$. Количество переоборудованных паровозов $n_{пар}=20$. Кроме этого, мы имеем теплосеть с длиной труб $l=4\text{ км}$ и диаметром $d=250\text{ мм}$; прочие расходы принимаем равными 300000 руб/год .

Решая этот пример по левой стороне номограммы, на вертикальной ординате, делящей номограмму на две части, находим получаемую при этом экономию $\mathcal{E}_m=1850000\text{ руб/год}$.

На правой стороне номограммы находим общие годовые расходы, которые мы отсчитываем на той же вертикальной ординате, и для нашего примера это выразится суммой $S_{год}=710000\text{ руб/год}$.

Таким образом, абсолютная годовая экономия составит

$$\mathcal{E}_k = 1850000 - 710000 = 1140000\text{ руб/год}.$$

Кроме того, на ординате, делящей правую часть номограммы на две половины, мы попутно можем усмотреть и размер вложений в основные фонды и стоимость теплосети. Так, для нашего примера основные фонды составят 2500000 руб. и стоимость теплосети 1620000 руб. Нужно сказать, что здесь мы исходим из того предположения, что за нагретую на паровозе воду мы не платим, поскольку это тепло все равно было бы поте-

ряно; но если считать, что с тех пор, как мы стали использовать отбросное тепло, оно приобрело потребительную стоимость, то тогда утилизационная установка должна нести расходы по оплате топлива, что в нашем случае составит в год:

$$\frac{40.5(95-25)}{7000.0,6} \cdot 60 = 200000 \text{ руб/год.}$$

Тогда абсолютная экономия сократится до 940000 руб/год. Из этих цифр ясно виден получаемый эффект от использования выхлопного тепла паровозов.

Любопытно привести еще некоторые цифры.

Перевод на электрическую тягу существующей железной дороги обходится, примерно, в 250000 руб. за 1 км и, следовательно, при длине плеча в 120 км постройка дороги обойдется в 30 млн рублей, тогда как в нашем примере пришлось бы затратить всего лишь немногим больше 4 млн рублей при значительном накоплении. В то же время к.п.д. паровоза при частичном использовании отбросного тепла приблизится к к.п.д. электровоза.

Определение стоимости киловаттчаса и мегакалории

Не менее важным показателем в экономике теплосиловой установки является стоимость 1 квтч и 1 мжк.

Тепло привозимой горячей воды частично идет на теплофикацию, частично—на выработку электроэнергии.

Прежде всего определим общие затраты, в которых участвуют и электрическое и тепловое потребления. Для нашей утилизационной установки такими затратами будут стоимость подземного резервуара S_p , стоимость переоборудования парка паровозов $S_{пер}$, стоимость насосов, перекачивающих воду от резервуара до установки, электромоторов к ним, монтажа и т.д. $S_{нас}$, что можно записать:

$$S_Q = S_p + S_{пер} + S_{нас} \text{ руб.} \quad (24)$$

Из этой суммы определим ту часть расходов, которая падает на тепловое потребление:

$$S_Q^m = S_Q \frac{W}{Q} \text{ руб.,} \quad (25)$$

где $W = W_1 + W_2$, т. е. тепло на теплофикацию и агротеплофикацию, а Q —общее количество тепла.

Теперь можно определить общие годовые расходы, связанные с теплофикацией и агротеплофикацией, которые должны быть покрыты тепловыми потребителями

$$S^m = S_{пер}^m + S_{перс}^m + 0,1(S_{сг}^m + S_Q^m) \frac{\text{руб}}{\text{год}}. \quad (26)$$

Здесь $S_{пер}^m$ —расходы, связанные с перекачкой воды в тепловую сеть; сюда входит электроэнергия, затрачиваемая на перекачку теплоносителя.

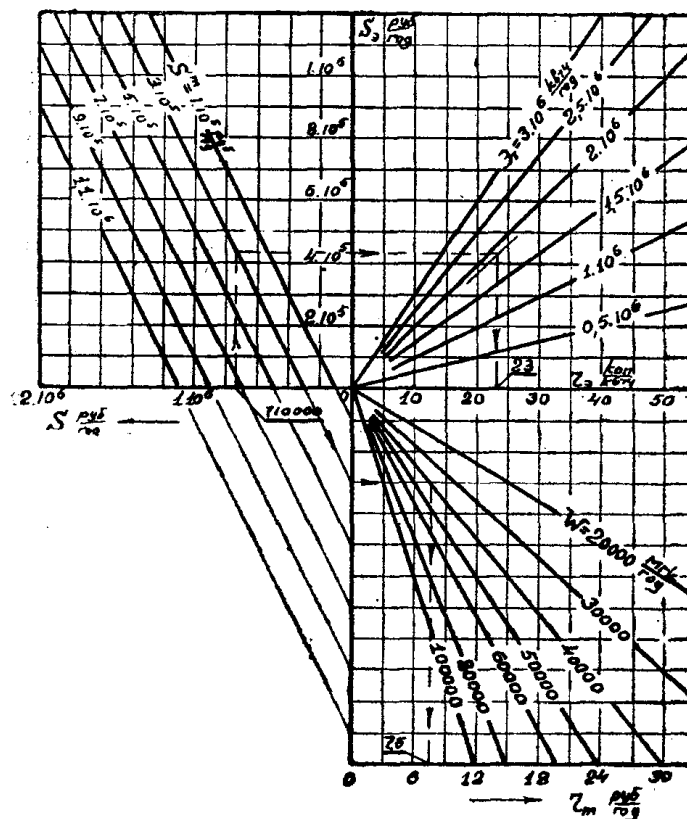
$S_{перс}^m$ —расходы на персонал по обслуживанию теплофикации.

