

В. В. Богомазов

**ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫСОКОЧАСТОТНО-
КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ ДРЕВЕСИНЫ**

В нашей стране ежегодно производится более 100 млн. м³ пиломатериалов, из которых высушивается около 30—40%. Важнейшая задача ближайших лет состоит в том, чтобы довести выпуск сухих пиломатериалов до 70% от объема вырабатываемой продукции.

Пути успешного решения этой задачи намечены на Всесоюзной юбилейной научно-технической конференции по сушке древесины, состоявшейся в апреле 1968 г. в Архангельске. Предполагается разработка новых типов сушильных камер и дальнейшее совершенствование технологии сушки, более массовое применение средств автоматического контроля и регулирования. Значительно больше внимания должно быть уделено вопросам повышения качества материала, сохранения при сушке естественных свойств древесины и ликвидации потерь от брака [1].

В этих условиях значительный интерес может представлять более широкое использование высокочастотных способов сушки древесины.

Известно [2—6], что высокочастотная сушка имеет ряд технологических и технических преимуществ перед другими способами, однако широкому внедрению этого прогрессивного метода препятствует распространенное мнение о его низкой эффективности и даже неэкономичности при сушке древесины. Такое мнение сложилось в то время, когда делались первые шаги в направлении промышленного использования токов высокой частоты, в условиях большого дефицита и высокой стоимости электроэнергии. За последние годы положение изменилось: введены в действие и продолжают строиться огромные энергетические мощности, во многих районах страны стоимость электроэнергии снизилась в 5—10 раз, повысились оптовые цены на пилопродукцию, возросли требования к ее качеству. Все это позволяет по-новому оценить возможности использования электрической энергии, в том числе и высококачественной для сушки древесины. Известный ученый И. В. Кречетов говорил: «По мере развития энергетики и удешевления электроэнергии при небольших объемах сушки пиломатериалов возрастающая роль для нагрева воздуха принадлежит промышленному электрическому току. Дальнейшим шагом будет возврат к токам

высокой частоты и использование их для сушки пиломатериалов» (В сб.: Сушка древесины. Архангельск, 1968).

Нами проведено исследование экономической целесообразности использования токов высокой частоты при комбинированной конвейерной сушке древесины некоторых пород для предприятий, где по условиям производства диктуются высокие требования к качеству высушиваемого материала.

В основу расчета положены результаты проведенных в Белорусском технологическом институте исследований, данные о работе промышленных установок у нас в стране и за рубежом, отчетные данные о работе существующих паровых сушилок Молодечненской фабрики музыкальных инструментов и положения типовой методики по определению эффективности внедрения новой техники.

По просьбе Молодечненской фабрики музыкальных инструментов разработаны рабочие чертежи высокочастотно-конвективной (ВЧК) конвейерной сушильной установки для буковых и еловых заготовок. В качестве источника высокочастотных колебаний используется типовой ламповый генератор ЛД1-10 с полезной мощностью 10 квт при потребляемой мощности из сети 23 квт. Сушильная камера туннельного типа изготовлена из алюминия с наружной теплоизоляцией. Для конвективного подогрева воздуха по требованию заказчика используются электронагреватели. Скорость движения воздуха в камере 1—1,5 м/сек. Заготовки могут укладываться на транспортную ленту как вдоль, так и поперек, в зависимости от их размеров. Скорость движения ленты — от 1,5 до 3,5 м/час. ширина — 0,9 м. Расчетная производительность установки при сушке буковых заготовок размером 60×60×900 мм от влажности 60% до влажности $8 \pm 2\%$ составит 557 м³ в год, при сушке ели от влажности 40% до влажности 8% — 1260 м³ в год при продолжительности сушки 2—3,5 час и удельном расходе электроэнергии 1,5—3 квт·ч/1 кг испаряемой влаги. Общая длина установки — около 11 м. Она размещается на площади в 30—40 м². Для выполнения годовой программы по сушке заготовок (бук — 1300 м³, ель — 800 м³) Молодечненской фабрике музыкальных инструментов потребуется 3 таких установки. Необходимая производственная площадь около 200 м². Штат обслуживания — 2 человека в смену.

Общие капитальные вложения, необходимые для внедрения проектируемых ВЧК установок, включают только новые капитальные вложения. Использование действовавших ранее на этом участке производственных фондов не предусматривается.

