

О сокращении расхода энергии при размоле массы.

Н. Micoud. «Le Papier», 1926, № 4.

На втором техническом съезде «Целлюлозы» М. Рауі сделал интересное сообщение о своих исследованиях по вопросу об экономии энергии при размоле массы¹⁾. Изложим здесь вкратце сущность этих опытов.

В провода, питающие мотор ролла, включается счетчик киловатт-часов для отсчета поглощенной роллом во время размола энергии; в эту же линию включается последовательно амперметр, записывающий автоматически силу тока и вычерчивающий диаграмму силы тока, затрачиваемого мотором в любой момент его работы; наконец, сюда же включается обыкновенный амперметр, доступный наблюдению мастера, чтобы он мог, присаживая ножевой барабан ролла к планке, поддерживать постоянной назначенную ему определенную силу тока. Степень размола массы определяется с помощью аппарата Шоппера-Риглера.

Пользуясь этими приспособлениями, М. Рауі производит целый ряд опытов, результаты которых позволяют ему построить следующие кривые:

1) *Кривая степени жирности размола в зависимости от времени* (диагр. 1).

Для этого мастеру назначается определенная сила тока, которую ему необходимо поддерживать постоянной в течение всего размола. Во время размола берут пробы массы и определяют степень ее жирности, по этим данным строится кривая жирности массы в зависимости от времени.

Опыт снова начинают с такими же исходными материалами, но меняют силу тока, и, таким образом, получают кривые— A_1 , B_1 , C_1 .

Опыт каждый раз заканчивается, когда достигнута нужная степень жирности размола (здесь 60°).

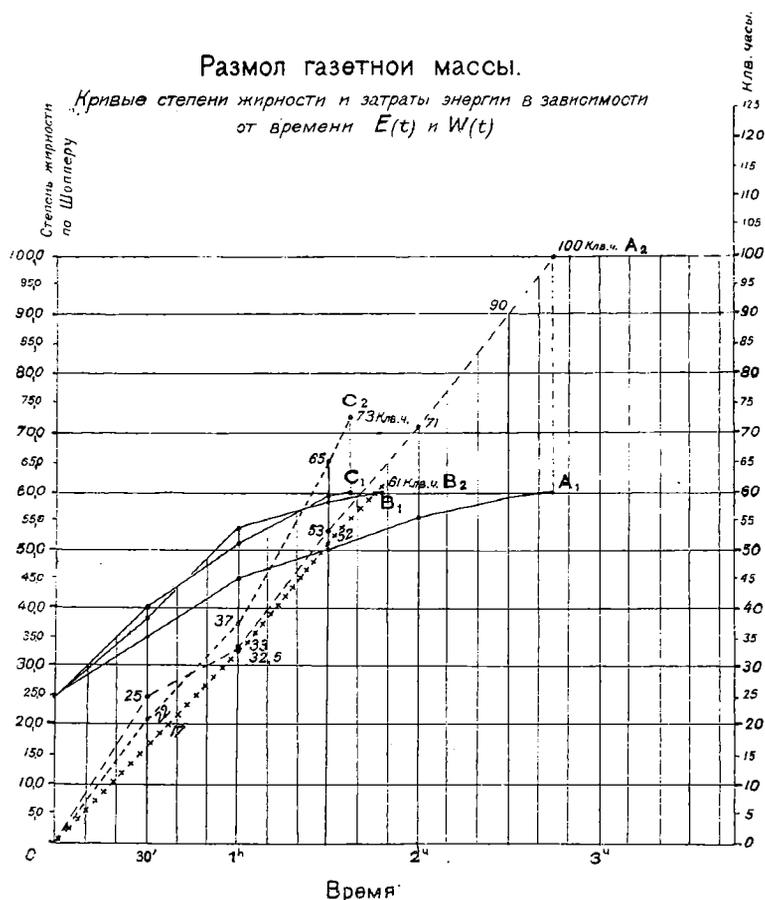
2) *Кривая затраты энергии в зависимости от времени* (диагр. 1).

При каждом взятии пробы делают отсчет по счетчику. Отсчет делается также в конце наблюдения, когда достигнута требуемая степень жирности массы. Пользуясь этими отсчетами, можно вычертить кривые потребления энергии в зависимости от времени (A_2 , B_2 , C_2).

¹⁾ См. «Le Papier», 1925, № 12.

