

## Расход тепла в производстве целлюлозы.

Нормальный тепловой баланс современного русского целлюлозного завода, отнесенный к тонне сухой небеленой целлюлозы, следующий:

Основные данные: расход пара на варку . . . . . 3.300 клг. <sup>1)</sup>  
 расход пара на сушку . . . . . 2.450 „ <sup>1)</sup>  
 расход пара на различные цели . 110 „  
 расх. топлива для получения пара—5,38 куб. м.  
 (при получении из 1 куб. м. дров—1,09 тонны  
 пара, т.-е. при среднем эскпл. к. п. д. котельной = 0,66) <sup>2)</sup>.

На основании этих данных имеем: <sup>3)</sup>

Получено.	Калорий на тонну целлюлозы.	Израсходовано.	Калорий на тонну целлюлозы.
В балансе	10.100.000	Тепл. способн. целлюлозы	3.850.000
В топливе		Побочные продукты . . .	50.000
(5,38 куб. м. дров).	5.550.000	Потери в щелоке (спущенном и в массе) . . . . .	6.200.000
		Пар для варки, сушки и пр. расх. (5.860 клг.) . . .	3.660.000
		Потери при парообразовании . . . . .	1.890.000
<b>В с е г о . . . . . 15.650.000</b>			<b>15.650.000</b>

В то же время инж. Зундблатт<sup>4)</sup> дает следующий тепловой баланс современного целлюлозного завода.

<sup>1)</sup> По средним данным фабр. „Сокол“ и Свердловского целл. завода.

<sup>2)</sup> Еловые дрова при влажности 30% имеют раб. теплотв. способн.  $2.900 \times 354 = 1,03 \cdot 10^6$  кал. и темпер. питат. воды 35° С.

<sup>3)</sup> В балансе не введена потребляемая механическая энергия для возможности сравнения с данными шведского целлюлозного завода, где она также не включена.

<sup>4)</sup> См. журнал „Archiv für Wärmewirtschaft“ 1924 г. № 6 или „Zellstoff und Papier“ 1924 г. № 9.



К сожалению Зундблатт не указывает, что введено им уже для уменьшения общего расхода пара с 5.860 ккг. на тонну до 4.100 ккг. Но так как существенно сниженным является только расход пара на варку, то можно предположить, что здесь считаются проведенными в жизнь мероприятия, которые были указаны в статье Frankenbach'a <sup>1)</sup>, а именно, уплотнение щепы, что по расчету Frankenbach'a снижает расход пара на варку на 540—600 ккг. на тонну, и предварительный подогрев кислоты сернистыми газами, что может дать около 500—600 ккг. экономии. Остальная разница падает на принятый раньше расход пара на варку без указанных мер к снижению расхода. Зундблатт, как и Франкенбах принимают этот расход равным 2.800—2.900 ккг., против фактически получающихся на русских целлюлозных заводах 3.200—3.400 ккг.

Переходя к вопросу о дальнейшем снижении расхода топлива на тепловые процессы, необходимо остановиться на вопросе о прямой и непрямой варке. Пуская свежий пар при варке непосредственно в котлы, расходуют его 1860 ккг. на тонну. При этом отработанный пар не может уже быть использован для других целей, и кроме того, благодаря такому методу работы, концентрация кислоты и щелока меняются в течение процесса варки. Варка глухим паром (Митчерлиховская) влечет за собой некоторое увеличение расхода пара за счет уменьшения используемого для варки теплопадения.

Опыты инж. Штальнаке показали, что этот перерасход можно покрыть, работая меньшим объемом свежей кислоты. При этом пользуются более концентрированной кислотой, вводят ее в количестве около 6,5 куб. м. против обычных 8 куб. м. на тонну и разбавляют ее 1,8 куб. м. щелока при 130° С, взятого из другого только что сваренного котла. Так как эта часть щелока все время находится в работе, получается экономия в расходе тепла на подогрев соответствующего количества кислоты, что дает в паре экономию 265 ккг., и это количество полностью компенсирует перерасход пара при непрямой варке.

Получающийся при этом способе варки конденсат под давлением и при 120° применяется для целей нагревания, лучше всего посредственного, так как он все-таки может содержать следы кислоты.

Сушка сырой целлюлозы требует относительно много пара при обычных пресспатах старой конструкции, дающих целлюлозу на сушильные цилиндры с влажностью в 60% и требующих пара с давлением в 2,7 атм. При новых пресспатах расход пара на сушку снижается до 1.630 ккг. на тонну, за счет снижения влажности поступающей на сушильные цилиндры целлюлозы до 54%, что соответствует содержанию воды в 1.160 ккг. на тонну сухой целлюлозы. Для больших сушильных цилиндров с небольшой удельной нагрузкой можно применять пар с давлением в 1 изб. атм., что дает возможность повы-

1) См. перевод этой статьи в № 7 журнала „Бумажная Промышленность“ за 1924 г.

