

О стоимости энергии при производстве бумаги.

„Выработка газетной бумаги, как известно, всецело зависит от возможности иметь дешевую древесную массу; производство же древесной массы экономически возможно только при условии получения дешевой энергии“. Цитата эта, заимствованная из статьи „Об использовании энергии реки Мсты для бумажной промышленности“, подписанной тремя авторами — И. И. Храмцовым, А. М. Соколовым и А. И. Кардаковым и помещенной в № 10—11 „Бумажной Промышленности“ за 1924 г., могла бы служить эпиграфом всего номера, так как он почти целиком посвящен этому вопросу; кроме указанной, в названном номере имеется еще большая статья И. И. Храмцова „Условия получения энергии для производства газетной бумаги в СССР“ и А. И. Кардакова — „Значение Волжского района для производства газетной бумаги“.

Все эти статьи бьют в одну точку — доказательства наибольшей выгодности постройки новых фабрик газетной бумаги в Сухоно-Мстинско-Рыбинском (и главным образом Мстинском) районах.

Цель настоящей статьи и заключается, во-первых, в освещении вопроса с точки зрения забытых тремя авторами районов и, во-вторых, в возражении по вопросам, по существу которых с ними нельзя согласиться.

Начну с небольшой практической поправки: на первой же странице статьи „Об использовании энергии реки Мсты для бумажной промышленности“ три автора говорят: „Наиболее дешевую энергию из всех существующих в бумажной промышленности паросиловых установок дают блокированные синхронно-работающие станции Свердловского целлюл. завода и ф-ки „Сокол“ — 2,68 коп. за к.в. ч.“. Это не верно: Дубровская фабрика, после пуска на ней второй бумажной машины, дает стоимость в 2,32 коп. за к.в. ч. Если в распоряжении трех авторов имелись последние сведения одного только Центробумтреста, следовало бы сделать оговорку. Но это между прочим. Главное, конечно, во Мсте.

Стоимость энергии на Мсте. Река эта с самого начала русской истории составляла звено естественного водного пути от Новгорода-Великого к Новгороду-Нижему, прерывавшегося сухопутным „волоком“ только в В. Волочке. При Петре же первом она была введена в старейшую из русских водных систем — Вышневолоцкую, действующую и поныне. Поэтому, говорить об устройстве на Мсте какой бы

то ни было гидро-силовой станции вне связи этого вопроса с урегулированием судоходства на этой реке, конечно, не приходится. Нельзя также ограничиваться устройством того „лессоплавного лотка“, который предусматривается тремя авторами. Вопрос о судоходстве на р. Мсте, при устройстве на ней вододействующих заведений, должен быть поставлен во всей его полноте. Как же он обстоит?

Известно, что, параллельно Вышневолоцкой системе, Волга соединяется с Невой и Финским заливом еще Мариинской и Тихвинской системами, из которых первая в настоящее время играет преобладающую роль, воспринимая на себя главную часть Воляско-Невского грузооборота, а вторая находится в запущенном состоянии и используется столь же слабо, как и Вышневолоцкая.

Но значительная перегруженность Мариинской системы была осознана еще задолго до мировой войны, и уже в начале текущего столетия б. Министерством Путей Сообщения делались изыскания по созданию подсобного для Мариинской системы водного пути.

В настоящее время, когда Нева и Ленинград представляют собой единственный выход в Балтийское море для всей необъятной территории С. С. С. Р., перегруженность Мариинской системы должна сказаться еще рельефнее. И вот тут-то и возникает вопрос, какую же из двух старых водных систем было бы целесообразнее приспособить на помощь Мариинской—Вышневолоцкую или Тихвинскую.

Подробные изыскания по этому вопросу были произведены бывш. Министерством Путей Сообщения дважды: под руководством инженера Вилькена в конце прошлого столетия и инж. Калиновичем и Рундо незадолго до начала войны. Вот что пишет в результате своих работ инж. Калинович:

„Общеизвестными недостатками Тихвинской системы являются—крайняя маловодность и трудность питания водораздела, а также мелководность и незначительность входящих в ее состав рек.