Величина новых капитальных вложений определяется по формуле:

$$K_n = K_T + K_c + K_m + K_n \pm O_c \text{ руб.,}$$

где K_T — стоимость нового оборудования, включая расходы на доставку и монтаж;

K_c — затраты на строительство и реконструкцию зданий и сооружений, необходимых для осуществления новой техники;

K_m — затраты на модернизацию действующего оборудования;

K_n — затраты на проектирование новой техники (проектные и опытные работы), а также затраты по пуску, наладке и освоению производства;

O_c — разница в величине оборотных средств, если она превышает 5% от суммы новых капитальных вложений.

Основное оборудование установок состоит из высокочастотных генераторов ЛД1-10 (12 штук) и конвейерных сушилок (3 штуки). Стоимость генераторов принята по прейскуранту оптовых цен с учетом расходов по монтажу и доставке. Основная стоимость камеры складывается из стоимости металла ограждения, опорной конструкции, труб, конвейерной ленты, привода конвейера (редукторы, электродвигатель), вентиляторной установки и утеплителя. Расчет этих затрат с учетом прейскурантной стоимости отдельных элементов и затрат на изготовление показывает, что стоимость одной установки СВК-4 составит около 12 тыс. руб. Общая стоимость нового оборудования $12 \times 3 = 36$ тыс. руб.

Стоимость трансформаторного киоска мощностью 380 ква, действующего на фабрике, составляет 4437 руб. Для проектируемых установок расходы на сооружение трансформаторного киоска с установленной мощностью 320 ква принимаем 5 тыс. руб.

Затраты на сооружение системы для рециркуляции воды, охлаждающей лампы высокочастотных генераторов, принимаем 2 тыс. руб. (2 насоса 2к-6а — 100 руб.; бассейн с распылителями — 1900 руб.).

Затраты на строительство и реконструкцию зданий и сооружений определяются следующим образом. Для размещения сушильных установок потребуется около 200 м² полезной площади. По справочнику укрупненных показателей сметной стоимости и расхода ресурсов ориентировочная стоимость здания — 11 тыс. руб.

Затраты на проектирование новой техники составили 9 тыс. руб., затраты по пуску, наладке и освоению приняты в сумме 3000 руб.

Сумма капиталовложений без учета величины оборотных средств составит:

$$K_{\text{общ}} = K_n = 36 + 5 + 2 + 11 + 9 + 3 = 66 \text{ тыс. руб.}$$

По существующим паровым сушильным камерам сумма капиталовложений по их полной восстановительной стоимости складывается из стоимости сушилок — 17117,6 руб. и части (50%) стоимости котельной — 19015 руб. (принято по удельным затратам на производство пара, относимым на сушилку):

$$K_{\text{ст}} = 17117,6 + 19015 = 36132 \text{ руб.}$$

Учитывая, что использование части старых основных фондов неизвестно, производим расчет неамортизированной части их первоначальной стоимости, которая должна окупиться экономией от внедрения новой техники. В нашем случае неизвестно дальнейшее использование 3 паровых котлов, вспомогательного оборудования и оснастки котельной на общую сумму около 8 тыс. руб. С учетом этого сумма новых капитальных вложений составит

$$66 + 8 = 74 \text{ тыс. руб.}$$

В приведенном выше расчете не учитывалась возможность значительного снижения суммы оборотных средств за счет сокращения продолжительности сушки. Характер работы конвейерной сушилки позволяет обеспечить непрерывное поступление сухого материала, поэтому промежуточные запасы его могут быть снижены до 2—3-суточной потребности (с учетом выдержки после сушки) против существующего месячного нормативного запаса. В результате этого сумма оборотных средств уменьшится с 46,4 до 3 тыс. руб. в год.

Общая сумма капитальных вложений с учетом стоимости основных и оборотных фондов составит для новой техники $74 + 3,1 = 77,1$ тыс. руб., или 36,7 руб./м³; для существующих камер — $36,13 + 46,4 = 82,53$ тыс. руб., или 39,3 руб./м³.

Себестоимость годового объема продукции по сравниваемым вариантам складывается из стоимости сырья (пиломатериалы), необходимого для изготовления заготовок, затрат на их изготовление и стоимости сушки. Стоимость сушки заготовок представлена по основным статьям затрат в табл. 1.