сить используемое теплопадение при пропуске пара через того или иного рода паровой двигатель и этим повысить и количество получаемой „отбросной“ энергии.

Применяя так-наз. „пресса высокого давления“, можно перед сушильными цилиндрами получить целлюлозу с влажностью 50%, что уменьшает количество испаряемой воды до 810 кг. и расход пара до 1.100 кг. на тонну.

Кроме того нужно обратить серьезное внимание и на потери при получении пара для тепловых процессов при производстве целлюлозы. Это связано с сильно колеблющимся процессом парообразования в котельной, высокой температурой отходящих газов (200° С), колеблющейся влажностью дров и особенно древесных отбросов, для которых дает свои цифры Зундблатт.

Эти колебания в расходе пара могут быть избегнуты или расчетом целлюлозного завода на большое число варочных котлов, что возможно лишь в редких случаях, или же установкой аккумулятора пара.

По данным инж. Зундблатта, на основании произведенных испытаний выполненных установок, установка аккумулятора дает экономии в топливе на 15—20%, т.-е. иначе говоря, повышает коэффициент полезного действия с принятого нами раньше 0,66 до 0,76—0,79.

Как видно из приведенного на стр. 424 теплового баланса современного русского целлюлозного завода, уходящий в массу и спущенный щелок уносят с собой около 60% тепла, подведенного с щепой, загруженной в котел в виде выделенных из дерева органических веществ. Таким образом, при варке целлюлозы мы с теплотехнической точки зрения теряем с щелоком 58—60% тепла, заключенного в щепе.

В связи с этим давно уже стремились к тому, чтобы после получения сульфитного спирта из отходящего щелока можно было как-либо использовать теряющееся в щелоке тепло.

Известны способы Штреленерта, Швальбе и др., направленные к выделению органических веществ из щелока или к сгущению щелока до возможности его непосредственного сжигания в котельной топке.

Поэтому не безынтересно будет составить тепловой баланс такого целлюлозного завода, в котором уходящее со спущенным щелоком тепло приведено в вид, пригодный для его утилизации.

Вводя все указанные выше улучшения и утилизацию тепла спущенных щелоков, получим следующий тепловой баланс целлюлозного завода.

Основные данные: применяется варка глухим паром с уменьшенным количеством кислоты (при большей крепости ее) и использованием части спускаемого горячего щелока; сушка целлюлозы производится с применением перед пресспатами прессов высокого давления; спускаемый щелок полностью используется для производства суль-

фитного спирта и получения топлива; режим работы котельной устанавливается постоянный и к. п. д. котлов принимаются равным 0,76.

Расход пара на 1 тонну целлюлозы:

на варку . . . . .	1.860	ккг.
на сушку . . . . .	1.100	„
на получение сульф. спирта и топлива . . . . .	1.200	„
Всего . . . . .	4.160	„

Расход топлива  $\frac{4.160 \times 660}{0,76} = 3.600.000$  кал.

Получено.	Кал./тонну.	Израсходовано.	Кал./тонну.
В балансе	10.100.000	Тепл. способн. целлюлозы . . . . .	3.850.000
		Побочные продукты . . . . .	50.000
		Сульф. спирт . . . . .	250.000
		Щелок в массе . . . . .	1.800.000
		Пар для варки (1.860 ккг.) . . . . .	1.230.000
		Пар для сушки (1.100 ккг.) . . . . .	700.000
		Пар для получения сульф. топлива (1.200 ккг.) . . . . .	810.000
		Потери при парообразовании . . . . .	860.000
			<u>9.550.000</u>
		Избыток сульфитного топлива	550.000
Всего . . . . .	10.100.000		<u>10.100.000</u>

Таким образом получается, что при использовании всего спущенного щелока в виде сульфитного топлива весь тепловой процесс варки целлюлозы может идти за счет этого топлива, при чем даже получается избыток в виде 550.000 кал., т.е. количество, эквивалентное 0,5 куб. м. дров.

Если, как указано выше, вопрос о получении сульфитного топлива останется неразрешимым, то все-таки проведение всех остальных мероприятий, перечисленных выше, снизит расход дров до  $\frac{3.600.000}{1.030.000} = 3,55$  куб. м.

Сопоставляя эту цифру с современной фактической для русских условий около 5,38 куб. м., получаем экономию в 38% и удешевление целлюлозы на 5—6%.

В. Сазонов.