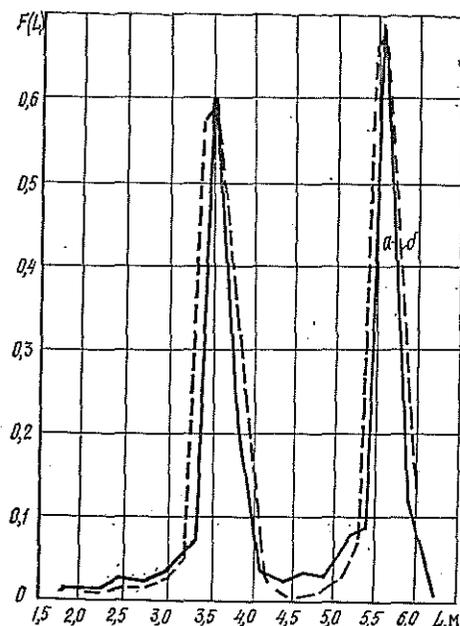


Рис. 2. Распределение пиломатериалов толщиной 50 мм по длинам на Нововятском КДП-41: а — эмпирическая кривая; б — аппроксимирующая кривая



$$f(L) = \frac{0,6}{0,414 \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{(L - 6,24)^2}{2 \cdot 0,414^2} \right].$$

При распиловке бревен длиной 6,5 и 4,5 м применяют первое и второе слагаемые выражения (2)

$$f(L) = \frac{0,6}{0,414 \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{(L - 6,24)^2}{2 \cdot 0,414^2} \right] + \frac{0,18}{0,134 \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{(L - 4,47)^2}{2 \cdot 0,134^2} \right].$$

Для бревен длиной 6,5; 4,5 м и короче используют уравнение (2) полностью.

Полученное уравнение кривых распределений пиломатериалов по длинам при распиловке бревен различных длин можно использовать для планирования раскроя досок на заготовки, когда их качество совпадает с категорией качества деталей деревянных стандартных домов, а также в процессе динамического моделирования их раскроя на ЭВМ.

УДК 674.047

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕТРАДИЦИОННЫХ СПОСОБОВ СУШКИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ПО СТОИМОСТИ ЭНЕРГОЗАТРАТ

И. М. МЕРКУШЕВ

Московский лесотехнический институт

Объем сушки пиломатериалов в нашей стране заметно отстает от потребностей народного хозяйства, что приносит ему крупные убытки. В настоящее время высушивают не более 45...50 % вырабатываемой пилопродукции при потребности не менее 75...80 %.

Основной промышленный способ снижения влажности пиломатериалов — традиционная конвективная камерная сушка, требующая весьма существенных энергетических затрат. Объем менее энергоемкой атмосферной сушки очень мал и имеет тенденцию к дальнейшему снижению вследствие некоторых ее существенных организационных недостатков (сезонность, потребность в больших производственных площадях для складов, необходимость создания 6...12 месячных запасов древесины и др.).

Специальные, нетрадиционные способы сушки в промышленности почти не применяют. В то же время некоторые из них могут дать значительную экономию энергозатрат

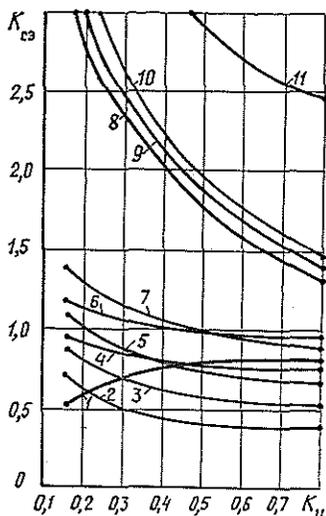
или имеют другие технологические преимущества, и их промышленное использование может внести определенный вклад в повышение объема сушки пиломатериалов, улучшение ее качества и сокращение удельных затрат энергии на ее проведение.

В связи с этим представляет интерес оценка эффективности различных нетрадиционных способов сушки пиломатериалов путем сопоставления между собой стоимости затрачиваемой на сушку энергии.

Изучение по литературным источникам технико-экономических и технологических особенностей нетрадиционных способов сушки (табл. 1) дает весьма ориентировочное и не вполне верное представление о сравнительной их эффективности.