Таблица 1

Стоимость сушки заготовок

Статья расхода	В паровой сушилке		В ВЧ сушилке	
	на весь выпуск, р.	на 1 м ³ , р. к.	на весь выпуск, р.	на 1 м ³ , р. к.
Пар	46600	22,2	—	—
Электроэнергия	2920	1,39	23887	11,37
Вода	—	—	300	0,143
Заработная плата	3780	1,8	9250	4,4
Отчисления соцстраху	170	0,085	435	0,208
Содержание и ремонт оборудования	5930	2,8	5930	2,8
Амортизационные отчисления	542	0,258	2698	1,28
Услуги вспомогательных производств	—	—	2000	0,95
Итого . . .	59942	28,54	44415	21,15

Экономия по себестоимости сушки составляет 26%, а годовая сумма экономии \mathcal{E}_r — 15527 руб.

Себестоимость сушки в существующих паровых камерах при ведена по отчетным данным фабрики, а для проектируемой высокочастотно-конвективной установки — на основании расчета. При этом были учтены специфические виды затрат, связанные с работой генераторов ТВЧ. При расчете стоимости электроэнергии применялся двухставочный тариф. Затраты на воду определены с учетом работы рециркулярной системы. Затраты по содержанию и ремонту оборудования учитывают гарантийную продолжительность службы генераторных ламп и тиратронов. В расчете затрат на услуги вспомогательных производств учтены расходы на погрузочно-разгрузочные и транспортные работы по подвозке и вывозке заготовок. Средний расход электроэнергии принят для буковых заготовок 2,5, а для еловых 2,2 квт·ч на 1 кг испаряемой влаги (производственные и экспериментальные данные наших исследований). Расчет себестоимости сушки проведен на обезличенный материал.

Экономия средств при внедрении новых установок складывается из экономии по себестоимости сушки и экономии от снижения брака. По отчетным данным фабрики количество брака при сушке в существующих камерах составляет около 10% от общего количества материала. Для еловых заготовок 4—5%, для буковых — 15—17%. Опыт работы высокочастотных сушилок как у нас, так и за рубежом и наши экспериментальные исследования подтверждают возможность снижения брака по сушке минимум наполовину. С учетом заданной спецификации заготовок их стоимости и количества используемых отходов определена сумма затрат на «устранение» брака как для существующих, так и для новых сушилок.

Себестоимость 1 м³ обезличенного материала до сушки составляет 240,15 руб., а после нее с учетом затрат на сушку и устранение брака — для новой техники — $240,15 + 21,15 + 10,3 = 271,6$ руб., для действующих камер — $240,15 + 28,54 + 21,01 = 289,7$ руб.

Показатели общей экономической эффективности от внедрения новой техники следующие:

1) отношение экономии от снижения себестоимости к вызвавшим эту экономию капитальным вложениям:

$$\mathcal{E}_{\text{ск}} = \frac{C_1 - C_2}{K} = \frac{289,7 - 271,6}{36,7} = 0,495;$$

2) срок окупаемости общих капитальных вложений:

$$T_{\text{кв}} = \frac{K}{C_1 - C_2} = \frac{36,7}{18,1} = 2,02 \text{ года};$$

3) показатель общей экономической эффективности использования действующих производственных фондов:

$$\mathcal{E}_{\text{рф}} = \frac{\Pi}{\Phi} = \frac{18,1}{25,7} = 0,705,$$

где P — годовой объем прибыли;

Φ — стоимость основных производственных фондов и нормируемых оборотных средств.

Показателем сравнительной экономической эффективности служит минимум приведенных затрат, определяемых по выражению:

$$C_1 + E_n \cdot K_1 = \text{минимум,}$$

где K_1 — капитальные вложения по каждому из вариантов;

C_1 — текущие затраты (себестоимость) по тому же варианту;

E_n — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (для деревообрабатывающей промышленности $E=0,2$).

Приведенные затраты по каждому из вариантов для новой техники: $271,6 + 0,2 \cdot 36,7 = 278,94$ руб./м³, для существующих сушилок: $289,7 + 0,2 \cdot 39,3 = 297,56$ руб./м³.

Результаты проведенных расчетов показывают, что внедрение высокочастотно-конвективных сушилок на Молодечненской фабрике музыкальных инструментов экономически целесообразно.