3) При помощи предыдущих двух кривых строят кривую потребления энергии в зависимости от силы тока, кривую, проходящую через минимум при некоторой силе тока I_m (диагр. 2). Эта сила тока является идеальной; мастеру необходимо ее придерживаться, чтобы достигнуть требуемой степени жирности с наименьшим расходом квл.-часов.

М. Раул предполагает получить одинаковые результаты при выработке ходовых сортов бумаги, как при кратковременном размоле с силь-



Диагр. 1.

ной присадкой шара на планку, так и при более продолжительном размолу, но с более легкой присадкой.

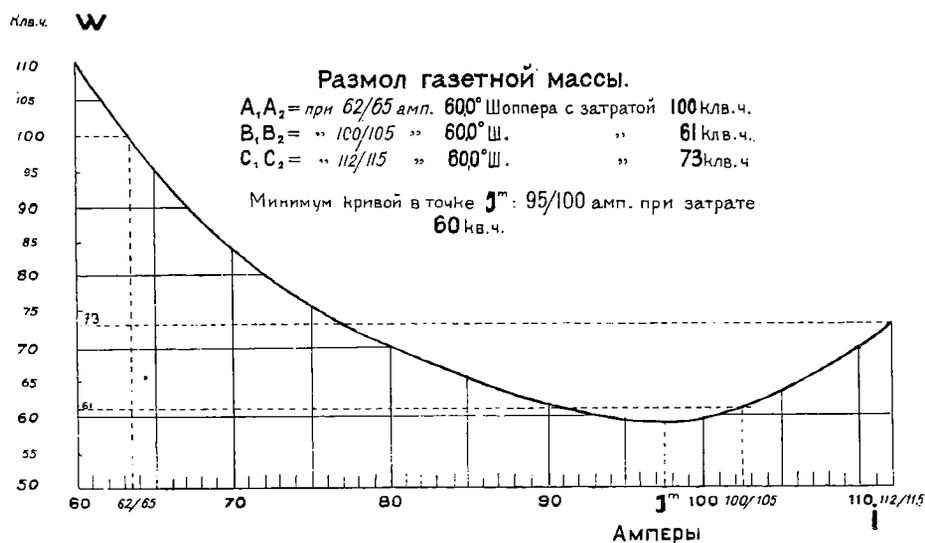
В своей работе М. Раул только слегка касается влияния фактора «время» на продолжительность размола, ограничиваясь исключительно изучением экономии энергии. Мы рассмотрим здесь более подробно этот фактор «время», так как по нашему мнению он имеет чрезвычайно важное значение при определении наиболее выгодной продолжительности размола.

Наивыгоднейшая продолжительность размола.

Возвратимся к кривой расхода энергии в зависимости от силы тока (диагр. 2). Минимальный расход $w = 50$ квч. достигается при продолжительности размола t , равной приблизительно 1 ч. 55 м. С другой стороны, при одном из опытов, с помощью которых построена эта кривая, было найдено: $w_1 = 73$ квч; $t_1 = 1$ ч. 40 м.

Для уменьшения расхода энергии на 13 квч., то-есть при такой экономии на движущей силе, продолжительность размола увеличивается на

Кривая потребления энергии в зависимости от силы тока.



Диагр. 2.

15 минут. Не превышает ли стоимость этих 15 минут экономию в расходе энергии?

Вот это обстоятельство мы и предлагаем выяснить. Другими словами, нам показалось интересным попытаться определить приблизительно ценность фактора «время» в размолу массы, затем сравнить эту ценность с расходами на энергию, чтобы установить, какая же продолжительность размола будет наиболее экономичной.

Необходимо предположить при дальнейших рассуждениях, что фабрика обладает настолько достаточно гибким оборудованием, что всякое увеличение производительности роллов легко пропускается через бумагоделательные машины, каландры и т. д.

Действительно, совершенно очевидно, что если бумагоделательная машина развивает максимальную производительность, соответствующую продолжительности размола T , то совершенно бесполезно уменьшать эту продолжительность ниже времени T_0 , соответствующего минимальной

затрате движущей энергии, так как все равно машина не сможет пропустить те излишки, которые получаются в результате такого сокращения времени размола. В этом случае самая выгодная продолжительность размола будет та, которая соответствует минимальной затрате энергии.

Но не касаясь этого частного случая и предположив, что производительностью роллов определяется производительность фабрики, необходимо признать, что наиболее благоприятной продолжительностью размола будет, очевидно, та, которая даст фабрике наибольшую суточную (или годовую) чистую прибыль. Мы говорим «суточная прибыль», а не прибыль на 100 кг, потому что только первая имеет значение для фабрики, как окончательный результат, и еще потому, что прибыль на 100 кг может даже увеличиваться одновременно с падением суточной прибыли.