Положение дел на Вышневолоцкой системе в этом отношении значительно благополучнее: водораздел находится в обильной озерной части Валдайской возвышенности, а в числе составных частей имеются столь значительные реки, как Волхов и Мста. С другой стороны, из мелкободных рек Вышневолоцкого пути—Верхняя Волга имеет весьма развитое местное судоходство, и переустройство ее для получения большей осадки составляет одну из ближайших задач. Между прочим, разработан уже проект, предусматривающий приспособление ее для судов не менее 6-четвертовой осадки в мелководье, без помощи шлюзования; для доведения же осадки до 10 четвертей потребуются, по видимому, сравнительно небольшие добавления.

Что касается наиболее существенного в свое время недостатка Вышневолоцкой системы—порожистости входящей в ее состав Мсты, то в данном случае, при рассмотрении вопроса с точки зрения использования энергии падения, он отпадает, как играющий лишь положительную роль и не представляющий в таких условиях затруднений

для создания выгодных условий судоходства. В связи с вышеозначенным, и принимая во внимание, что на Волхове уже производятся работы по шлюзованию порогов для использования их падения, становится очевидным, что специально для воссоздания транзита по Вышневолоцкому пути потребуются лишь работы по соответствующему переустройству р. Тверцы и водораздельного бьефа, находящегося в весьма удовлетворительном условии питания⁴.

Соображения эти указывают, что при создании вспомогательной для Мариинского водного пути магистрали весьма вероятно использование ныне заброшенного Вышневолоцкого пути, почему последнее обстоятельство и необходимо учитывать при всяких переустройствах входящих в ее состав путей, а в том числе и столь важного ее звена, каким является Мста.

Если принять, таким образом, во внимание, что ближайшей весьма вероятной задачей по судоходному переустройству Мсты является приспособление ее на всем протяжении для судов Мариинской системы, т.е. 10 четвертовой осадки при размерах $30 \times 4,5$ саж., то и расположение сооружений, имеющих целью использование энергии падения, должно быть приведено в связь с общей схемой шлюзования.

При такой постановке вопрос сводится к разбивке р. Мсты на ряд подпертых бьефов с возможно большими перепадами и притом обеспечивающими в меженное время плавание судов с осадкою не менее 10 четвертей аршина.

Итак, устраивать гидросиловую станцию на Мсте можно лишь при условии одновременной постройки при ней шлюза с глубиной 10 четвертей на короле и размером не менее $30 \times 4,5$ саж.

Такая постройка очень далеко отведет нас от тех 500 руб. за установленную силу, которая принята в статье трех авторов.

Переходим к расходам воды. Не знаем, откуда ГУГС взял средний расход Мсты — 50 куб. метров. В нашем распоряжении имеются совершенно другие материалы: цифровые данные, определяющие величины средних естественных расходов Мсты за тридцатилетие, с 1881 года до 1911 года, обработанные б. заведывающим Гидрометрической Службой б. Петербургского Округа Путей Сообщения инж. А. М. Рундо, находящиеся ныне в портфеле Государственного Гидрологического Института, дают средний естественный расход в навигационные дни указанного тридцатилетия — $31,4 \text{ м}^3/\text{сек.}$, а средний зимний расход под ледяным покровом — $19,2 \text{ м}^3/\text{сек.}$, и лишь в течение немногих дней весеннего половодья расход достигает величины $728 \text{ м}^3/\text{сек.}$ (Все цифры относятся к Потерпелицкому водомерному посту).

Сопоставляя эти цифры друг с другом, не трудно прийти к заключению, что Мста представляет собою характерный пример реки, природою совершенно не урегулированной: огромное падение этой реки¹⁾, при сравнительно небольшой площади ее бассейна, вызывает

¹⁾ На протяжении 412 верст от озера Метино до озера Ильменя р. Мста имеет падение в 139 метров. 3

быстрый сток воды, почему и в меженное время она представляет собою мелкий поток, который в естественном состоянии оказывается весьма мало пригодным для его использования в целях получения энергии. Но характерная особенность Мстинского бассейна заключается в обилии озер, соединенных группами и вливающих затем свои воды в Мсту, что создает возможность сооружения целого ряда водохранилищ и позволяет в полной мере применить ко Мсте принцип искусственного годового регулирования ее расхода. Всего эта река принимает восемнадцать притоков, из которых четыре впадающих в верхней части, а именно: Тубасовка, Дубовка, Березай и Уверь, дают выход в Мсту водам наиболее значительных из озер, которыми изобилует ее бассейн. Поэтому именно эти четыре реки имеют весьма важное значение для ее питания. Еще в XVIII веке озера этих рек были приспособлены под водохранилища для искусственного питания Мсты в период ее мелководья, а устроенные тогда для этой цели бейшлоты в их первоначальном виде сохранились и поныне. Здесь не место утомлять внимание читателя подробным описанием этих водохранилищ, приведенным в докладе инж. Калиновича. Но не безынтересно, привести сводные данные о них в следующей таблице:

