

Применение в сконструированном тензомере фиксирующего устройства выполненного в виде двух игл с упорами и закрепленного на пластине с упругим шарниром позволяет получить требуемую, не изменяющуюся в процессе испытания глубину внедрения игл в образец и безлюфтовое соединение фиксирующего устройства с корпусом. Использование опорного устройства с двумя рядами шарикоподшипников, закрепленных с равными промежутками на осях, равноудаленных от фиксирующих игл, не препятствует свободной деформации отдельных слоев образца, а, кроме того, исключает перекося корпуса при установке тензомера на образец. В данном тензомере использован метод определения продольных деформаций, основанный на измерении относительного осевого перемещения между точками, лежащими на противоположных боковых поверхностях образца, в поперечных сечениях, расстояние между которыми равно базе тензомера [3]. По сравнению с традиционным методом [1,2], при котором применяют два независимых тензомера, в использованном методе исключаются погрешности, вызванные как непостоянством баз правого и левого тензометров, так и несовпадением сечений, в которых они установлены.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеев Б.А. Техника определения механических свойств материалов. - М.: Машиностроение, 1965.
2. Горб М.Л., Островский А.А. Приспособления и устройства для исследования механических свойств материалов. - Киев.: Наукова думка, 1973.
3. Когин О.М. Тензомер линейных деформаций с емкостным преобразователем.- Измерительная техника, 1972, №4.-С.57-59.

УДК 674.2.002:33

В.М.Сацура, доцент;

Н.Н.Ковалев, с.н.с.

#### **ЭКОНОМИЯ ТОПЛИВНЫХ РЕСУРСОВ ЗА СЧЕТ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ СТОЛЯРНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

The energy consumption on different stages of wood drying is analysed. The proposals for decreasing of energy consumption 5 times and more in process of wood drying are given.

Использование столярных изделий в жилищном строительстве оказывает влияние не только на архитектурный облик домов, но и существенным образом влияет на их удобство и эксплуатацию. Например, используемые оконные блоки являются важным конструктивным элементом в

доме. Пропуская световые лучи и тем самым освещая помещение, окна защищают от поступления холодного воздуха, шума и др. энергоносителей. В то же время существующие конструкции окон не обладают достаточной теплоизолирующей и воздухопроникающей способностью. Из-за относительно малого термического сопротивления и высокой воздухопроницаемости на долю окон приходится большая часть теплопотерь зданий зимой и теплопоступлений летом.

Учитывая повышенные затраты тепла в отопительный период, а также высокую стоимость топлива, в целях эффективного использования теплоэнергетических ресурсов, Госстроем РБ в 1992 г. было принято постановление об установлении нормативного значения термического сопротивления для окон и балконных дверей не менее  $0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ . Однако даже при достижении термического сопротивления оконных проемов в  $0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  расход топлива на возмещение потерь тепла составит для Республики Беларусь значительную величину. Так, для жилого фонда Республики Беларусь, насчитывающего ориентировочно  $100\,000\,000 \text{ м}^2$  жилой площади и имеющего  $15\,600\,000 \text{ м}^2$  оконных проемов, при термическом сопротивлении  $0,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  и продолжительности отопительного сезона в 196 суток, или в 4 700 часов, при перепаде температур за сезон  $\Delta t = 20 \text{ °C}$  общий расход энергии на потери при отоплении составит 10,15 млрд. МДж за сезон. Такие потери тепла требуют расхода 346,9 тыс. тонн условного топлива или 254,17 тыс. тонн мазута, а с учетом КПД отопительных систем ( $\eta = 0,6$ ) потребность в мазуте на возмещение потерь тепла возрастает до 423,62 тыс. тонн.

Следует заметить, что фирмой "Ракемус Валмисте" (Финляндия) достигнут уровень термического сопротивления оконных блоков в среднем  $0,74 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  - окно MSK. Оконные блоки, выпускаемые фирмой "CONAG" (Германия), имеют величину термического сопротивления  $1,02 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ . Поэтому поставленная в настоящее время задача увеличить коэффициент термического сопротивления до  $0,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  является достижимой и позволит снизить тепловые потери через оконные проемы до 6,6 млрд. МДж за сезон или сэкономить 148,27 тыс. тонн мазута на сумму 478,2 млрд. руб. (19,129 млн. \$).

