

УДК 674.047.37

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СУШКИ ОЦИЛИНДРОВАННЫХ БРЕВЕН

© *А.А. Лукаш, канд. техн. наук, доц.*

Е.С. Гришина, асп.

Брянская государственная инженерно-технологическая академия, просп. Ст. Димитрова, 3,
г. Брянск, Россия, 241037

E-mail: grishin57@yandex.ru

В статье рассмотрены проблемы применения оцилиндрованных бревен при строительстве деревянных домов коттеджного типа, их преимущества и недостатки. Основными недостатками производства домов из оцилиндрованного бревна являются трещины, появляющиеся на поверхности бревна, и усадка, появляющаяся при снижении его влажности. Древесина, используемая на изготовление срубов из оцилиндрованных бревен, имеет естественную влажность. Процесс сушки бревен в уже собранном доме длится 1...2 года, за это время сруб дает усадку, составляющую 5...7 % по высоте. Другое негативное последствие, связанное с применением сырой древесины, – увеличение вероятности грибковых поражений при дальнейшей эксплуатации дома.

Сушка бревен до эксплуатационной влажности весьма длительный процесс. Даже при сушке в естественных условиях появляются глубокие трещины на поверхности, ухудшается внешний вид и эксплуатационные свойства построенного дома, что потребует применения специальных замазок. Чтобы избежать появления поверхностных трещин, необходимо обеспечить равномерный выход влаги из древесины по всему сечению бревна.

Поэтому целью исследований является разработка способов обработки, позволяющих снизить длительность высушивания оцилиндрованных бревен до эксплуатационной влажности.

Авторами предложен новый способ конвективной сушки оцилиндрованных бревен, основанный на том, что перед началом сушки по всей длине бревна равномерно сверлят сквозные отверстия в поперечном направлении. Это ускоряет нагрев бревна по сечению и облегчает выход испарившейся влаги. И чем больше отверстий, тем быстрее будет происходить процесс сушки, который определяется конечной влажностью древесины.

Это было подтверждено методом численного эксперимента по установлению влияния количества отверстий и продолжительности сушки на влажность древесины оцилиндрованных бревен. В результате проведенных исследований установлено, что при 10 отверстиях на 1 м (погонном) оцилиндрованного бревна продолжительность сушки от 23 до 12 % влажности составила 100 ч. У бревна без отверстий за тот же период времени влажность снизилась только до 18 %.

Следовательно, наличие сквозных в поперечном направлении отверстий будет способствовать быстрому и равномерному нагреву бревна по сечению, что ускорит процесс сушки. Равномерность нагрева древесины отверстиями обеспечивает одновременную усушку волокон центральной и периферийной части бревна, что приводит к снижению внутренних напряжений, возникающих в бревне в процессе сушки, и устраняет образование трещин на его поверхности.

Ключевые слова: строительство, домостроение, древесина, бревно, оцилиндровка, усадка, усушка, сушка, процесс, интенсификация.

Индустрия малоэтажного деревянного домостроения в нашей стране имеет огромные возможности для роста. Это обусловлено как низкой ценой, быстровозводимостью, энергоэффективностью, высоким качеством этих домов, так и универсальностью технологии, которая позволяет удовлетворять потребности покупателей из различных сегментов рынка. Согласно планам Правительства РФ, в среднесрочной перспективе российский рынок жилья должен вырасти до 130...150 млн м² / год (норма для развитых стран – около 1 м² на человека в год). По мнению некоторых экспертов, основная часть вводимых мощностей должна приходиться на каркасное домостроение. Для сравнения: мощности этой индустрии, даже с учетом всех введенных за последнее время предприятий, не превышают 1 млн м², т. е. потенциально она может вырасти в десятки раз [2].