№	Название водохранилища.	Высота подпора в саж.	Сведения о материале бейшлота.	Год постройки.	Запас спуска. воды в милл. куб. саж.
1.	Тубасовское	1,0	Дерево	1768	0,5
2.	Дубовское	1,25	Дерево	1768	1,5
3.	Пудорское	1,16	Дерево	1845	5,5
4.	Березайское	1,58	Камень	1761—2 ²⁾	—
5.	Валдайское	1,10	Дерево	1797 1788	7,0
6.	Кемское	1,12	Дерево	1745	6,0
7.	Уверское	1,91	Дерево и камень	1747 1794	— —
8.	Оз. Мелино	1,92	Дерево и камень	1786	6,0
9.	Рудневское	1,67	Дерево	1778	—
10.	Яшинское	1,02	Дерево	—	3,0
11.	Березовское ³⁾ . . .	1,30	Дерево	1779	6,0
Всего около		—	—	—	50,0

²⁾ Дерево.

³⁾ Упичтоженное.

Общая емкость одиннадцати перечисленных водохранилищ после приведения их в порядок и полного возобновления тех из них, которые совершенно заброшены (напр., Березовское), выразится округленно в 500.000.000 м³ аккумулированной воды. Это количество воды, надлежащим образом распределенное, по соображениям инженеров Рундо и Калиновича, действительно даст возможность довести средний годовой расход гидро-силовых установок в районе Боровичей (но не тех, которые расположены выше последнего по течению водохранилища — Уверского) до 69 м³/сек. Для этого нужно было бы, однако, привести в порядок и частично капитально реставрировать все одиннадцать водохранилищ. Вряд ли такая задача была бы под силу какому бы то ни было промышленному объединению, даже такому сильному, как ЦБТ.

Если же исходить из приведенных выше цифр не урегулированного расхода, то при величине напора в 18 метров (который в разбираемой статье определен совершенно правильно) получится мощность:

зимой — $10 \times 19 \times 18 = 3.420$ лш. сил, т.е. 2.517 к. в.,

летом — $10 \times 31,4 \times 18 = 5.652$ лш. сил, т.е. 4.160 к. в.,

которой далеко не хватит на продукцию тех 100 тонн газетной бумаги в сутки, о которых мечтают инициаторы Боровичской бумажной фабрики.

К вышеизложенному надлежит добавить, что плотина вышиною в 18 метров должна быть отнесена к разряду весьма крупных гидротехнических сооружений. Не забудем, что Волховстрой имеет плотину всего лишь в 10 метров. Весенние же паводки на Мсте весьма бурны, так как в это время расходы в ней нередко превосходят 1.000 м³/сек. А это приводит к необходимости каменной (а не какой-либо иной) плотины, ширина которой будет от 90 до 100 метров. Так что в итоге проектируемое сооружение по своей грандиозности мало чем уступит Волховстрою.

Вообще нужно иметь в виду, что вся Мста в целом уже не раз привлекала к себе внимание исследователей, искавших „белый уголь“, как объект, из которого может быть извлечена весьма значительная мощность для электрификационных целей: еще в 1902 году возникал проект использования порога Мсты для электрической тяги на Октябрьской железной дороге; тогда имелось в виду построить 13 плотин, высотой от 4 до 8 метров и получать от них суммарно 105.000 лш. сил ¹⁾. Затем сравнительно недавно упоминавшимися инженерами Калиновичем и Рундо было проектировано устройство 11 плотин высотой от 6,2 до 19,2 метров, на которых можно было бы получить около 81.000 лш. сил ²⁾. Если эти начинания не удавались,

¹⁾ См. М. А. Ткацкий — „Пороги р. Мсты и их использование для электрической тяги на Николаевской жел. дороге“.

²⁾ См. М. Н. Левинский — „Белый уголь в Петроградском районе“. Топливный Бюллетень Петроградск. Сов. Народн. Хозяйства на 1921 г.