Существующие конструкции оконных блоков по термическому сопротивлению составных элементов не однородны. Различные элементы оконного блока отличаются термическим сопротивлением, а соответственно и величиной тепловых потерь. Эти потери включают тепловые потери через прозрачные элементы, тепловые потери через непрозрачные

конструкции блока, тепловые потери за счет воздухо- и влагопроницаемости притворов.

Так, тепловые потери через прозрачные конструкции оконных блоков составляют 30÷40 % от общих потерь, потери тепла через непрозрачные конструкции - 8÷15 %, потери через неплотности притворов и крепления стекол - 62÷45 %. Из распределения тепловых потерь по элементам конструкции оконных блоков видно, что примерно половину потерь тепла составляют потери, связанные с воздухо- и влагопроницаемостью уплотнений - чисто конструктивных элементов. Вторую по величине долю вклада в потери дает теплопроводность через прозрачные элементы оконных блоков. Снизить эту долю можно путем изменения конструкции остекления и элементов его крепления.

В свою очередь, выбор и разработка конструкций прозрачных элементов окна вызовет необходимость разработки оптимальной конструкции всего оконного блока и технологии его производства.

Исходя из изложенного, можно сделать вывод, что повышения термического сопротивления оконных блоков можно достичь следующими путями:

- 1) изменить конструкцию притворов оконных блоков и их уплотняющих элементов с разработкой соответствующих материалов;
- 2) осуществить подбор и взаимное расположение прозрачных элементов в блоках и систему их крепления;
- 3) осуществить подбор и разработать конструкции непрозрачных элементов;
- 4) произвести разработку и организовать производство запирающих элементов оконных блоков.

Разработка конкретных направлений и путей снижения тепловых потерь через окна возможна после детального анализа существующих конструкций, их назначения и классификации.

Основные конструктивные параметры оконных блоков приведены в табл. 1, а теплотехнические показатели оконных блоков и их материалоемкость - в табл. 2.

Анализ данных, приведенных в табл. 1 и 2, климатических условий территории Беларуси, а также существующего положения на предприятиях-изготовителях оконных блоков свидетельствует о целесообразности применения в строительстве нескольких типов окон: спаренные и отдельные, остекленные двумя рядами стекол или стеклопакетом, остекленные стеклопакетом и дополнительно третьим стеклом, остекленные с применением теплозащитного стекла.

Оконные блоки со спаренными переплетами имеют ряд преимуществ по сравнению с отдельными переплетами. Основные из них: меньший расход древесины, технологичность, большая прочность, а следовательно, и меньшая деформативность створок благодаря спариванию переплетов. Окна со спаренными переплетами обеспечивают большую освещенность помещений, чем конструкция с отдельными переплетами при одинаковой площади оконных блоков. Особо следует подчеркнуть, что внутренняя поверхность наружных стекол со спаренными переплетами, если между последними установлена дополнительная уплотняющая прокладка, не обмерзает при эксфильтрации воздуха.

Существенным недостатком выпускаемых в республике и установленных в существующих зданиях оконных блоков является отсутствие уплотняющих прокладок, а если они и установлены, то качество их низкое.

Используемые для этих целей материалы - пенополиуретан и пенорезина - не выдерживают и двух лет эксплуатации, а хлорвиниловые уплотнители в притворах пересыхают и перестают выполнять свои функции.

Серьезным недостатком эксплуатируемых оконных блоков является небрежное исполнение уплотнений между коробкой и оконным проемом, что ведет к значительному возрастанию воздухопроницаемости.

Важную роль в снижении потерь тепла через окна играет конструкция запорных приборов и способ их установки. К таким приборам относятся: петли; поворотно-откидные устройства; изделия скобяные, запирающие; ручки; приборы и изделия вспомогательные. На предприятиях по выпуску столярных изделий применяют ввертные петли: ПВв-1 - с ходом на торцах скоб и с вращающейся осью; ПВв-2 - с ходом на торцах втулок и вынимающейся осью; ПВв-3 - с ходом на торцах втулок и невынимающейся осью.

Поворотно-откидные устройства отечественными стандартами не предусмотрены. Однако такие устройства широко применяются за рубежом и отдельными фирмами, поставляются в республику.