Таблица 1

Способы сушки (и авторы расчетов)	Удельный расход энергии на сушку, кВт · ч/м <sup>3</sup>		Себестоимость сушки, р./м <sup>3</sup>	Доля стоимости энергии, %
	электричества	пара, газа		
Сушка в растворах солей (Т. Н. Ломидзе)	12	151	3,31	28
Гелиосушка (М. М. Тепнадзе)	7	30	2,61	10
Сушка с центрифугированием (В. В. Кулимин)	23	287	5,33	34
Сушка в газовых камерах (П. С. Серговский, И. М. Меркушев):				
на дровах и природном газе	18	354	5,09	16
на газогенераторном топливе	21	354	8,55	24
Адсорбционная сушка (А. Е. Школьник)	60	207	3,67	53
Конденсационная сушка (П. С. Серговский)	163	—	4,29	57
Аэродинамическая сушка (В. В. Сергеев)	180	146	11,44	30
Индукционная сушка (Н. Н. Гей и др.)	286	—	6,74	64
Вакуумно-диэлектрическая сушка (А. А. Горяев)	235	—	8,26	43
Камерно-диэлектрическая сушка (В. В. Богомазов)	166	295	10,32	36



Графические характеристики энергетической эффективности нетрадиционных способов сушки пиломатериалов: 1 — сушка в растворах солей; 2 — гелиосушка; 3 — сушка в газовых камерах; 4 — ротационная сушка; 5 — конденсационная сушка; 6 — адсорбционная сушка; 7 — сушка на газогенераторном топливе; 8 — сушка в аэродинамических камерах; 9 — вакуумно-диэлектрическая сушка; 10 — индукционная сушка; 11 — камерно-диэлектрическая сушка

Это объясняется не столько ошибками в расчетах, сколько тем, что разные авторы оценивали новые способы сушки по разным методикам; не использовали единую базу сравнения и принимали не единые, а местные цены на пар и электроэнергию.

Путем расчета энергоёмкости различных способов сушки условного материала по II категории качества (табл. 2) и сравнения с сушкой в современных паровых лесосушильных камерах (базовый вариант) оценена эффективность по коэффициенту стоимости энергозатрат  $K_{сэ}$ . Коэффициент  $K_{сэ}$  представляет собой отношение стоимости энергии на сушку нетрадиционными и базовым способами  $C_{н}/C_{б}$  и зависит от коэф-

Таблица 2

Не традиционные способы сушки пиломатериалов по II категории качества	Оттаивание, нагрев и влаго-теплообработка древесины	Нагрев свежесоженого воздуха	Испарение влаги из древесины	Теплопотери через ограждающие конструкции	Расход энергии, кВт/м³ усл.	В том числе			Внешние электропотери**	Всего электроэнергии $q_{\Sigma}$	Энергостоемость процесса сушки
						энергия пара $q_{\Pi}$	электроэнергия $q_{\Sigma}$	электроэнергия газа			
Базовый вариант	87	24	126	63	300	240	—	60	—	60	300
Гелиосушка	87	24	126	63	300	29	—	60	—	60	89***
В растворах солей	87	0	126	54	267	255	—	12	—	12	267
В газовых камерах	87	24	126	63	300	29	211	60	—	60	300
Ротационная	81*	24	74	48	227	167	—	60	3	63	230
Конденсационная	87	0	24	63	176	90	—	86	—	86	176
Адсорбционная	87	0	126	63	276	216	—	60	10	70	286
Газогенераторная	87	32	126	63	308	37	211	60	26	86	334
Аэродинамическая	87	24	126	63	300	29	—	271	30	301	330
Индукционная	87	24	126	63	300	29	—	271	68	339	368
Вакуумно-диэлектрическая	81*	0	126	2	210	29	—	182	121	303	332
Камерно-диэлектрическая	87	24	126	63	300	220	—	271	181	452	481

Примечание. \*Экономия энергии при сушке с ротационным обезвоживанием объясняется тем, что часть жидкой влаги удаляется из древесины при центрифугировании, а при вакуумно-диэлектрической сушке тепло экономится за счет выпаривания влаги при пониженной температуре. \*\*Внешние потери электроэнергии в токопреобразующих устройствах (колебательных контурах и т. п.) приняты по данным авторов, указанных в табл. 1. \*\*\* Расход солнечной энергии не учитывается.

коэффициента соотношения цен энергии пара и электроэнергии  $K_{\Pi} = \frac{C_{\Pi}}{C_{\Sigma}}$ , а также от величины энергозатрат на сушку  $q_{\Pi}$  и  $q_{\Sigma}$ , принимаемых из табл. 2:

$$K_{\Sigma} = \frac{C_i}{C_0} = \frac{C_{\Pi} + C_{\Sigma}}{C_{\Pi 0} + C_{\Sigma 0}} = \frac{q_{\Pi} K_{\Pi} + q_{\Sigma}}{q_{\Pi 0} K_{\Pi} + q_{\Sigma 0}}$$

В производственных условиях коэффициент соотношения цен пара и электроэнергии  $K_{\Pi}$  не выходит за пределы 0,15...0,8. В этом диапазоне на рисунке даны графические характеристики энергетической эффективности нетрадиционных способов сушки пиломатериалов.