только вследствие грандиозности затрат, связанных с электрификацией реки в целом, и недопустимости ее порчи путем возведения единичных незашлюзованных плотин. Но все же не следует забывать, что Мста—единственный источник белого угля, который рано или поздно понадобится или для электрификации Октябрьской жел. дор., или, быть-может, и самой Москвы. Поэтому к ней нужно подходить лишь в порядке государственного разрешения вопроса. Кустарничать же на ней не место.

Но предположим на время, что Наркомпуть отказался бы от мысли привести в порядок Вышневолоцкую систему и, наоборот, решил бы ее испортить устройством плотины без шлюза, и что прав не Гидрологический Институт, указывающий естественные расходы Мсты от 19 до 31 м³/сек. и мыслящий возможность рационального использования ее лишь при неременном условии приведения в порядок всех одиннадцати бейшлотов, а ГУГС с его „средним“ незарегулированным расходом в 50 м³/сек. (как говорится на стр. 603 разбираемой статьи трех авторов). И в этом случае три автора глубоко не правы, выводя стоимость киловатт-часа на будущей станции в 1,65 коп. Она будет гораздо выше.

Для доказательства этого можно сослаться на самого И. И. Храмова, правда, не как на одного из трех авторов разбираемой статьи, а уже единолично, как автора статьи „Условия получения энергии для производства газетной бумаги в СССР“: на стр. 579 он приводит среднюю цену для низконапорных гидравлических установок в 1914 г. в Германии—600 марок за силу, то-есть 816 марок за киловатт. Затем далее, на стр. 586, он же говорит (и с этим нужно всецело согласиться), что в России всегда стоимость построек и оборудования была раза в два выше, нежели в Германии. Таким образом, стоимость *Мстинской* гидроустановки еще в 1914 году обошлась бы около 600 рублей за силу и 816 рублей за киловатт. Затем надо принять во внимание индекс на послевоенное удешевление денег. Если мы его примем в 1,25, что более, чем осторожно, то получим:

$$816 \times 1,25 = 1.020 \text{ руб. за к. в.}$$

Наконец, необходимо принять во внимание, что строительная стоимость силовых станций всегда и везде рассчитывается, исходя из так называемой „установленной“ мощности ее агрегатов, а не их „действующих“ или „рабочих“ мощностей, так как всякая благоустроенная установка должна иметь по меньшей мере одну генераторную единицу в резерве. Учтя это, мы придем к установленной мощности на проектируемой силовой станции около 8.000 к. в., то-есть к строительной стоимости ее:

$$8.000 \times 1.020 = 8.160.000 \text{ рублей.}$$

Применяя процентные числа те же, что и в разбираемой статье, мы получим эксплуатационные расходы по установке:

12% на затраченный капитал	979.200 руб.
3% — амортизация	244.800 „
2% — эксплуатация и ремонт	163.200 „
	1.387.200 р.

Но самую крупную ошибку делают три автора в вычислении количества годовой энергии. К вопросу этому, в случае гидросиловой установки, следует подходить двояко, определив, во-первых, сколько энергии потребуется в течение года для нужд производства и, во-вторых, сколько ее может дать река.

Три автора, однако, этого обстоятельства не учитывают и рассматривают установку как паровую, манипулируя только той цифрой энергии, которая им нужна для производства, предполагая, что река обеспечивает им, как паровая машина, нормальную мощность в 6.500 к. в. в течение круглого года, за исключением 20—30 дней, чего в действительности не будет.

Затем далее: на стр. 605 три автора говорят о „коэффициенте использования“, который ими, якобы, определен выше равным 0,9. В действительности же выше, именно на стр. 603, определяется вовсе не „коэффициент использования“, в данном случае действительно очень важный, а величина:

$$\frac{6.750 - 830}{6.500} = 0,91,$$

то-есть отношение фактической нагрузки турбин к их номинальной мощности, которое с большим правом можно было бы назвать „коэффициентом нагрузки“. Правда, этим смешением понятий грешат не одни три автора разбираемой статьи: кроме двух названных коэффициентов эксплуатационная практика силовых станций установила еще целый ряд других коэффициентов — „эксплуатации“, „одновременности“, „продолжительности“, „рабочей длительности“ и т. д. Поэтому, говоря о таких коэффициентах, следовало бы каждый раз оговаривать, что под ними понимается¹⁾, чего, к сожалению, три автора не сделали. Попробуем разобраться в этом.