Табл. 1. Основные конструктивные параметры стандартных оконных блоков для жилых зданий

ГОСТ, ТУ, конструкция	Характеристика оконных блоков, тип переплетов	К-во сте- кол	Количество уют- няющих прокла- док в притворе и их материал	Толщина, мм			
				короб- ки	импоста	переплетов	↑ остекления
1	2	3	4	5	6	7	8
ГОСТ 11214-86	Двойные, раздельные, с наплавом	2	1-ППУ*	138	138	42+42	3+92+3=98
ГОСТ 11214-86	Двойные, спаренные, с наплавом	2	1-ППУ и 1-ППУ между переплетами	94	94	42+42	3+56+3=62
ГОСТ 16289-86	Тройные, раздельно- спаренные, с наплавом	3	3-ППУ и 1-ППУ между переплетами	138	138	42+32+42	3+46+3+57+3=112
ГОСТ 24699-81	Двойные, раздельные, с наплавом	3	2-ППУ	118	118	67+42	3+15+3+62+3=83*
ГОСТ 24700-81	Одинарные, с наплавом	2	1-ППУ	74	74	67	3+15+3=21**
КСИБ-73	Двойные, раздельные, с наплавом	2	1-ППУ	134	-	42+42	3+82+3=88
РСТ БССР 865-87	Двойные, раздельные, с наплавом	2	2-ППУ	114	-	42+42	3+80+3=86
ТУ 234 БССР 450-91	Двойные, спаренные, с наплавом	2	2-ППУ или РП***	90	-	40+40	3+50+3=56
Конструкция АП, "Белпроект"	Двойные, спаренные, с наплавом	2	2-ППУ, 1-ППУ между переплетами	90	-	42+42	3+54+3=60

		Окончание табл. 1							
1	2	3	4	5	6	7	8		
Конструкция фирмы "Стройкомплекс"	Двойные, спаренные, с наплавом	3	2-ППУ или РП 1-ППУ между переплетами	90	-	32+56	3+43+3+12+3=64**		
ТУ 49 66878-01-93 Литва	Двойные, спаренные, с наплавом	3	3-прокладки	94	94	36+63	3+33+3+12+3=56**		
ДИН 68.121, Германия	Одинарные, с наплавом	2	1-прокладка	78	78	78	3+12+3=18**		
ДИН 68.121, Германия	Двойные, спаренные, с наплавом	3	1-прокладка	90	90	36+56	3+35+3+12+3=56**		
Окно МА, Финляндия	Двойные, спаренные, с наплавом	2	2-РП	91	91	42+42	3+41+3=47		
Окно MSK, Финляндия	Тройное, раздельно-спаренное, с наплавом	3	2-РП	131	131	42+32+42	3+41+3+29+3=79		
CONAG-90, Германия	Двойное, деревоалюминиевое с ПХВ	2	2-ПХВ между переплетами 1-ППУ в стеклопакете между стеклами	55	-	67	5+18+5=28 4+16+8=28 4+15+9=28		
	Тройное, деревоалюминиевое с ПХВ	3	2-ПХВ между створками 2-ППУ в стеклопакете между стеклами	55	-	67	4+8+4+8+4=28		

\* ППУ -прокладка из полиуретана, \*\* стеклопакет, \*\*\* прокладка из резины.

