

Д.В. ОРЕШКИН, д-р техн. наук (dmitrii\_oreshkin@mail.ru)

Московский государственный строительный университет (129337, г. Москва, Ярославское ш., 26)

## Теоретическое обоснование использования древесины мягколиственных пород в строительстве

Рассмотрены проблемы сырьевой базы для производства строительных материалов. Проанализированы традиционные теплоизо-ляционные материалы. Целью работы явилось обоснование возможности расширения сырьевой базы строительных материалов за счет малоиспользуемой в настоящее время древесины мягколиственных пород. Рассмотрены недостатки строения мягколиственной древесины, затрудняющие ее использование в строительстве. Установлено, что высокая пористость и низкая прочность исключают ее применение в качестве конструкционного материала без специальной обработки. Обосновано, что при производстве теплоизоляционных материалов из мягколиственной древесины высокая пористость является положительным фактором, снижающим коэффициент теплопроводности и обеспечивающим высокие паро- и воздухопроницаемость. Теплоизоляционные материалы из древесины мягколиственных пород в полной мере отвечают требованиям по экологии и комфортности проживания.

**Ключевые слова:** строительные материалы, древесина, теплопроводность, сырьевая база, комфорт.

D.V. ORESHKIN, Doctor of Sciences (Engineering) (dmitrii\_oreshkin@mail.ru)

Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavl Highway, Moscow, 129337, Russian Federation)

### Theoretical Justification for the Use of Soft-Leaved Wood in Construction

The article considers problems of the raw material base for producing building materials. The traditional heat-insulating materials are analyzed. The aim of this work is to justify the possibility of expanding the raw material base of building materials through the use of soft-leaved wood which is little used now. Shortcomings of the soft-leaved wood structure that hinder its use in construction are considered. It is established that the high porosity and low strength preclude its use as a structural material without special treatment. It is justified that the high porosity is a positive factor for producing heat-insulating materials from soft-leaved wood; this factor reduces the heat conductivity coefficient and ensures high steam and air permeability. Heat-insulating materials made of soft-leaved wood fully meet the requirements for ecology and comfort of living.

**Keywords:** building materials, wood, heat conductivity, raw material base, comfort.

Интенсивный рост строительного производства в последнее столетие привел к уменьшению запасов минеральных ресурсов – традиционного сырья для получения большинства строительных материалов. Ежегодно в разных странах мира производится более 10 млрд т строительных материалов. После распада СССР в РФ существенно уменьшились объемы геолого-разведочных работ, нет прироста запасов нерудного сырья [1]. Значительную часть природного сырья можно заменить другими его видами. Наиболее перспективным направлением развития промышленности строительных материалов является использование древесины. Это важно с экономической и экологической точки зрения, поскольку древесина является возобновляемым сырьем [2, 3, 4].

Одной из основных проблем современной строительной науки является проблема энергосбережения, решение которой невозможно без использования эффективных теплоизоляционных материалов, обеспечивающих оптимальные температурные параметры жилья [2]. Для исключения воздействия вредных веществ на окружающую среду и человека необходимо также учитывать экологическую и технологическую безопасность материалов, из которых выполнена теплоизоляция.

Основным видом применяемых в России утеплителей являются минераловатные изделия. Их доля на рынке составляет более 60%. Коэффициент теплопроводности минераловатных изделий в зависимости от их средней плотности составляет от 0,035 до 0,045 Вт/(м·°C) [5].

Объем производства пенополистирола составляет около 20% от объема производства теплоизоляционных материалов. Пенополистирол характеризуется низкой теплопроводностью – 0,03–0,04 Вт/(м·°C) при средней плотности 15–40 кг/м<sup>3</sup> [6]. Но пенополистирол относится к горючим материалам и производится из ядовитого мономера. Его использование ограничено требованиями пожарной безопасности.

В качестве теплоизоляционных материалов могут применяться древесно-волокнистые (ДВП) и древесно-стружечные плиты (ДСП). ДВП изготавливают из древесного сырья, которое последовательно измельчают в волокнистую массу, формуют и подвергают тепловой обработке. ДСП получают горячим прессованием массы, содержащей около 90% древесной стружки и 8–10% фенолоформальдегидной или карбамидоформальдегидной смол. Для улучшения свойств ДСП добавляют гидрофобизаторы, антисептики и антипирены. Древесные плиты обладают повышенной гигроскопичностью и водопоглощением, легко воспламеняются и могут гнить гораздо дольше, чем природная древесина.