Основная формула „коэффициента использования“, определяющая характер годового режима всякой силовой установки, имеет вид

$$k = \frac{A}{P_{max} \cdot 8760} \dots \dots \dots (1)$$

где P_{max} — наибольшая рабочая мощность силовых агрегатов установки, то-есть в нашем случае 6.500 к. в., а A — количество энергии, выработанной в течение года. Если бы в нашем случае силовая установка была чисто паровая, или вообще тепловая, A представляло бы собою ту энергию, которую требуется затратить

¹⁾ Пока эти термины не будут жестко фиксированы каким-либо международным или хотя бы национальным соглашением.

для возможности работы фабрики в течение $300 \times 24 = 7.200$ часов. Ясно, что это будет $7.200 \times (6.750 - 830) = 7.200 \times 5.920 = = 42.624.000$ к. в. ч.

Предыдущая формула при этом примет вид:

$$k_1 = \frac{A_1}{P_{max} \times 8.760} = \frac{42.624.000}{6.500 \times 8.760} = \frac{42.624.000}{56.940.000} = 0,748 \dots (2)$$

Величина $k_1 = 0,748$ и будет для нашего случая „коэффициентом использования“ силовых агрегатов, так как она определяет собою продолжительность годовой работы каждого установленного киловатта двигателей, обусловленную характером работы исполнительных механизмов. В нашем случае коэффициент k_1 означает, что каждый из установленных 6.500 к. в. работает в течение года $0,748 \times 8.760 = = 6.552$ часа.

При гидравлической силовой установке величина A_1 требуемой годовой энергии остается неизменной и равной в нашем случае — 42.624.000 к. в. ч., но уже не равной A_2 , то-есть той годовой энергии, которую может дать река.

Эта величина определяется, как искомая в той же формуле „коэффициента использования“, но уже не силовых агрегатов, а самой реки, которая получит вид:

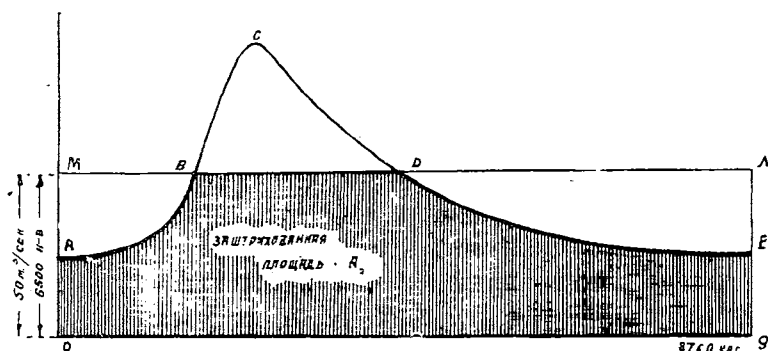
$$k_2 = \frac{A_2}{P_{max} \times 8.760} = \frac{A_2}{6.500 \times 8.760} = \frac{A_2}{56.940.000} \dots (3)$$

и в которой k_2 есть тот „коэффициент использования“ реки, который в каждом конкретном случае определяется характером годового режима ее. Он изменяется в очень широких пределах в зависимости, с одной стороны, от гидрологических и орографических особенностей реки, а с другой от суммарной мощности установленных силовых агрегатов, что следует из формулы.

Точное определение величины коэффициента использования реки можно произвести, только имея годичный график расходов воды в ней; если имеются исчерпывающие гидрометрические данные о реке, можно построить характеризующую ее силовой режим кривую $ABCDE$ (см. чертеж), откладывая по оси абсцисс часы, а по оси ординат соответствующие им расходы и мощности. Площадь, заключенная между этою кривою, осью абсцисс и двумя крайними ординатами, определит собою величину A_3 , то-есть полную энергию годового стока реки. Если мы проведем прямую линию, параллельную оси абсцисс на расстоянии 6.500 к. в. от нее (или вообще на расстоянии, определяемом предельной мощностью генераторных агрегатов), то площадь $OABDEG$ будет определять собою A_2 , то-есть ту энергию, которую при данной величине водяных двигателей можно от реки получить. Наконец, площадь $OMNG$ равна величине знаменателя

формулы „коэффициента использования“, так как она определяется произведением 6,500 к. в. на 8,760 часов. Следовательно, k_2 есть отношение площади $OABDEG$ к площади $OMNG$.