Действительно, если для того, чтобы увеличить прибыль на 100 кг, пришлось бы увеличить продолжительность размола (напр., при сокращении расхода энергии), то суточная выработка P снизилась бы до P_1 и прибыль, которая нормально могла быть получена при продаже количества $P - P_1$, оказалась бы потерянной для фабрики. О возможности такой потери не нужно забывать.

Все доходы и расходы мы выразим в их суточной (24 часа) стоимости, чтобы иметь возможность построить кривую изменения суточной прибыли, кривую, максимум которой (если только он существует) укажет нам самую благоприятную продолжительность размола.

Определение суточной прибыли.

Если обозначить через

P_v — продажную стоимость 100 кг,

P_r — себестоимость 100 кг,

Q — суточную выработку в сотнях килограммов, то суточная прибыль B_j выражается уравнением

$$B_j = (P_v - P_r) Q \dots \dots \dots (1)$$

Откладываем по оси абсцисс продолжительности размола, по оси ординат в положительную сторону общую продажную стоимость ($P_v \cdot Q$) суточной выработки, соответственно каждой продолжительности размола: по оси ординат в отрицательную сторону общую себестоимость ($P_r \cdot Q$) суточной выработки, также для каждой продолжительности размола.

Результирующая этих двух кривых, полученная алгебраическим сложением их ординат, даст нам диаграмму 3 изменения суточной прибыли B_j . Максимум новой кривой (если он существует) даст нам в отрезке $O A$ наиболее выгодную продолжительность размола.

Мы говорим: «если он существует», так как мы увидим, что такого максимума в действительности не существует, во всяком случае, при тех продолжительностях, при которых возможен размол. Диаграмма 3 построена не точно, но она поясняет нашу мысль.

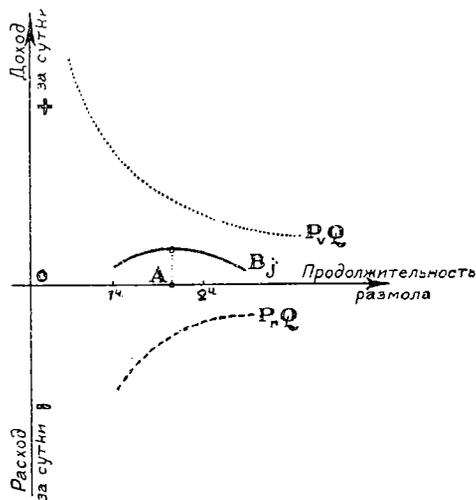
Несколько слов в пояснение каждой из величин, входящих в уравнение (1).

1) Валовой доход от суточной выработки ($P_v \cdot Q$).

В дальнейшем мы предполагаем, что продажная цена бумаги (100 кг) остается постоянной в течение всех опытов, что вполне допустимо, когда сорт вырабатываемой бумаги остается неизменным. При таком предположении валовой доход пропорционален величине продукции.

2) Общая себестоимость суточной выработки. Если обозначить через F — общие постоянные расходы за сутки,

a — расходы на каждые 100 кг, пропорциональные выработке (сырые материалы, энергия, одежда и оснастка машин, заработная плата рабочих и т. д.),



Диagr. 3.

Q — величину ежедневной выработки в сотнях килограмм,

P_r — себестоимость 100 кг,

то можно написать $P_r = a + \frac{F}{Q}$.

Чтобы лучше выяснить значение стоимости энергии при размолу изучение которой составляло специально задачу М. Раул'я, отделим ее от остальных расходов и положим, что $a = b + nk$, где

n — число кв.-часов, израсходованных на размол 100 кг массы,

k — стоимость кв.-часа,

b — другие расходы, пропорциональные величине выработки (отнесенные к 100 кг.).

Тогда получим: $P_r = b + nk + \frac{F}{Q}$.