Известен теплоизоляционный материал, изготавливаемый на основе отходов лесозаготовок, деревообработки, – арболит [6–9]. Для производства арболита применяются измельченные отходы лесопиления и деревообработки, костры, соломы, тростника и др. В качестве вяжущего вещества используют цемент и синтетические смолы. Имеется сырьевая база для выпуска арболита из неиспользуемых твердых отходов разных производств на лесозаготовках (более 3 млн м<sup>3</sup> в год) [7–8]. Из арболита выпускают крупные стеновые блоки и навесные стеновые панели, перегородочные плиты, теплоизоляционные плиты совмещенных покрытий жилых домов. К недостаткам арболита относится повышенная гигроскопичность [8]. При отрицательной температуре наружного воздуха точка росы находится внутри стены, снижаются ее теплозащитные свойства и такие стены зимой промерзают, загнивают деревянные конструкции.

Для решения этой проблемы используют паро- и гидроизоляцию. В последнее время лучшим решением считается дышащая конструкция стены. При этом конденсат беспрепятственно в виде водяного пара проходит наружу. Однако в таком случае увеличиваются теплопотери [3, 4].

Известно, что для обеспечения и повышения комфортных условий проживания людей необходимо пра-

вильно выбирать строительные материалы. Национальная программа «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» нацелена на выполнение таких требований.

Этим требованиям в полной мере отвечает древесина, имеющая низкие среднюю плотность и теплопроводность, достаточные показатели по паропроницаемости и воздухообмену. Это обеспечивает человеку максимально благоприятные условия проживания и невысокую стоимость жилья. Красивая текстура древесины подчеркивает эстетическую выразительность интерьеров, создает уют. Достоинством древесины также является доступность и возобновляемость ресурсов. Однако следует подчеркнуть, что требования по паропроницаемости и воздухообмену для стен оправданы только при отсутствии принудительной вентиляции и кондиционирования. Для элитного жилья паропроницаемость и воздухообмен будут приводить к существенной потере тепла или охлажденного воздуха через стены во время отопительного сезона или работы кондиционеров.

В Российской Федерации имеются большие возможности для развития малоэтажного домостроения. На сегодняшний день в частном секторе наиболее распространенными являются деревянные дома из бревен, бруса, щитов, а также современные быстровозводимые каркасные дома. В настоящее время в России доля деревянного домостроения не превышает 20%, но строительство деревянных домов имеет хорошие перспективы.

Россия располагает крупнейшей в мире лесосырьевой базой объемом более 83 млрд м<sup>3</sup> древесины. Однако по использованию древесных материалов в строительстве Россия существенно отстает от других стран. Например, в России на 1 м<sup>2</sup> построенного жилья приходится 0,05 м<sup>3</sup> древесных материалов, что почти в 10 раз ниже, чем в промышленно развитых странах. Древесина хвойных и твердолиственных пород, имеющая хорошие прочностные показатели, широко применяется в строительстве, но ее запасы постоянно уменьшаются. А древесина мягколиственных пород практически не используется [6, 7].

Целью статьи является обоснование возможности расширения сырьевой базы строительных материалов за счет малоиспользуемой в настоящее время древесины мягколиственных пород. Для этого необходимо установить область применения строительных изделий из мягколиственных пород с учетом их экологической безопасности.

Известно, что конструкционные материалы должны обладать хорошими прочностными показателями, иметь достаточные водо- и морозостойкость. Теплоизоляционные – должны обеспечивать низкую теплопроводность, отделочные – высокие эксплуатационные и декоративные свойства. Обычно подбирают материал таким образом, чтобы результирующий показатель  $Y_p$  имел максимальное значение:

$$Y_p \rightarrow \max.$$

Другие показатели свойств материала  $Y_i$  должны быть в пределах:

$$Y_{i \min} \leq Y_i \leq Y_{i \max}.$$

Себестоимость продукции  $S$  должна быть минимальной:

$$S = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m n_i m_j \rightarrow \min,$$

где  $n_i$  – стоимость каждого из видов сырья и материалов;  $m_j$  – стоимость переработки сырья и материалов каждой операции.

В дальнейшем производство строительных материалов из древесины будет становиться все более перспективным. В условиях постоянно дорожающих энергоресурсов

стоимость строительных материалов из минерального сырья постоянно возрастает, а стоимость заготовленной древесины увеличивается незначительно.

Свойства строительных материалов из минерального сырья во многом достигаются регулированием параметров процесса производства ( $X_i$ ) – вида и дозировки компонентов, условий приготовления и др., т. е.:

$$Y_i = f(X_i).$$

Свойства строительных материалов из древесины в большей степени будут определяться строением, химическим составом используемого сырья и компонентов и др.

Самыми важными показателями для строительных материалов являются прочностные характеристики. Особенностью древесины является анизотропия – различие свойств в различных направлениях. Известно, что прочность древесины при одинаковой влажности увеличивается при росте средней плотности.