Табл. 2. Теплотехнические показатели стандартных окон для жилых зданий

ГОСТ, ТУ, конструкция и марка окон	Число переплетов и схема их установки	Количество стекол	Расход пиломатериалов, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>	Термическое сопротивление, м <sup>2</sup> ·°С/Вт
ГОСТ 11214-86 ОС 15-12	Два, спаренные	2	0,0929	0,428
ГОСТ 11214-86 ОР 15-12	Два, отдельные	2	0,1123	0,477
ГОСТ 16289-86 ОРС 15-12	Три, отдельно-спаренные	3	0,1314	0,675
ГОСТ 24699-81 ОРСП 15-12	Два, отдельные	3	0,1258	0,622
ГОСТ 24700-81	Один	2	0,0671	0,389
КСИБ-73 О2Р 15-12	Два, отдельные	2	0,1090	Данных нет
РСТ БССР 865-87 О2Р 15-12	Два, отдельные	2	0,0925	0,502
ТУ 234 БССР 450-91 ОС 15-12	Два, спаренные	2	0,0759	0,480
Конструкция АП, "Белпроект" ОС 15-12	Два, спаренные	2	0,0853	0,480
Конструкция фирмы "Стройкомплекс" ОС 15-12	Два, спаренные	3	0,0944	0,716
ТУ 4966878-01-93 Литва ОС 15-12	Два, спаренные	3	Данных нет	0,580
Окно MSK, Финляндия	Три, отдельно-спаренные	3	Данных нет	0,740
Окно МА, Финляндия	Два, спаренные	2	Данных нет	0,480
Окно CONAG-90 дере- воалюминиевопласти- ковое ПХВ, Германия	Один	2 3	Данных нет Данных нет	0,714 1,02

К запирающим изделиям относятся: приборы фрамужные типов ПФ-1 и ПФ-2; шпингалет накладной ШН-1 и ШН-2; заветки типов ЗР-1, ЗР-2, ЗР-3, ЗР-4; задвижка накладная типа ЗТ; стяжки.

Для окон и балконных дверей применяют ручки-скобы и ручки-кнопки по ГОСТ 5087-80 типа РС-80 и РС-100.

Однако из-за низких эстетических свойств они практически не находят применения и заменяются импортными западных фирм Финляндий и Германии или стран СНГ.

Низкое качество изготовления угловых соединений створок вынуждает применять оконные угольники УГ и УО по ГОСТ 5091-78.

Применяют также фиксаторы типа ФК-2 для фиксации створок в открытом состоянии.

Современные отечественные приборы навески и запираения створок обеспечивают примыкание одной стороны створки на наплав (глухое закрытие), а две боковые снижают площадь зазора на 50 %, четвертая сторона практически не прижата из-за петель навески. Через этот зазор проходит 50 % тепла от всех потерь оконного блока (45÷62 %).

При переходе на современные поворотно-откидные устройства створки окон притягиваются к коробке и друг к другу вплотную двумя соседними сторонами, а две другие примыкают по треугольнику, т.к. одна точка навески (в нижнем углу) постоянная.

Следовательно, у таких окон проходное сечение притворов будет вдвое меньше, чем у окон с ныне применяемыми приборами.

При оснащении 500 000 м<sup>2</sup> окон новыми приборами (321 тыс. шт. в год) экономия тепла составит 6,25 МВт. Такое количество сэкономленного тепла позволит сократить расход мазута на отопление на 4 406 т. Такое же количество топлива можно сэкономить и за счет использования современных уплотнительных элементов, обеспечивающих полную герметизацию окна. Суммарная экономия от использования новых приборов и уплотнительных элементов составит 17,624 млрд. руб.

Следует заметить, что больших резервов экономии энергоресурсов возможно достичь и за счет совершенствования технологии производств столярных изделий.

Деревообрабатывающие предприятия республики, выпускающие оконные блоки, получают сырье в виде пиловочных бревен и перерабатывают их по полному циклу производств, включающих лесопильное производство, сушку пиломатериалов, раскрой пиломатериалов на бруски, профильную обработку брусков, нарезку шипов, сборку коробок, створок и полустворок, контурную обработку створок и полустворок, установку металлоизделий, отделку окончателную или промежуточную, остекление, упаковку готовых изделий.

Кроме перечисленных основных комплектов производства, применяется и ряд вспомогательных технологических операций, таких, как укладка стоп, перемещение стоп к следующим рабочим местам, укладка стоп кусковых отходов, перемещение стоп кусковых отходов к местам перера-

ботки, переработка кусковых отходов, транспортировка продуктов переработки и их складирование, сбор и складирование мягких отходов и т.д.

При анализе применяемых технологий переработки лесоматериалов выявляется ряд технологических неточностей в основных операциях, таких, как раскрой бревен на пиломатериалы (работа на пониженных подачах, что ведет к повышенным расходам энергии; нерациональные постоава) и т.д.

В процессе сушки пиломатериалов существует несколько циклов нагрева и остывания с подачей пара в камеры и выпуском пара в атмосферу, что ведет к перерасходу энергии; вентиляторы в сушильных камерах имеют нерациональный режим работы, что также приводит к значительному перерасходу энергии.