Поскольку величина W теплового потребления известна, то можем теперь определить стоимость отпущенной мегакалории, что составит

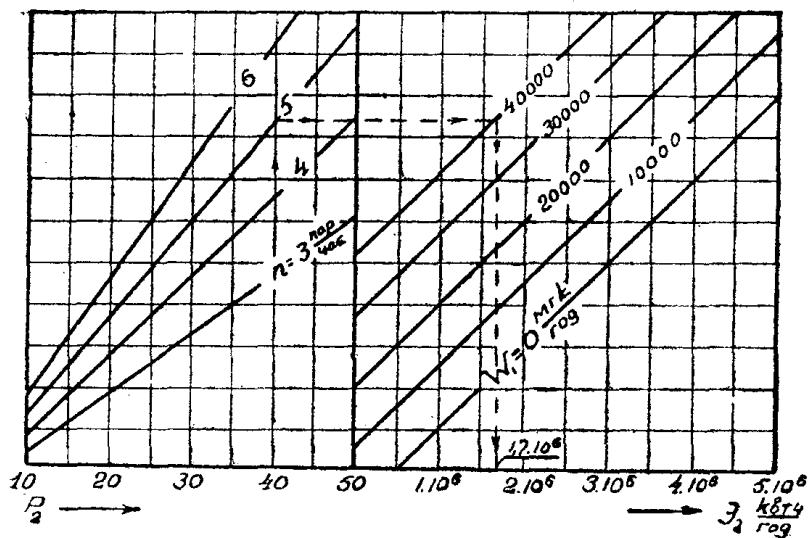
$$r_m = \frac{S^m 10^6}{W} \frac{\text{руб}}{\text{мжк}}, \quad (27)$$

где W подставляется в калориях в год. Определив ранее, по уравнению (22), общие годовые расходы $S_{\text{год}}$, можно будет определить ту часть расходов S_3 , которая будет связана с выработкой электроэнергии и должна быть погашена потребителями электроэнергии. Эти расходы выразятся:

$$S_3 = S_{\text{год}} - S^m \text{ руб./год} \quad (28)$$



Фиг. 3



Фиг. 4

Теперь легко определить стоимость 1 *квтч*:

$$r_3 = \frac{S_3}{\mathcal{E}_{год}} 100 \frac{\text{коп}}{\text{квтч}}. \quad (29)$$

Для определения стоимости киловаттчаса и мегакалории можно воспользоваться номограммой, представленной на фиг. 3.

Для определения годовой выработки электроэнергии утилизационной установки можно воспользоваться графиком на фиг. 4.

Если мы продолжим решение нашего частного примера и определим стоимость киловаттчаса и мегакалории, то мы получим, что стоимость 1 *квтч* составит $23 \frac{\text{коп}}{\text{квтч}}$ и стоимость 1 *мгкл*—7,5 *руб.*

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует
24	2 снизу	$\gamma_r = S \cdot P$	$\gamma_r = S P_r$
41	4 сверху	цитированная	цитированная
57	5 сверху	термо-и гидродинамические	термо- и гидродинамические
69	11 снизу	теплоносителя	теплоносителя
85	10 снизу	$\frac{dV}{d\alpha} =$	$0 = \frac{dV}{d\alpha} =$
102	17 снизу	бессейнов	бассейнов
178	фиг. 1	в процесс	в процессе
185	14, 15, 17 снизу	э	е
204	7 сверху	огд	год
210	6 снизу	где $860 N_{mk} = 860 (N_{lk} - N_{k})$	где $860 N_{mk} = 860 (N_{lk} - N_{ek})$
211	9 сверху	$N_{k} = N_{k} + N_{no}$	$N_{\varepsilon} = N_{ek} + N_{\varepsilon no}$
211	18 сверху	$D_k = \frac{860 N_{k}}{(i_0 - i_k) \eta_m \eta_z} =$	$D_k = \frac{860 N_{ek}}{(i_0 - i_k) \eta_m \eta_z} =$