

К вопросу о производительности сушильной части самочерпок.

В № 29 „Wochenblatt für Papierfabrikation“ 1925 г. инженер Н. Golbs считает возможным испарять на одном квадратном метре сушильной части самочерпки от 9 до 12 килограмм воды в час, что соответствует наилучшему использованию сушильной части при коэффициенте использования

$$X = \frac{vq}{i D_0} = 340, \text{ где}$$

v — скорость в метр./мин.

q — вес бумаги в грам./м².

i — число цилиндров.

D_0 — средний диаметр цилиндров.

В доказательство этого Golbs приводит расчет наивысшей производительности сушильной части самочерпки с рабочей шириной в 2700 мм., суммой диаметров цилиндров $i D_0 = \Sigma D = 17,7$ метр. или поверхностью их в 150 кв. метров, при выработке упаковочной бумаги.

Количество тепла, передаваемое в час полезной поверхностью (обхватываемой бумагой) цилиндров, определяется формулой

$$Q = K \cdot F \cdot (T_1 - T_0), \text{ где}$$

F — поверхность цилиндрической части цилиндров,

T_1 — температура пара,

T_0 — температура бумажного полотна после прессов,

K — коэффициент теплопроводности стенок сушильных цилиндров.

Тепло же, передаваемое в час одним квадратным метром полезной поверхности цилиндров при разности температур пара и бумажного полотна в 1°, т.е. при $F=1$ и $T_1 - T_0 = 1$, равно:

$$Q = K.$$

K определяется формулой (Hütte X изд. стр. 412).

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta}{\lambda}}, \text{ где}$$

α_1 — коэффициент передачи тепла конденсирующегося пара в трубу = 10000.

α_2 — коэффициент передачи тепла конденсирующегося пара в кипящей воде = 500.

α_3 — коэффициент передачи тепла конденсирующегося пара в кипящей воде = 2000 — 6000.

α_4 — коэффициент передачи тепла конденсирующегося пара в целлюлозе или хлопчатобумажному волокну = 80.

δ — толщина стенок сушильных цилиндров — 25 мм.

λ — коэффициент теплопроводности чугуна — 55.

Тепло, передаваемое от пара, находящегося в сушильных цилиндрах, через их стенки идет:

а) на нагревание воды, имеющейся в бумаге, до температуры кипения, при котором

$$K_0 = \frac{1}{\frac{1}{10000} + \frac{1}{500} + \frac{0,025}{55}} = 391 \text{ кал./кв. м./час.}$$

б) на испарение воды до получения воздушно-сухой бумаги (90%), при котором

$$K_x = \frac{1}{\frac{1}{10000} + \frac{1}{2000} + \frac{0,025}{55}} = 948 \text{ кал./кв. м./час.}$$

в) на нагревание самой бумаги, при котором

$$K_2 = \frac{1}{\frac{1}{10000} + \frac{1}{80} + \frac{0,025}{55}} = 76,5 \text{ кал./кв. м./час.}$$

При влажности бумажного полотна после прессов в 62,5% потребное количество тепла для подогревания воды и волокна равно

$$K_1 = 0,625 \cdot 391 + 0,375 \cdot 76,5 = 273,1 \text{ кал./кв. м./час.}$$

Количество тепла, передающееся при испарении воды, величина переменная, и для него K колеблется от

$$K'_2 = 0,625 \times 948 + 0,375 \times 76,5 = 621,2 \text{ кал./кв. м./час.}$$

в начальный момент, когда количество влаги в бумажном полотне составляет 62,5%, а волокна 37,5%, до

$$K''_2 = 0,1 \times 948 + 0,9 \times 76,5 = 163,6 \text{ кал./кв. м./час.}$$

при окончании сушки, когда влага составляет 10%, а волокно 90%.

$$\text{В среднем } K_2 = \frac{K'_2 + K''_2}{2} = \frac{621,2 + 163,6}{2} = 392,4 \text{ кал./кв. м./час.}$$

Для получения одного килограмма абсолютно сухой бумаги при температуре полотна после прессов в 20° и давлении пара в 2 атмосферы требуется следующее количество тепла:

1) Для нагревания волокна и воды бумажного полотна до 100° при влажности его в 62,5%, когда влаги на 1 килограмм абсолютно сухого волокна приходится $\frac{1}{0,375} - 1 = 2,67 - 1 = 1,67$ килограмм, требуется:

$$W_1 = (100 - 20) \times (1,67 \times 1 + 1 \times 0,319) = 159 \text{ кал.}$$

(0,319 — теплоемкость волокна).

2) Для испарения воды до содержания ее в бумаге в количестве 10%, при которой на 1 килограмм абсолютно сухого волокна приходится $\frac{1}{0,90} - 1 = 1,11 - 1,00 = 0,11$ килограмм воды, тепла требуется

$$W_2 = (1,67 - 0,11) \times 537 = 838 \text{ кал.}$$

Таким образом, на нагревание воды и волокна до 100° расходуется 16% тепла, получаемого на поверхности сушильных цилиндров, а для испарения воды 84%.

