
В. А. БИРЮКОВ
кандидат техн. наук

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ЭЛЕКТРОСУШИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

В настоящее время высокочастотные электросушилки получили значительное распространение в различных отраслях промышленности.

Однако, несмотря на технологические преимущества сушки в электрическом поле высокой частоты, применение ее во многих случаях является еще недостаточно экономичным даже в комбинированных сушилках¹. Это главным образом и препятствует более широкому внедрению новой прогрессивной технологии скоростной сушки древесины в промышленности. Наши исследования, проведенные в производственных условиях на нескольких заводах, показывают, что недостаточная экономичность действующих высокочастотных электросушилок в значительной степени зависит от неполного использования мощности ламповых генераторов, применяемых для диэлектрического нагрева высушиваемой древесины. Данным исследованием установлено, что, кроме общих энергетических фактов, на мощность и к. п. д. ламповых генераторов оказывает большое влияние специфическая особенность процесса сушки древесины, характеризующаяся уменьшением энергопотребления по мере снижения влажности. В результате этого у применяющихся ламповых генераторов во втором периоде сушки наблюдается значительное уменьшение мощности, сопровождающееся снижением к. п. д. (см. таблицу 1).

Очевидно, что, в целях повышения экономичности высокочастотных электросушильных установок, необходимо более полное использование мощности ламповых генераторов в течение всего процесса сушки. Исследование и практика показывают,

¹ Здесь имеются в виду наиболее экономичные в настоящее время комбинированные сушилки с применением диэлектрического и конвективного нагрева.

Изменение мощности и к. п. д. типового лампового генератора «ГС-48» при сушке еловых заготовок для пианинного производства (ср. начальная влажность 70%, ср. конечная влажность 6,0%)

Периоды процесса сушки	Фактическая мощность, забираемая из сети, в <i>квт</i>	К. п. д.	Примечание
Начальный	55,5	0,41	Общая кубатура заготовок 6,3 м ³
Средний	27,0	0,28	
Конечный	15	0,12	

что при регулярном определении к. п. д. лампового генератора удастся значительно повысить эффективность его использования за счет комплексного изменения настройки высокочастотной электросушильной установки в процессе сушки¹. К сожалению, в настоящее время в производственных условиях определение к. п. д. ламповых генераторов почти не производится из-за отсутствия необходимой аппаратуры, что соответственно снижает эффективность их использования. С учетом этого нами разработан и апробирован следующий метод определения к. п. д. ламповых генераторов, применяемых в электросушильных установках, который не требует дополнительной аппаратуры и является достаточно точным для производственных условий.

Полезная мощность, передаваемая от лампового генератора в нагрузку (т. е. к сушильному конденсатору, находящемуся в камере), может быть выражена следующей формулой:

$$P_{\text{п}} = P_{\text{л}} \cdot \eta_{\text{к}} \cdot \eta_{\text{н}} \text{ квт}, \quad (1)$$

где: $P_{\text{п}}$ — полезная мощность, передаваемая в нагрузку, в *квт*;
 $P_{\text{л}}$ — колебательная мощность лампового генератора в *квт*;
 $\eta_{\text{к}}$ — к. п. д. анодного контура лампового генератора;
 $\eta_{\text{н}}$ — к. п. д. нагрузочного контура (в случае применения двухконтурных генераторов)².

Колебательная мощность определяется из разности мощности подводимой к анодам генераторных ламп — P_0 и мощности рассеиваемой на анодах — P_a :

$$P_{\text{л}} = P_0 - P_a \text{ квт}. \quad (2)$$

¹ Здесь имеется в виду одновременное изменение настройки лампового генератора и сушильного конденсатора. В. А. Бирюков, «Повышение эффективности сушильных установок при комбинированной сушке пиломатериалов»; журнал «Энергетик» № 11 за 1954 г.

² К.п.д. анодного контура обычно принимается равным 0,95, то же самое и к.п.д. нагрузочного контура — равным 0,95.