Одним из важнейших направлений политики современной России является обеспечение широких слоев населения доступным по стоимости жильем. Проблему недостаточного количества жилья подстегивает постоянно растущий средний класс, который является основным потребителем. Начинают разрабатываться программы по строительству коттеджных поселков для постоянного проживания средних слоев населения. Это послужит улучшению жилищных условий жителей регионов и мегаполисов. В регионах существует необходимость развивать сельские территории, для чего требуется привлекать новую рабочую силу, в том числе предлагая хорошие жилищные условия [3].

Большинство населения страны проживает в многоквартирных домах, но при этом даже в городах с высокой плотностью населения растет потребность в комфортном, просторном и экологически чистом индивидуальном жилье. Ничто не способно решить эту проблему лучше, чем деревянный дом.

На сегодняшний день можно выделить несколько основных технологий, которых придерживаются производители домов:

- изготовление из массивной древесины (цельные бревна ручной рубки, оцилиндрованные бревна, клееные брусья);
- изготовление с применением панелей;
- каркасное домостроение.

Малые объемы панельного и каркасного домостроения не способствуют качеству, поскольку в целях экономии строительные работы ведутся в основном за счет спонтанно привлекаемой рабочей силы.. Наши граждане настроены критически к таким «карточным домикам», как их называют в народе.

Сегодня из-за постоянного роста цен на энергоносители повышаются цены на такие строительные материалы, как цемент, кирпич, а соответственно, и на готовую продукцию. Цена древесины на корню такими темпами расти не будет, т. е. стоимость 1 м² готового жилья будет оставаться стабильной.

Древесина обладает превосходными строительно-техническими характеристиками, отличной теплопроводностью. Равная по удержанию тепла де-

ревянная стена в 4 раза тоньше кирпичной. Стены деревянного дома «дышат», поддерживая оптимальный для проживания человека уровень влажности в помещении [1].

На сегодняшний день существуют две основные технологии деревянного домостроения: из клееного бруса и оцилиндрованного бревна. При изготовлении клееного бруса применяется большое количество операций, что ведет к удорожанию конечной продукции за счет производственных расходов. Выход готовой продукции при производстве клееного бруса составляет около 40 %, а при производстве оцилиндрованного бревна – около 80 %. Высокая стоимость оборудования, необоснованно завышенные цены на монтаж, недолгая история применения клееного бруса в строительстве домов и большое количество рекламаций рождают сомнения у покупателей не в пользу данного строительного материала. Кроме того, при производстве клееного бруса используются клеи с гарантией на работу 40...50 лет, и неизвестно, что будет с клеевым соединением по прошествии этого срока, а ведь дома из бревна простоят не одно столетие. Производство домов из оцилиндрованного бруса осуществляется без применения фенолоформальдегидных клеев, что дает им значительное преимущество с экологической точки зрения.

Таким образом, производство домов из оцилиндрованного бревна на настоящий момент является наиболее перспективным. Однако, несмотря на очевидные преимущества домов из данного материала, существуют некоторые проблемы. Основные из них – трещины, появляющиеся на поверхности бревна, и усадка, образующаяся при уменьшении естественной влажности древесины, которая идет на изготовление сруба из оцилиндрованного бревна. Процесс сушки бревен в собранном доме длится 1...2 года, за это время сруб дает усадку, составляющую 5...7 % по высоте. Немногие фирмы и заказчики готовы ждать, пока оцилиндрованное бревно высохнет естественным образом до низкой влажности [1].

Усадка создает ряд неудобств в процессе эксплуатации. При усадке сруба уменьшается высота стен, оконных и дверных проемов. Но если оконные и дверные проемы еще можно вставить, не привязывая блоки жестко к венцам (по принципу шип-паз) и оставляя усадочный зазор, то, например, обшить парилку осиновой вагонкой или установить лестницу на второй этаж вряд ли получится. Дома, построенные из свежесрубленной древесины, необходимо ежедневно проветривать так как при высыхании древесины получается «парниковый эффект», что благоприятно для развития грибков. Из-за большой толщины бревно сохнет неравномерно. Вследствие этого на поверхности бревна появляются трещины, что ухудшает внешний вид и может привести к снижению прочностных и эксплуатационных показателей.