Если графика расходов не имеется, приходится поступать наоборот, т.е. определять A_2 по заданным значениям „коэффициента использования“ реки k_2 . Как же велик этот коэффициент для Мсты? Три автора его не определяют: они считают, что река должна им дать те $A_1 = 42.120.000$ к. в. ч. в год, которые им нужны для производства, то-есть, что площадь $OABDEG$ должна равняться величине A_1 , определяемой исключительно условиями производства, что было бы правильно, если считать расход 50 м³/сек. за постоянный зарегулированный годовой расход, при каковом условии кривая линия $ABCDE$ превращается в прямую MN , параллельную оси абсцисс, а площадь A_2 делается равной A_1 ; но они сами пишут, что это „средний“ расход (стр. 603, третья строка сверху), т.е., что они считают его изменяющимся по какой-то кривой, имеющей форму, подобную $ABCDE$.



И. И. Храмцов, не как один из трех авторов, но единолично, в статье „Условия получения энергии для производства газетной бумаги СССР“ ближе подходит к правильной величине для k_2 : на стр. 597 он говорит, что „для паро-силовых установок коэффициент использования бывает не ниже 0,75, а для гидростанции коэффициент использования нормально будет 0,65“. Здесь также есть смещение между понятиями: „коэффициент использования силового агрегата (k_1)“ и „коэффициент использования природного источника энергии (k_2)“, которые в случае паро-силовой установки одинаковы, а в случае гидравлической установки различны; но все же даваемая для k_2 величина 0,65 уже не так далека от истины.

Мною еще в 1921 году, в статье „Белый уголь в Северном районе“¹⁾, была опубликована таблица, в которой были приведены значения коэффициентов использования²⁾ для большинства крупных рек

1) См. Топливный Бюллетень Петроградского Совета Народного Хозяйства за 1921 год, стр. 100—101.

2) Коэфф. использования там понимался, как отношение $A_2 : A_3$.

Северного района. Из статьи этой следует, что коэффициент использования Мсты исключительно неблагоприятен. Я не буду, однако исходить из приведенных там данных, так как они, конечно, будут оспариваться, и возьму тот коэффициент, который дает И. И. Храмцов, т.е. 0,65, хотя и считаю его для Мсты преувеличенным, так как годовой режим ее очень изменчив. Остановившись же на $k_2 = 0,65$, мы без труда определим по формуле (3) величину A_2 :

$$A_2 = 6,500 \times 8,760 \times 0,65 = 37\,011.000 \text{ к. в. ч.}$$

Отсюда стоимость гидравлической энергии на Мсте получится:

$$\frac{1.387.200 \times 100}{37.011.000} = 3,74 \text{ коп. за к. в. ч.}$$

Но это еще не все: ведь в определение A_2 вошло предположение, что из реки будет „выжиматься“ возможный по величине турбин максимум энергии в течение всех 8.760 часов в году, что и имело бы место при непрерывной работе фабрики. Если же она будет работать не 8.760, а 7.200 часов в году, как предусматривают три автора, цифра 3,74 коп. соответственно повысится. Оставим, однако, это усложняющее обстоятельство в стороне, так как и без него цифры складываются не в пользу Мстинской установки.

Остается вывести окончательную, т.е. среднюю между гидравлической и паровой, стоимость энергии.

Три автора имеют в виду получать на Мстинской фабрике 830 кв „отъемной“ энергии. В течение 7 200 часов это даст:

$$7\,200 \times 830 = 5.976.000 \text{ к.в.ч.}$$

Стоимость одного кв. отъемной энергии примем по И. И. Храмцову (стр. 595) в 0,937 коп. Из нужных для фабрики, по определению трех авторов, 42.120.000 к.в.ч. в год на долю гидравлической энергии остается:

$$42.120\,000 - 5\,976.000 = 36.144.000 \text{ квт. ч.}$$

Следовательно средняя стоимость энергии на Мсте будет:

$$\frac{5\,976\,000 \times 0,937 + 36.144\,000 \times 3,74}{42\,120\,000} = 3,34 \text{ коп. за квт. ч.}$$

Стоимость энергии на Голодае. Перейдем теперь к Голодаевской фабрике. Фабрика эта упоминается в статье трех авторов лишь вскользь и только для того, чтобы от нее отмахнуться, как от чего-то заведомо обреченного.

В действительности это не так: энергия на Голодаевской фабрике, после завершения всех работ по ее переоборудованию, будет

дешевле, чем на любой из тех фабрик, о которых упоминается в статьях И. И. Храмцова, трех авторов и А. И. Кардакова.