Мощность P_0 , подводимая к анодам генераторных ламп, легко определяется по показаниям приборов, имеющихся на пульте управления у всех типовых ламповых генераторов:

$$P_0 = J_0 \cdot U_0 \cdot 10^{-3} \text{ квт}, \quad (3)$$

где:

J_0 — анодный ток в амперах, измеряемый анодным амперметром лампового генератора;

U — анодное напряжение в вольтах, измеряемое киловольтметром лампового генератора.

Мощность P_a , рассеиваемую на анодах генераторных ламп с водяным охлаждением, можно определить по количеству и разности температуры на входе и выходе охлаждающей воды. При этом необходимо учитывать, что мощность, отводимая водой при работе лампового генератора, складывается из мощности, рассеиваемой на анодах P_a , и некоторой части мощности, затрачиваемой на накал генераторных ламп, что может быть выражено следующей формулой:

$$P_a = 4,18 Q (t_2 - t_1) - k \cdot n \cdot J_n \cdot U_n \cdot 10^{-3} \text{ квт}, \quad (4)$$

где:

Q — расход воды, затрачиваемой на охлаждение, в л/сек;

t_1 — температура воды на входе в систему охлаждения в °С;

t_2 — температура воды на выходе из системы охлаждения в °С;

k — коэффициент, учитывающий часть мощности накала генераторных ламп отводимой водой;

n — число генераторных ламп;

J_n — ток накала генераторных ламп;

U_n — напряжение накала генераторных ламп¹.

Коэффициент, учитывающий часть мощности накала генераторных ламп отводимой водой, в каждом отдельном случае можно определить опытным путем, пользуясь для этого следующей расчетной формулой:

$$K = \frac{4,18 \cdot Q (t_2 - t_1)}{n \cdot J_n \cdot U_n \cdot 10^{-3}}, \quad (5)$$

где:

t и t_2 — температура входящей и выходящей воды при включении только одного накала генераторных ламп в °С;

Q — количество воды, затрачиваемой на охлаждение в л/сек;

n — число генераторных ламп;

J_n — ток накала в амперах;

U_n — напряжение накала в вольтах.

Подставив значение колебательной мощности P_{∞} в соответствии с уравнениями 2—4 в исходное уравнение 1, получим сле-

¹ При отсутствии вольтметра в цепи накала напряжение и силу тока накала можно взять из паспорта завода-изготовителя.

дующую рабочую формулу для определения значения полезной мощности, передаваемой в нагрузку:

$$P_{\text{н}} = \{J_0 \cdot U_0 \cdot 10^{-3} - [4,18 Q(t_2 - t_1) - k \cdot n \cdot J_{\text{н}} \cdot U_{\text{н}} \cdot 10^{-3}]\} \eta_{\text{лк}} \cdot \eta_{\text{н}} \text{ квт.} \quad (6)$$

Формула показывает, что полезная мощность, передаваемая в нагрузку, возрастает с увеличением анодного тока J_0 и анодного напряжения U_0 и уменьшается при увеличении потерь, рассеиваемых на анодах генераторных ламп. Отсюда видно, что о величине полезной мощности, а тем более о нормальной и рентабельной работе лампового генератора, нельзя судить только по одним показаниям приборов, измеряющих анодный ток и анодное напряжение, как это часто делается на производстве. Следовательно, для полной и надежной характеристики нормальной работы лампового генератора и всей высокочастотной электросушильной установки в целом необходимо, наряду с измерением J_0 и U_0 , учитывать потери, уносимые водой, охлаждающей аноды генераторных ламп.

Практика показывает, что в некоторых случаях при плохой настройке лампового генератора полезная мощность, передаваемая в нагрузку, падает, несмотря на увеличение значений анодного тока и анодного напряжения. В этом случае мощность, рассеиваемая на анодах ламп, значительно возрастает и энергия непроизводительно расходуется на нагрев охлаждающей воды и конструктивных элементов самого генератора.

Измерение температуры воды на входе и выходе ее в охлаждающую систему производится при помощи обычных технических термометров, которые устанавливаются для этого стационарно в тонкостенных металлических патронах, ввинчиваемых в водопроводные трубы (см. рис. 1).