Себестоимость всей суточной выработки в таком случае равна:

$$P_r \cdot Q = \left(b + nk + \frac{F}{Q} \right) \cdot Q = bQ + nkQ + F$$

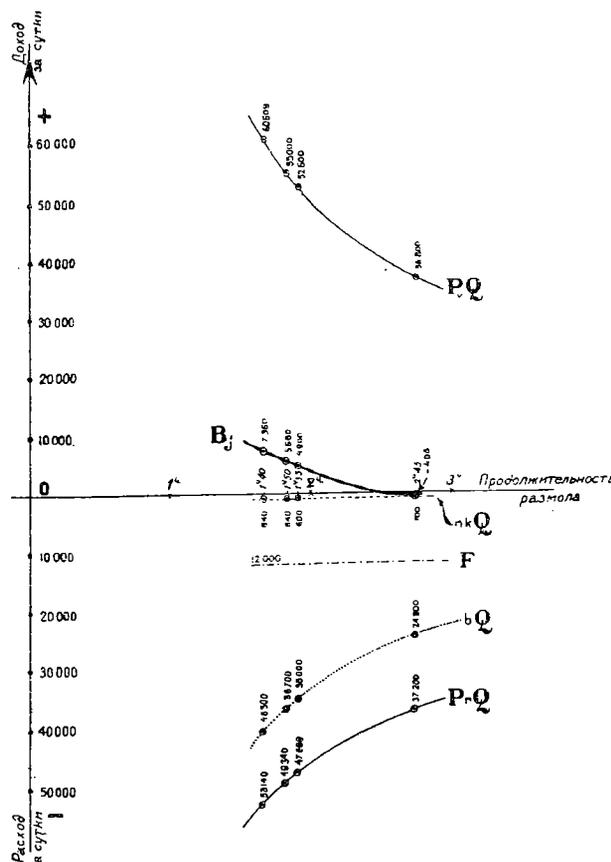
Ежедневная прибыль: B_j будет равна $P_v \cdot Q - P_r \cdot Q$, т.-е.

$$B_j = P_v \cdot Q - (bQ + nkQ + F) \dots \dots \dots (2)$$

Разберем на примере изменения каждой из входящих в это уравнение величин и построим кривую ежедневной прибыли.

Пример.

Предположим, что $P_v = 210$ фр. за 100 кг, $b = 140$ фр. за 100 кг, $k = 0,20$ фр., $F = 12.000$ фр. и что размол производится в четырех одинаковых роллах вместимостью по 500 кг сухой массы каждый.



Диagr. 4.

Система координат (диагр. 4), которую мы выбираем, была описана выше (см. диагр. 3). Построим для каждого члена равенства (2) точки соответствующие продолжительности размола—1 ч. 40 м.—1 ч. 50 м.—1 ч. 55 м.—2 ч. 45 м. Их координаты были вычислены М. Рауце́м и внесены в табличку (в франках), приводимую ниже, и, повторяем, относятся к суточным выработкам.

Для построения диаграммы так же, как мы это делали раньше, $P_v \cdot Q$ будем откладывать в положительную сторону и $P_r \cdot Q$ (или, вернее, отдельные составляющие ее величины) в отрицательную сторону. Разница

между абсолютными величинами $P_v \cdot Q$ и $P_r \cdot Q$ дает величины чистой прибыли B_j , полученной от продажи суточной выработки, для каждой продолжительности размола.

Продолжительность размола	Суточная выработка Q кг	$P_r Q$	$b Q$	$nk Q$	F	$P_r Q$	B_j
1 ч. 40 м. . .	28.800	60.500	40.300	+ 840	+ 12.000	= 53.140	7.360
1 ч. 50 м. . .	26.200	55.000	36.700	+ 640	+ 12.000	= 49.340	5.660
1 ч. 55 м. . .	25.000	52.500	35.000	+ 600	+ 12.000	= 47.600	4.900
2 ч. 45 м. . .	17.500	36.800	24.500	+ 700	+ 12.000	= 37.200	- 400

В выбранном нами примере видно, что при продолжительности размола в 2 ч. 45 м. получается за сутки убыток в 400 франков.

Заключение.

Мы видим из диаграммы 4, что кривая B_j , изображающая суточную прибыль, непрерывно возрастает с уменьшением продолжительности размола, во всяком случае, в пределах от 1 ч. 40 м. до 2 ч. 45 м., изученных М. Раул'ем.

Диаграмма показывает также, насколько незначительны расходы на энергию (nkQ) сравнительно с другими расходами.

Следовательно, при нашем предположении, что производительностью роллов определяется производительность фабрики, будет получена тем большая прибыль, чем меньше будет продолжительность размола.

Изучение факторов «время» и «прибыль» приводит, следовательно, к выводу о необходимости возможно большего сокращения продолжительности размола даже в том случае, если для этого приходится затратить несколько больше энергии.

С. С.