При пользовании для сушки паром в 2 атмосферы разность температур колеблется от $T_1 - T_0 = 120 - 20 = 100^{\circ}$ в начале сушки, до $T_1 - 100 = 120 - 100 = 20^{\circ}$ в конце ее; в среднем разность температур

$$\frac{(T_1 - T_0) + (T_1 - 100)}{2} = \frac{120}{2} = 60^{\circ},$$

во время же испарения воды разность температур остается постоянной и равна $T_1 - 100 = 120 - 100 = 20^{\circ}$.

Тепло, передаваемое бумаге от сушильных цилиндров, полезная поверхность которых F принята в $\frac{2}{3}$ общей поверхности, равной 100 кв. метров, равно

$$W = 0,16 \times F \times 60 \times K_1 + 0,84 \times F \times 20 \times K_2.$$

$$W = 0,16 \times 100 \times 60 \times 273 + 0,84 \times 100 \times 20 \times 392,4 = 921400 \text{ кал./час.}$$

Часть тепла, передаваемого от сушильных цилиндров, теряется на лучеиспускание; потери эти приблизительно составляют 20%; всего может быть, таким образом, использовано из вышеуказанного количества

$$921400 \times 0,8 = 737120 \text{ кал.}$$

Бумаги воздушной сухости в 90% может быть получено в 24 часа

$$Q = \frac{737120}{W_1 + W_2} \times 24 \times \frac{100}{90};$$

— 587 —

$$Q = \frac{737120}{159 + 838} \times 24 \times \frac{100}{90} = 19715 \text{ кгр./24 часа.}$$

Если плотность бумаги $q = 70$ грм./², то скорость машины при $n = 2,7$ м.

$$v = \frac{19715}{2,7 \times 60 \times 24 \times 0,07} = 72 \text{ метр./мин.}$$

Коэффициент использования сушильной части:

$$X = \frac{v \cdot q}{i \cdot D_0} = \frac{72 \cdot 70}{17,7} = 285.$$

Удельная производительность общей поверхности сушильной части составляет:

$$\frac{19715}{150} = 129 \text{ кгр./кв. метр/24 часа.}$$

Удельная производительность полезной поверхности равна

$$\frac{19715}{100} = 197 \text{ кгр. бумаги/кв. метр./24 часа.}$$

Испарение воды с одного квадратного метра сушильных цилиндров.

При влажности бумажного полотна в 62,5% приходится для получения одного килограмма бумаги в 90% сухости высушить бумажного полотна $\frac{0,90}{0,375}$ килограммов, в котором заключается $\frac{0,90}{0,375} \times 0,625$ килограмм воды.

Из этого количества воды испарению подлежит

$$\frac{0,90}{0,375} \times 0,625 - 0,1 = 1,4 \text{ килограмм воды.}$$

При суточной производительности бумажной машины в 19715 килограмм, испарению подлежит на сушильных цилиндрах:

$$1,4 \times 19715 = 27600 \text{ килограмм воды.}$$

Это соответствует испарению на 1 кв. метр общей поверхности сушильных цилиндров в час

$$\frac{27600}{150 \times 24} = 7,67 \text{ килогр. воды/кв. метр/час,}$$

а с 1 квадратного метра полезной поверхности их

$$\frac{27600}{100 \times 24} = 11,5 \text{ килогр. воды/кв. метр/час.}$$

Коэффициент использования сушильной части при соответствующей мощности мокрой части может быть применен для приблизитель-

ного определения скорости самочерпки при выработке данной плотности бумаги. Величина X берется для упаковочной бумаги от 280 до 340.

Нами был проверен вышеприведенный расчет для случая машины с рабочей шириной в 1,48 метр., ΣD бумаго-сушильных цилиндров в 14,22 метра, общей боковой поверхностью их = 66 кв. метров и полезной поверхностью равной $\frac{2}{3}$ общей = 44 кв. метра; из 11 сушильных цилиндров 3 работали без сукна. При выработке на ней суррогатной бумаги № 6 (90% сульфитной беленой целлюлозы, 10% бумбрака и 8% зольности) плотности 65 гр./метр. и при скорости 67 метр./мин., часовой производительности машины в 388 килограмм бумаги,

$$X = \frac{v \cdot q}{i D_0} = \frac{67 \times 65}{14,22} = 306.$$

Влажность бумажного полотна после прессов составляет 64%, а бумаги перед мочкой 4%. Количество воды, испаряемой на поверхности сушильных цилиндров в час, составляет согласно предыдущих формул

$$\left(\frac{0,96}{0,36} \times 0,64 - 0,04 \right) \times 388 = (1,71 - 0,04) \times 388 = 648 \text{ килогр. воды.}$$

Это соответствует испарению воды в час с одного кв. метра: общей поверхности сушильных цилиндров: $648 : 66 = 9,82$ килогр./кв. метр/час., полезной поверхности сушильных цилиндров: $648 : 44 = 14,73$ килогр./кв. метр/час.

З. Л. и Л. Б.