Одни из них — гелиосушка, сушка в газовых камерах, в конденсационных, с ротационным обезвоживанием и в растворах солей — имеют пониженный коэффициент стоимости энергозатрат ( $K_{\Sigma} < 1$ ).

Все эти способы энергетически эффективны и при их внедрении дадут экономию средств на энергоресурсах.

Другая группа нетрадиционных способов сушки — в аэродинамических камерах, индукционных, вакуумно-диэлектрических и камерно-диэлектрических сушилках — имеет повышенный коэффициент стоимости энергозатрат ( $K_{сэ} > 1$ ). Внедрение этих способов сушки даст на энергоресурсах убыток. Адсорбционная сушка и сушка в камерах, действующих на газогенераторном топливе, занимают промежуточное положение.

Следует подчеркнуть, что здесь рассматривается не общая, а только энергетическая эффективность нетрадиционных способов сушки. Не исключено, что специфические технологические преимущества некоторых энергоемких способов сушки (например, вакуумно-диэлектрической) могут скомпенсировать в общей себестоимости сушки повышенные энергетические затраты.

Полученные данные и вытекающие из них выводы позволят в дальнейшем более обоснованно планировать НИР и ОКР по изучению и внедрению новой техники и технологий сушки, выбирая наиболее перспективные направления.

УДК 543.8

## КОНТРОЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

С. Б. КОТЛИК, Т. В. ЛОБУХИНА, С. В. РУСАКОВА, Е. А. ФУЧКИНА,  
Н. В. КУЗНЕЦОВА, Е. А. СЕДЕЛЬНИКОВА, А. И. КОЙТОВ

Уральский лесотехнический институт

Растет доля древесины, перерабатываемой в древесно-стружечные плиты и фанеру с использованием смол на основе формальдегида. Вследствие этого на деревоперерабатывающих заводах большое значение имеет работа по предотвращению загрязнения формальдегидом воздуха производственных помещений и атмосферы, а следовательно, и контроль за уровнем загрязнения.

Для санитарно-гигиенического анализа содержания формальдегида в воздухе наиболее распространен фотоколориметрический метод с использованием в качестве окрашивающего вещества хромотроповой кислоты или фенилгидразингидрохлорида [1—3]. В литературе, однако, нет основательной статистической оценки этих методик на воспроизводимость анализа при реализации полного комплекса операций.

Учитывая большой диапазон концентраций в газах (различия достигает 10 . . . 15-кратной величины в отдельных пробах), нами проведен, с целью последующей корректной оценки результатов, цикл анализов и определена вероятная ошибка при использовании фенилгидразина и хромотропной кислоты.

Группой аналитиков из 4 человек (для учета субъективного фактора) выполнен комплекс следующих операций:

— приготовление воздушно-формальдегидной смеси путем дозирования из газометра в воздушный поток различных количеств концентрированных паров формальдегида с сопутствующими замерами расходов потоков, температуры, давления;

— отбор пробы из воздушно-формальдегидной смеси в жидкостный поглотитель с сопутствующими замерами объема, температуры, давления;

— анализ содержания формальдегида в поглотителе фотоколориметрированием;

— расчетная оценка количественного содержания формальдегида в отдельных опытах, исходя из дозированных объемов;

— вычисление фактического содержания формальдегида в воздушной смеси по анализу;

— вычисление значения вероятной ошибки анализа путем статистической обработки результатов.

Приведенный перечень операций показывает, что воспроизводимость анализа оценивали с учетом возможных ошибок при отборе пробы газа в поглотителе и при выполнении расчетов. В качестве параллельных определений сопоставляли не отдельные аликвоты, взятые из поглотительной жидкости одного газотбора, как это практикуется, а параллели, полученные всякий раз при новом отборе газа.

В ходе наработки массива результатов обнаружился существенный недостаток методики анализа, использующей хромотроповую кислоту. Принятая схема предусматривает нагрев смеси реактивов в пробирках, закрытых пробками, на кипящей водяной бане в течение 30 мин [3]. Это часто приводит к самопроизвольной разгерметизации пробирки (выбивание пробки) и искажению анализа. Поэтому нами предложена и использована в опытах пробка со вставленной в нее пипеткой с резиновым колпачком. Эластичный колпачок пипетки при разогревании растягивается, а конденсирующиеся в пипетке пары легко возвращаются в пробирку сжатием колпачка.

Было принято, что объем газовой пробы должен создавать в жидком поглотителе близкие по величине концентрации, соответствующие средним значениям калибровочной шкалы. Концентрация газового потока расчетно планировалась равной 10, 20, 30, 40, 50 мг/м<sup>3</sup>, а объемы пробы газов были соответственно равны 10,8; 5,2; 3,8; 3,1; 1,5 л.