При раскросе пиломатериалов на заготовки нерационально используется сечение исходных пиломатериалов, что приводит к перерасходу материала.

В процессе обработки прямоугольных заготовок получают повышенные припуски на обработку, что дает повышенный расход инструмента и электроэнергии, а также повышенный расход древесины.

В производстве широко применяется пневматический инструмент, но никогда весь инструмент не работает одновременно, а компрессорные станции рассчитаны на максимальный расход и работают постоянно, что также приводит к значительному перерасходу энергии.

В настоящее время средний расход энергии на производство столярных изделий составляет около 300 кВт·ч/м<sup>2</sup>.

Значительный резерв экономии энергоресурсов лежит в реконструкции систем удаления отходов. Энергопотребление эксгаустерных систем в настоящее время составляет 40÷60 % от энергопотребления всего предприятия. Существует теоретическое обоснование возможности снижения энергоемкости эксгаустерных установок в 2÷3 раза с одновременным снижением расхода на отопление производственных помещений в 5÷6 раз.

Следует заметить, что существующие мощности деревообрабатывающих предприятий республики по производству оконных блоков составляют 1 500 тыс. м<sup>2</sup>, а суммарный расход электрической энергии - 450 млн. кВт·ч, из которых в среднем 225 млн. кВт·ч потребляют эксгаустерные системы. За счет использования новой технологии удаления мягких отходов, разработанной авторами, прямые затраты электрической энергии могут сократиться до 112,5 млн. кВт·ч и соответственно снизиться на 112,5 млн. кВт·ч. При стоимости 1 кВт·ч 1130 руб. годовая экономия денежных средств за счет этого составит 127,125 млрд. руб. С учетом экономии тепловой энергии в 4965 Гкал для данного объема производства и

стоимости 1 Гкал в среднем 1100 тыс. руб. годовая экономия составит (127,125 + 5,461) 132,586 млрд. руб.

Следует отметить, что значительная экономия энергопотребления может быть достигнута за счет совершенствования технологических процессов сушки пиломатериалов, конструкций сушильных камер и структуры сушильного хозяйства в целом.

УДК 674.093.2.047:33

В.М.Сацура, доцент;

Н.Н.Ковалев, с.н.с.

### ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ СУШКЕ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

The possibilities of fuel saving by improvin window desi'n, better selection of transparent and lockin elements and improvin- window production practice are illustrated.

Одним из наиболее крупных потребителей энергии в деревообрабатывающей промышленности является сушильное хозяйство.

Следует обратить внимание на то, что сушильные хозяйства деревообрабатывающих предприятий оснащены в основном паровыми камерами эжекционного и вентиляционного типов, срок эксплуатации которых насчитывает 20-50 лет. В последние годы происходит процесс обновления сушильного хозяйства предприятий камерами типов СПЛК-2, СМП-2К, УЛ-1, УЛ-2 и импортными НД78К, Sateko, KWD и др.

Наряду с этим многие предприятия, особенно малые, самостоятельно строят сушильные камеры, которые не обеспечивают нужного качества сушки и потребляют электрической энергии до 1000 кВт·ч/м<sup>3</sup> высушиваемых пиломатериалов. Такое строительство объясняется чрезвычайно высокими ценами на типовые камеры, внешней конструктивной простотой сооружения и заманчивыми рекламными данными, не всегда соответствующими действительности.

Рассмотрим энергетические затраты по этапам процесса сушки.

В табл.1 представлены относительные энергетические показатели процесса сушки хвойной древесины в зимний период при следующих исходных параметрах: толщина пиломатериалов - 60 мм, начальная влажность древесины - 75 %, конечная влажность древесины - 6 %, начальная температура древесины - минус 20 °С, удельная площадь ограждений камеры - 4,6 м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>, режим сушки - мягкий форсированный, длительность процесса сушки - 124 ч (5,16 суток), коэффициент теплопередачи ограждений  $k = 0,75$  Вт/м<sup>2</sup>·град. (силикатный кирпич).

Из табл.1 видно, что наиболее энергоемкими являются процесс сушки по первой ступени (52 % тепловой энергии), процесс предварительного