В жилищном строительстве в настоящее время древесина используется при производстве несущих конструктивных элементов зданий и сооружений, изделий для внутренней отделки. Эксплуатационные свойства древесины лиственных пород ниже, чем у древесины хвойных пород. Поэтому древесина лиственных пород мало используется в настоящее время в строительстве.

В лесах Европейской части РФ из древесины мягколиственных пород распространены: осина, ольха, тополь и липа [6, 7]. Все эти породы имеют меньшую прочность по сравнению с прочностью древесины твердолиственных или хвойных пород. Они склонны к растрескиванию и загниванию. Без специальной обработки их нельзя применять в строительстве. Текстура осины и тополя однородная, невыразительная. Это исключает их использование в качестве отделочного материала. Липа применяется для отделки парилок в банях. Древесина ольхи имеет более развитую текстуру по сравнению с древесиной осины, тополя и поэтому может применяться для отделки.

Теоретической основой для расширения области использования древесины мягколиственных пород в строительстве является следующее:

– максимальное использование строения древесины этих пород;

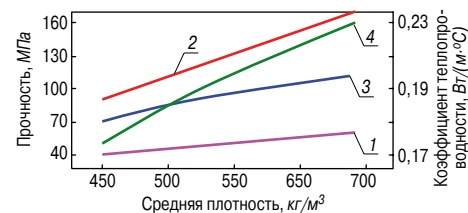
– установление областей применения, где недостатки строения становились бы преимуществами.

Древесина является природным полимером. Это и определяет ее структурные особенности, которые непосредственно отражаются на ее свойствах. Древесина мягколиственных пород ольхи, осины, тополя имеет меньшую среднюю плотность и прочностные показатели по сравнению с хвойной древесиной из-за большей пористости. Поэтому пористое строение осины, ольхи и тополя является их недостатком как конструкционного материала. Однако повышенная пористость обеспечит повышение качества пропитки древесины модификаторами, антисептиками или антипиренами. Высокая пористость способствует увеличению количества поглощенных веществ. В результате этого у пропитанной древесины с пористым строением технические характеристики будут выше, чем у других пород.

Повышенная пористость указанной древесины будет являться преимуществом при ее использовании в качестве конструкционно-теплоизоляционного материала. В таблице приведены значения средней плотности и коэффициента теплопроводности лиственных пород.

На рисунке показаны зависимости, характеризующие влияние средней плотности древесины на ее прочность и теплопроводность. У древесных пород с высокими прочностными показателями выше и средняя плотность, что, как известно, снижает теплоизоляционные свойства. Коэффициент теплопроводности, напри-

Показатели	Порода					
	Дуб	Береза	Ольха	Осина	Липа	Тополь
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	690	630	520	495	495	455
Пористость, %	53,4	59,3	66,2	68	68,5	70,6
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	0,23	0,21	0,19	0,181	0,18	0,168
Предел прочности, МПа:						
– при статическом изгибе	108,5	109	80,5	78	88	69
– при растяжении вдоль волокон	176	168	101	125	121	91
– при сжатии вдоль волокон	57,5	55	44	42	45,5	39



Влияние средней плотности древесины на: 1 – прочность при сжатии вдоль волокон; 2 – прочность при растяжении вдоль волокон; 3 – прочность при статическом изгибе; 4 – коэффициент теплопроводности

мер, у тополя на 36% ниже, чем у дуба, за счет более низкой средней плотности.

Другой немаловажной характеристикой строительных материалов для обеспечения комфортных условий проживания является воздухопроницаемость. Для древесины средней плотностью 690 кг/м<sup>3</sup> воздухопроницаемость составляет 0,00013 см<sup>3</sup>/(см<sup>2</sup>·с), а для древесины плотностью 500 кг/м<sup>3</sup> воздухопроницаемость составляет 0,0026 см<sup>3</sup>/(см<sup>2</sup>·с) [6–8], т. е. при снижении средней плотности в 1,4 раза воздухопроницаемость возрастает в 20 раз.

Пористость структуры будет являться положительным фактом при использовании древесины мягколиственных пород в качестве материала с теплоизоляционными функциями. Это обеспечит хорошую теплоизоляцию, паро- и воздухопроницаемость, что немаловажно для обеспечения комфортных условий проживания людей. Паропроницаемость необходима для исключения конденсата в утеплителе. Одним из вариантов такой конструкции является ячеистая стеновая панель [6].

Важным преимуществом изделий из древесины является их экологическая безопасность. Теплоизоляционные материалы из древесины мягколиственных пород в полной мере отвечают требованиям по экологии и комфортности проживания. Экологическим требованиям также отвечает гофрокартонная плита. Она представляет собой теплоизоляционное изделие, изготавливаемое из отходов упаковочной тары [7].