Количество воды, проходящей через охлаждающую систему,

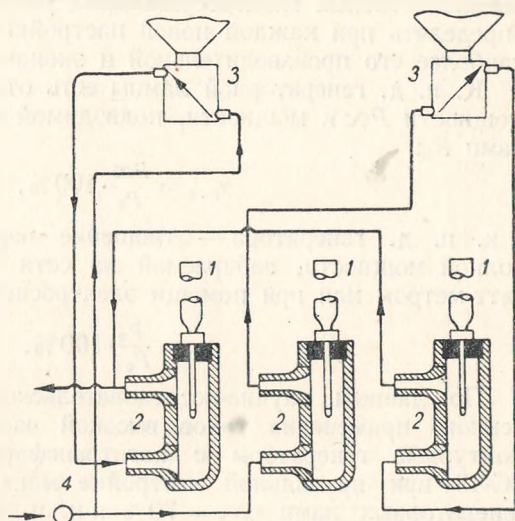


Рис. 1. Схема устройства для измерения температуры и расхода охлаждающей воды: 1 — термометры для измерения температуры входящей и выходящей воды; 2 — патроны для установки термометров; 3 — баллоны охлаждения анодов генераторных ламп; 4 — водомер для измерения количества воды, расходуемой на охлаждение.

определяется при помощи водомера. При отсутствии водомера разовые контрольные замеры количества охлаждающей воды можно производить путем отвода ее при помощи резинового шланга в бак, отмечая при этом время по секундомеру. Количество воды в баке, приходящееся на одну секунду, легче всего определить путем взвешивания:

$$Q = \frac{g_2 - g_1}{z} \text{ кг см (л сек)}, \quad (7)$$

где:

g_1 — вес бака до заполнения в кг;

g_2 — вес бака с водой в кг;

z — время заполнения бака водой в секундах.

Определив колебательную мощность P_{∞} по формулам 2—3 и полезную мощность P_n по формуле 6, нетрудно вычислить к. п. д. генераторных ламп и генератора в целом, что представляет несомненный практический интерес при эксплуатации высокочастотных электросушильных установок. К. п. д. следует определять при каждой новой настройке генератора, добиваясь наиболее его производительной и экономичной работы.

К. п. д. генераторной лампы есть отношение колебательной мощности P_{∞} к мощности, подводимой к анодам генераторных ламп P_0 :

$$\eta_{г.л} = \frac{P_{\infty}}{P_0} \cdot 100\%, \quad (8)$$

а к. п. д. генератора — отношение полезной мощности P_n к полной мощности, забираемой из сети P_c , определяемой киловатт-метром или при помощи электросчетчика:

$$\eta_r = \frac{P_n}{P_c} \cdot 100\%. \quad (9)$$

По данным научно-исследовательского института промышленного применения токов высокой частоты (НИИТвч), одноконтурные генераторы с автотрансформаторной связью типа ГС-48 при правильной настройке могут обеспечить к. п. д. генераторных ламп $\eta_{г.л} = 70\%$ и к. п. д. генератора $\eta_r = 58\%$; к. п. д. двухконтурных генераторов тоже средневолнового диапазона несколько меньше, вследствие потерь в дополнительном контуре (см. выше формулу 6).

Наши исследования показывают, что во многих случаях на производстве за счет отсутствия соответствующего контроля за правильным режимом работы высокочастотных электросушильных установок к. п. д. лампового генератора значительно ниже указанных выше размеров. Особенно плохой к. п. д. наблюдался нами в тех производственных случаях, где сушка производилась до низкой влажности (5—8% абс.). Таким образом, при отсутствии соответствующих замеров к. п. д. эффективность высокочастотных электросушильных установок снижается,

что выражается в уменьшении их производительности и увеличении удельного расхода электроэнергии. Практика показывает, что только путем систематического контроля и анализа работы высокочастотных установок, включая определение к. п. д., удастся постепенно улучшать их технико-экономические показатели.

Один из таких производственных примеров повышения эффективности высокочастотных электросушильных установок нами опубликован ранее (см. журнал «Энергетик» № 11 за 1954 год).