Особенности процесса сушки древесины определяются механизмом перемещения влаги внутри материала, т. е. характером влагопереноса. При неравномерном распределении влаги древесины происходит ее движение в направлении пониженной влажности. Влага перемещается по объему матери-

ала под воздействием перепада влажности (градиент влагосодержания). Движение влаги также происходит в сторону пониженной температуры, если существует перепад температуры (градиент температуры) по объему пиломатериала. Чем сильнее прогрета древесина, тем выше ее теплопроводность за счет снижения вязкости влаги в капиллярах.

Следовательно, чем быстрее испаряется влага, тем больше трещин возникает на поверхности бревна. За счет более интенсивного удаления влаги поверхность уменьшается в объеме больше, чем сердцевина. Центральная часть давит на наружные слои, что и приводит к растрескиванию. Верхняя часть сердцевины и служит для гашения напряжений, возникающих во время сушки. Для уменьшения глубины трещин прорезают компенсационный пропилен по всей длине бревна. Но необходимо устранять сами причины, а не их последствия.

Задача состоит в том, чтобы достичь более равномерного выхода влаги из древесины по всей длине материала или изначально высушивать центральную часть бревна больше наружной для того, чтобы в какой-то момент совместить сушку двух зон.

Для решения данной задачи на сегодняшний день предлагается использовать:

СВЧ-установки, которые с помощью волн, действующих на центральную зону бревна, удаляют влагу через торцы;

вакуумные сушильные камеры, в которых при интенсивном высокотемпературном нагреве температура высушиваемого материала достигает температуры выше точки кипения воды при данном давлении и температуре окружающей древесины среды. Свободная влага внутри клеток и в межклеточных пространствах «вскипает», после ее удаления температура материала начинает повышаться, стремясь к температуре среды. В этот период основной причиной движения влаги является перепад влажности по толщине;

сушильные камеры периодического действия с заданными параметрами режима сушки и применением специальной технологической обработки материала.

Первые два способа довольно специфичны, дорогостоящи и энергоемки.

Для устранения основных недостатков производства домов из оцилиндрованного бруса (трещины на поверхности бревна и его усадка) необходимо разработать способы сушки древесины большого диаметра, позволяющие обеспечить равномерный выход влаги по всей длине и по всему сечению материала, т. е. одновременно высушивать центральную и периферийную части бревна.

Сушка древесины большого диаметра имеет свои специфические особенности. Необходимым условием получения качественно высушенной древесины является отсутствие внутренних напряжений и наружных трещин, но и длительность процесса является немаловажным фактором, определяющим производительность оборудования.

Авторами предложен новый способ конвективной сушки оцилиндрованных бревен, основанный на том, что перед началом сушки по всей длине бревна равномерно сверлят сквозные отверстия в поперечном направлении. Наличие сквозных отверстий ускоряет прогрев бревна по сечению и облегчает выход испарившейся влаги. Чем больше отверстий, тем быстрее будет происходить процесс сушки, который определяется конечной влажностью древесины.

Для установления влияния количество отверстий и продолжительности сушки на влажность древесины были проведены исследования. Древесина была заготовлена в декабре 2012 г. в Жуковском лесничестве Брянской области. Для экспериментов использовали лабораторную сушильную установку.

На основании поисковых исследований установлены постоянные и переменные факторы. Постоянные факторы: начальная влажность древесины – 23 %; порода – сосна; диаметр оцилиндрованного бревна – 180 мм; длина образца – 600 мм; диаметр отверстий – 28 мм; температура 50 °С. Диапазоны варьирования переменных факторов: количество отверстий – от 0 до 10 шт., продолжительность выдержки под давлением – от 60 до 180 ч.