По существующему ныне плану переоборудования Голодаевская фабрика будет иметь продуктивность, определяемую следующей таблицей.

№ машины.	Ширина секток в мм.	Сорта вы- раб. бумаги.	Суточн. произв. в тоннах.	Общая про- извод. в тон. извод. в тон.	% целлю- лозы.	Треб. дерев. массы в тон.	Всего дерев. массы в тон.
1	2.000	Масленка Мультигутовая	17	139, из них газетной 65.	30	14,9	121,2
2	3.000	Печатная	37		40	27,8	
3	2.000	Масленка Мультигутовая	17		30	14,9	
4	3.000	Газетная	34		25	31,8	
5	3.300	Газетная	34		25	31,8	

Для осуществления такой производительности строить новых зданий не придется, так как для 5-й самочерпки место уже имеется рядом с 4-й, а новая 2-я машина лишь заменит устаревшую существующую.

Не все 121,2 тонны потребной древесной массы предполагается производить на месте; здесь будет делаться лишь та часть ее, которая нужна для газетной бумаги, то-есть около 65 тонн в сутки. Остальная масса будет получаться отчасти с других заводов Ленинградбумтреста, отчасти же со строящегося Кондапожского древесно-массового завода, на котором она по предварительной калькуляции будет обходиться не свыше 93 — 98 коп. за пуд воздушно-сухой.

Таким образом, мощность двигателей Голодаевской фабрики определится продукцией 139 тонн бумаги и 65 тонн древесной массы в сутки.

Отсюда расход энергии на бумагу в сутки:

$$\begin{aligned}
 &139 \times 500 = 69\,500 \text{ квт ч.,} \\
 &\text{на древесную массу:} \\
 &65 \times 1\,200 = 78\,000 \text{ квт ч.,} \\
 &\text{а всего} \\
 &69\,500 + 78\,000 = 147\,500 \text{ квт ч.,} \\
 &\text{что дает мощность}
 \end{aligned}$$

$$\frac{147\,500}{24} = 6\,150 \text{ квт.}$$

Для сушки 139 тонн бумаги потребуется

$$139 \times 3,5 = 486,5 \text{ тонн пара в сутки, т. е.}$$

$$\frac{486,5}{24} = 20\,000 \text{ кг. в час (округленных)}$$

Новые паровые котлы Голодаевской фабрики будут иметь 30 атм, откуда мы получим „отбросную“ мощность:

$$20 \times 121 = 2420 \text{ квт}^1).$$

Остается следовательно сверх дешевой мощности:

$$6150 - 2420 = 3730 \text{ квт,}$$

которые в современной обстановке Ленинграда будут взяты, конечно, от Волхова.

Переходим к главнейшему, т.-е. к определению стоимости киловатт часа. Цифру стоимости для „отбросной“ дешевой мощности, определяемой И. И. Храмцовым в 0,937 коп. за квт. ч. (см. стр. 595), я принимаю целиком, так как она согласуется и с нашей калькуляцией. Что касается стоимости Волховской энергии—3 коп. за квт ч., каковая цифра была мною приведена в докладе на Пленуме ТЭСа в ноябре 1923 года, на что ссылаются три автора, то она требует большой оговорки. Эта цена была принята для сравнительной оценки Волховской и паровой энергии, как заведомо для Волхова неблагоприятная презумпция, во избежание упрека в тенденциозности в его пользу. Точных официальных данных о цене Волховской энергии тогда не было, имелись лишь гадательные предположения строителей Волховской станции, что цена квт ч. на шинах понизительной подстанции будет от 1,5 до 2 коп. Теперь не то: при Сев.-Зап. Промбюро работает специальная „Комиссия по использованию комбинированной паро-гидроэлектрической энергии в Ленинграде“, в которой имеются уже данные, позволяющие рассчитывать, что бумажная промышленность будет получать ток в течение девяти месяцев по 3 коп., а в течение 3 месяцев (апрель, май и июнь) по 1 коп. за квт ч.²⁾, т.-е. в среднем:

$$\frac{90.1 + 275.3}{365} = 2,5 \text{ коп.}$$

В совокупности же с дешевой отбросной энергией Голодая это даст следующую среднюю стоимость квт часа при 7200 часах работы в году:

$$\frac{(7200 \times 2420 \times 0,937) + (7200 \times 3730 \times 2,5)}{7200 \times 6150} = 1,88 \text{ коп.}$$

Стоимость энергии на Кондапоге и Дубровке. На счет Кондапожской цены за энергию цифровых, документальных данных у меня не имеется. По заявлению же строителей этой станции стоимость энер-

¹⁾ С цифрой 121 квт на 1000 кг. отъемного пара я не вполне согласен. Беру ее однако из статьи И. И. Храмцова во избежание лишнего разногласия (см. стр. 592).