Высокая эффективность их внедрения объясняется большой себестоимостью сушки в существующих паровых эжекционных камерах. Это характерно для многих предприятий, использующих древесину трудносохнущих пород, и отражает производственные и технологические трудности ее качественной сушки, а также и высокую стоимость пара на тех предприятиях, где не хватает древесных отходов для обеспечения потребности котельной. Так, на Борисовской фабрике пианино себестоимость сушки заготовок в эжекционных камерах составляет 26,06 руб., на фабрике игрушек производственного объединения «Мир» в камерах Грум-Гржимайло — 17—21 руб., на Майкопской мебельно-деревообрабатывающей фирме «Дружба» — от 20 до 60 руб. в зависимости от размера заготовок. Во всех приведенных случаях расходы отнесены к общему количеству высушиваемого материала, из которого буковые заготовки составляют не более половины, а остальные — хвойные (кроме фирмы «Дружба»).

Все сказанное выше позволяет надеяться на достаточную эффективность использования высокочастотно-конвективных сушилок взамен устаревших паровых в тех случаях, где приходится высушивать древесину трудносохнущих пород и к качеству материала предъявляются повышенные требования.

При решении вопроса о новом строительстве сушилок для многих промышленных районов страны предпочтительнее паровые камеры, так как они более эффективны. Проведенный нами расчет на основании проектных норм затрат по всем видам расходов показал, что для условий, аналогичных условиям Молодечненской фабрики музыкальных инструментов, расчетная себестоимость сушки в паровых камерах составит 11,2 руб./м³ против 21,15 руб./м³ в высо-

кочастотно-конвективных, а себестоимость 1 м³ сухих заготовок без учета потерь на брак будет соответственно 251,35 и 261,3 руб.

Величина капитальных вложений, рассчитанная по проектным нормам для конвективно-высокочастотных сушилок—60,1 тыс. руб., или 28,6 руб./м³; для паровых сушилок — 94,991 тыс. руб., или 45,2 руб./м³.

Приведенные затраты $261,3 + 0,2 \cdot 28,6 = 267,02$ руб./м³ и $251,35 + 0,2 \cdot 45,2 = 260,39$ руб./м³ соответственно.

Отсюда видно, что их минимум может быть обеспечен при использовании паровых сушилок.

Вместе с тем в целом ряде районов страны стоимость электроэнергии уже сегодня в 4—5 раз ниже, чем в основных промышленных районах (Красноярск-Братск-Иркутскэнерго), и именно здесь предполагается широкое развитие заготовок и переработки леса. Во многих случаях использование конвективно-высокочастотных установок может оказаться достаточно эффективным, что объясняется значительным снижением себестоимости сушки. По нашим расчетам себестоимость высокочастотной конвективной сушки составит для этих районов 13,18, а паровой — 10,8 руб./м³.

Приведенные затраты для высокочастотно-конвективных сушилок составят $253,33 + 0,2 \cdot 28,6 = 259,05$ руб./м³; для паровых камер— $250,95 + 0,2 \cdot 45,2 = 260,35$ руб./м³.

Таким образом, в этом случае минимум затрат будет обеспечен при выборе конвективно-высокочастотных сушилок.

На основании полученных результатов по определению экономической эффективности использования высокочастотно-конвективных сушилок можно считать целесообразным их использование в следующих случаях:

1) для предприятий с малым объемом производства и обширной спецификацией высушиваемого материала трудносохнущих пород и в особенности там, где пар не используется для других технологических целей;

2) при себестоимости сушки в существующих установках выше 24 руб./м³;

3) для районов с дешевой электроэнергией во всех случаях сушки древесины трудносохнущих пород (возможно и лиственницы) и материала особо крупного сечения всех пород.

Литература

- [1] Сушка древесины. Тр. Всесоюз. юбил. науч.-техн. конф. Архангельск, 1968.
 [2] И. П. Бердинских. Сушка и склейка древесины в поле токов высокой частоты. М., 1950. [3] В. А. Бирюков. Процессы диэлектрического нагрева и сушки древесины. М.-Л., 1961. [4] В. А. Бирюков, В. В. Богомазов. Сушка древесины с применением диэлектрического нагрева. В сб.: Механическая обработка древесины. Реферат. инф., 1967, № 15. [5] В. А. Бирюков, В. В. Богомазов. О высокотемпературной сушке древесины некоторых лиственных пород с применением диэлектрического нагрева. «Деревообработ. пром.», 1968, № 10. [6] Н. А. Першанов. Конвективно-высокочастотная сушка древесины. М., 1963.