Уровни и интервалы варьирования переменных факторов приведены в таблице.

Перед сушкой была установлена начальная масса каждого образца и методом высушивания при помощи прибора ДИ-8 определена начальная влажность, которая составила 23 %.

Влажность древесины

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} 100 \% , \quad (1)$$

где m_1 и m_2 – масса древесины во влажном и абс. сухом состояниях;

$m_1 - m_2$ – масса воды, содержащейся в древесине.

После определенной продолжительности сушки образцы взвешивали и определяли текущую влажность.

При реализации исследований был применен двухфакторный план Бокса В2, который имеет хорошие статистические характеристики и включает небольшое число экспериментальных точек, и получено уравнение регрессии,

Уровни и интервалы варьирования переменных факторов

Факторы	Обозначение		Интервал варьирования	Уровень варьирования		
	Натуральный вид	Кодированный вид		Нижний –	Основной 0	Верхний +
Количество отверстий, шт.	K	X_1	5	0	5	10
Продолжительность сушки, ч	t	X_2	60	60	120	180

адекватно описывающее зависимость упрессовки наружных слоев от давления и продолжительности выдержки под давлением при 5 %-м уровне значимости:

$$Y = 14,6 - 3,42X_1 - 2,32X_2 + 0,68 X_2^2; \quad (2)$$

$$- 1 \leq X_1 \leq + 1;$$

$$- 1 \leq X_2 \leq + 1.$$

Из уравнения (2) видно, что линейные коэффициенты при параметрах X_1 и X_2 отрицательны, т. е. между выходной величиной и переменными факторами существует обратная зависимость. Коэффициент при квадратичном эффекте параметра давления X_2^2 положительный, что указывает на выпуклость функции (ветви параболы направлены вверх). Коэффициенты при квадратичном эффекте параметра X_1^2 и парном взаимодействии X_1X_2 отсутствуют в формуле, так как они незначимы, т. е. их влияние на функцию отклика незначительно. Вершины парабол находятся вне диапазонов варьирования факторов, так как выполняется условие $|b_i| < 2 |b_{ii}|$. Для большей наглядности уравнение регрессии переведено в натуральный вид:

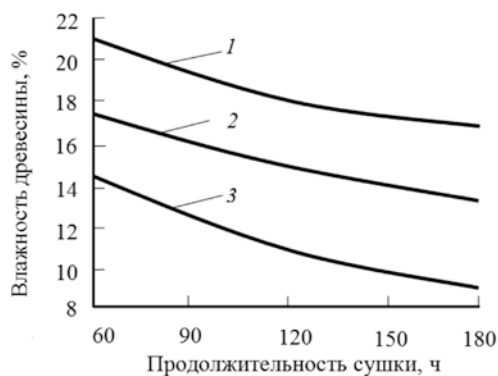
$$Y = 25,4 - 0,68 K - 0,084 t + 0,0002 t^2; \quad (3)$$

$$0 \leq K \leq 10;$$

$$60 \leq t \leq 180.$$

Для анализа влияния переменных факторов на упрессовку слоев по уравнению (2) и построена графическая зависимости (см. рисунок). Анализируя полученные графики, можно сделать вывод о том, что с увеличением количества отверстий в бревне влажность древесины снижается более интенсивно.

Таким образом, предложенный способ позволит значительно упростить технологический процесс конвективной сушки оцилиндрованных бревен, снизить его трудоемкость и уменьшить энергозатраты. Наличие сквозных в поперечном направлении отверстий будет способствовать быстрому и равномерному нагреву бревна по сечению, что ускорит процесс сушки. Кроме того, равномерность нагрева древесины за счет отверстий обеспечит одновременную усушку волокон центральной и периферийной частей бревна, что снизит внутренние напряжения, возникающие в бревне в процессе сушки, и устранил образование трещин на его поверхности.