²⁾ Объяснение, конечно, излишне: в указанные месяцы Волхов имеет огромный избыток энергии.

гии на ней будет 1,25 коп. за квт. ч., что весьма вероятно, если принять во внимание ее высоконапорность и исключительно благоприятные условия годового регулирования.

Что касается Дубровки, то там уже сейчас условия выработки энергии чрезвычайно благоприятны, так как она полностью использует все выгоды комбинированного с крупным лесопильным делом предприятия, сжигая всю массу древесных отходов, получаемых с лесопильных рам.

Намеченная в будущем суточная продукция этой фабрики определяется в 50 тонн бумаги, 50 тонн древесной массы и 50 тонн целлюлозы в сутки.

Отсюда расходы энергии в сутки:

$$\text{На бумагу} \dots 50 \times 500 = 25000 \text{ квт ч.}$$

$$\text{На дрв. мас.} \quad 50 \times 1200 = 60000 \text{ квт ч.}$$

$$\text{На целлюлозу} \quad 50 \times 250 = 12500 \text{ квт ч.}$$

$$\text{Всего} \dots\dots\dots 97500 \text{ квт ч.}$$

Что дает мощность

$$\frac{97500}{24} = 4060 \text{ квт.}$$

Расход пара при 2,5 атм.

$$50 \times 3,5 = 175 \text{ тонн в сутки,}$$

то-есть

$$\frac{175}{24} = 7,3 \text{ тонн в час.}$$

Расход пара при 6 атм.

$$50 \times 2,75 = 137,5 \text{ тонн в сутки,}$$

то-есть

$$\frac{137,5}{24} = 5,7 \text{ тонн в час.}$$

От пара с 2,5 атм. противодействия, считая при начальном давлении 30 атм.

$$7,3 \times 121 = 883 \text{ квт.}$$

От пара с 6 атм. противодействия, при том же начальном давлении

$$5,7 \times 78 = 445 \text{ квт.}$$

Всего

$$883 + 445 = 1328 \text{ квт.}$$

Остается следовательно сверх отъемной мощности:

$$4060 - 1328 = 2672 \text{ квт.}$$

Стоимость отъемной энергии на Дубровке будет ниже, нежели на Голодае, так как в качестве топлива на Дубровке идет исключительно отбросы лесопильного производства. Поэтому стоимость эта получается около 0,7 коп. за киловатт.

Остальная мощность на Дубровке может также целиком получаться от Волхова, так как, хотя эта фабрика лежит и вне Ленинграда, но зато в непосредственной близости от Волховской линии электропередачи. Поэтому она конечно будет получать энергию, как и Голодай, по цене 2,5 коп. за квт час.

Отсюда средняя стоимость энергии на Дубровке:

$$\frac{(1328 \times 7200 \times 0,7) + (7200 \times 2672 \times 2,5)}{7200 \times 4000} = 1,9 \text{ коп.}$$

Сводные данные. Резюмируя вышеизложенное, сведем цифры, полученные нами выше, с тою стоимостью энергии, которую выводит А. И. Кардаков для проектируемых им газетно-бумажных фабрик в Рыбинске—2,13 коп. за квт ч. и в Царицыне—2,09 за квт ч., при условии частичного применения дизелей ¹⁾.

Фабрика.	Продукция в тоннах в сутки.	Стоимость одного квт. ч. в коп.
Константинов	Древесн. массы 65	1,25
Голодай	Бумаги 139	1,88
	Древесн. массы 65	
Дубровка	Бумаги 50	1,9
	Древесн. массы 50	
	Целлюлозы 50	
Царицын	Бумаги 100	2,09
	Древесн. массы 90	
Рыбинск	Бумаги 100	2,13
	Древесн. массы 90	
Боровичи	Бумаги 100	3,34
	Древесн. массы 90	

Цифры эти говорят сами за себя и комментариев не требуют.

¹⁾ Цифры эти я не анализировал и принимаю их целиком под ответственность опубликовавшего их автора.

Ленинград. 8 янв. 1925 г.

Проф. М. Левицкий.