Таким образом, использование мягколиственных пород древесины в качестве возобновляемой сырьевой базы производства строительных материалов и изделий является актуальной технической, экологической и экономической задачей. Существующие материалы и изделия с теплоизоляционными функциями не всегда отвечают требованиям пожарной и экологической безопасности при монтаже и эксплуатации. Более того, установлено, что основным фактором, сдерживающим применение древесины мягколиственных пород, является высокая пористость структуры и невысокая прочность по сравнению с другими породами. Без термической стабилизации, модифицирования эта древесина не может применяться в качестве строительного конструкционного материала. Определено, что оптимальной областью применения древесины мягколиственных пород можно считать производство материалов и изделий с функцией теплоизоляции.

### Список литературы

1. Лесовик В.С. Архитектурная геоника // *Жилищное строительство*. 2013. № 1. С. 9–12.
2. Орешкин Д.В. Проблемы строительного материаловедения и производства строительных материалов // *Строительные материалы*. 2010. № 11. С. 6–8.
3. Орешкин Д.В. Облегченные и сверхлегкие цементные растворы для строительства // *Строительные материалы*. 2010. № 6. С. 34–37.

4. Орешкин Д.В., Беляев К.В., Семенов В.С. Теплофизические свойства, пористость и паропроницаемость облегченных цементных растворов // *Строительные материалы*. 2010. № 8. С. 51–55.
5. Некрасов Н.К. Теплоизоляционные материалы: их характеристики // *Технологии строительства*. 2003. № 2 (24). С. 32–35.
6. Лукаш А.А., Плотников В.В., Ботаговский М.В. Ячеистые стеновые панели из древесных материалов // *Строительные материалы*. 2009. № 2. С. 72–73.
7. Лукаш А.А., Лукутцова Н.П. Гофрокартонная плита – эффективный теплоизоляционный материал // *Строительные материалы*. 2014. № 10. С. 24–29.
8. Бобров Ю.Л., Овчаренко Е.Г., Шойхет Б.М., Петухова Е.Ю. Теплоизоляционные материалы и конструкции. М.: ИНФРА-М, 2003. 268 с.
9. Stark, N.M., Rowlands, E.R. Effects of wood fiber characteristics on mechanical properties of wood/polypropylene composites. *Wood and Fiber Science*. 2003. №35(2), p. 167–174.

### References

1. Lesovik V.S. Architecturnaya geonika. *Zhilichnoe stroitel'stvo* [Housing construction]. 2013. No. 1, pp. 9–12. (In Russian).
2. Orshkin D.V. Problems of Building Materiology and Production of Building Materials. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2010. No. 11, pp. 6–8. (In Russian).
3. Orshkin D.V. Light-Weight and Superlight Cement Mortars for Construction. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2010. No. 6, pp. 34–37. (In Russian).
4. Orshkin D.V., Belyaev K.V., Semenov V.S. Thermophysical Properties, Porosity and Vapour Permeability of Light-Weight Cement Mortars. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2010. No. 8, pp. 51–54. (In Russian).
5. Nekrasov N.K. Thermal-insulating materials: their properties. *Tehnologii stroitel'stva*. 2003. No. 2 (24), pp. 32–35. (In Russian).
6. Lukash A.A., Plotnikov V.V., Botagovsky M.V. Cellular Wall Panels Made of Timber Materials. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2009. No. 2, pp. 72–73. (In Russian).
7. Lukash A.A., Lukuttsova N.P. Corrugated Cardboard Plate – Efficient Heat Insulating Material. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2014. No. 10, pp. 24–29. (In Russian).
8. Bobrov Ju.L., Ovcharenko E.G., Shojhet B.M., Petuhova E.Ju. Teploizoljacionnye materialy i konstrukcii [Heat-insulating materials and structures]. Moscow. INFRA–M. 2003. 268 p.
9. Stark N.M., Rowlands E.R. Effects of wood fiber characteristics on mechanical properties of wood/polypropylene composites. *Wood and Fiber Science*. 2003. No. 35 (2), pp. 167–174.

# Не бойтесь за стены!

КНАУФ-суперлист — это универсальный отделочный материал, который сочетает в себе все необходимые характеристики для специальных помещений.

Реклама



## КНАУФ-суперлист — это:

- Высокая ударопрочность
- Звукоизоляция до 66 дБ
- Класс пожарной опасности КМ1
- Предел огнестойкости до EI 150



[www.knauf.ru](http://www.knauf.ru)

**KNAUF**  
Немецкий стандарт