Изменение влажности древесины от продолжительности сушки и количества отверстий, шт.: 1 – 0; 2 – 5; 3 – 10

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукаш А.А. Гришина Е.С. Перспективы и проблемы производства домов из оцилиндрованного бревна // Биосферносовместимые города и поселения: материалы междунар. науч.-прак. конф., 11–13 дек. 2012 г., Брянск; под общ. ред. В.А. Ильичева, В.И. Колчукова. Брянск: БГИТА, 2012. С.133–137.
2. Лукичев А.В. Перспективы деревянного каркасного домостроения в России // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI в. 2008. № 11. С. 44–45.
3. Мальцев В.В. Малоэтажное деревянное домостроение: Концепция нового века // Дерево.RU. 2006. 215 с.

Поступила 04.03.13

Intensification of Round Log Drying

A.A. Lukash, Candidate of Engineering, Associate Professor

E.S. Grishina, Postgraduate Student

Bryansk State Engineering and Technological Academy, Prospekt Stanke Dimitrova, 3,

241037 Bryansk, Russia

E-mail: grishin57@yandex.ru

The article considers the problems of using round logs in constructing wooden cottage houses, their advantages and disadvantages. The main disadvantages are cracks appearing on the surface of a log and shrinkage due to moisture content reduction in a log. The wood used for production of blockhouses made of round logs has natural moisture. Logs in the assembled house undergo the process of drying for one or two years. During this time, the blockhouse shrinks by 57 % of its height. Among other negative consequence of using wet wood we can name an increased risk of fungal decay in the future.

Drying of logs to make them fit for further service is quite a long process. Even when drying in natural conditions there can appear deep cracks on the surface, which affects the appearance and performance properties of the constructed house and would require special fillings. Such surface cracks can be avoided by ensuring a uniform exit of moisture from the wood across the log section.

Therefore, the research aimed to develop methods of round logs treatment reducing the time of log drying to the service moisture content.

The authors propose a new method of convection drying of round logs, according to which diametral through-holes are drilled evenly along the entire length of the log in crosswise direction before drying. This will speed-up the cross-sectional heating of the logs and facilitate the exit of the evaporated moisture. And the greater the number of holes, the faster the drying process, which is determined by the final moisture content in the wood.

This was confirmed by a numerical experiment which determined the influence of the number of holes and drying time on the moisture content in round logs. Drying of round logs having 10 holes per 1 running meter from 23 % to 12 % moisture content took 100 hours. While in logs without holes, the moisture content decreased only to 18 % for the same period.

Crosswise through-holes facilitate cross-sectional heating of the logs and speed up the drying process. Uniform heating of wood by holes provides simultaneous shrinkage of fibers in the central and peripheral parts of the log, which reduces the internal stresses arising in the log at drying and eliminates the formation of cracks on its surface.

Keywords: construction, building, wood, log reducing, shrinkage, contraction, drying, process, intensification.

REFERENCES

- 1 Lukash A.A., Grishina E.S. Perspektivy i problemy proizvodstva domov iz otsilindrovannogo brevna [Prospects and Problems of Construction of Houses Made of Round Timber]. *Biosferanosvmestimye goroda i poseleniya: materialy mezhdunar. nauch.-prak. konf.* [Biosphere-Compatible Cities and Settlements: Int. Sci. and Pract. Conf.]. Bryansk, 11–13 December 2012. Bryansk, 2012, pp. 133–137.
 2. Lukichev A.V. Perspektivy derevyannogo karkasnogo domostroeniya v Rossii [The Prospects of the Wooden Framework Housing Construction in Russia]. *Stroitel'nye materialy oborudovanie, tekhnologii XXI veka*, 2008, no. 11, pp. 44–45.
 3. Mal'tsev V.V. Maloetazhnoe derevyannoe domostroenie: Kontseptsiya novogo veka [Low-Rise Wooden Buildings: The Concept of the New Century]. *Derevo.RU*, 2006. 215 p.
-