

## Применение древесины мягких лиственных пород в деревянном домостроении

*В.И. Линьков*

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)*

**Аннотация:** При нарастающем исчерпании лесных ресурсов в зданиях нормального и пониженного класса ответственности для деревянных конструкций, относящихся ко 2-му и 3-му классам функционального назначения, следует рассмотреть возможность применения круглых лесоматериалов и пиломатериалов из древесины мягких лиственных пород, таких, как осина и тополь, поскольку осина занимает второе место по площади произрастания среди лиственных пород и встречается почти на всей территории Российской Федерации. Проводится оценка свойств древесины мягких лиственных пород для применения в строительных конструкциях, воспринимающих силовые воздействия. Приводятся данные по процентному содержанию лигнина и целлюлозы в древесине хвойных и мягких лиственных пород. Представлены основные физико-механические характеристики древесины мягких лиственных пород, расчетные сопротивления древесины мягких лиственных пород для основных видов напряженного состояния. Приводятся результаты сравнительного расчета конструкций междуэтажного перекрытия. Применение древесины мягких лиственных пород для строительных конструкций будет способствовать расширению номенклатуры деревянных элементов на фоне развития дорогостоящих и трудоемких в изготовлении клееных деревянных конструкций.

**Ключевые слова:** круглые лесоматериалы, пиломатериалы, древесина мягких лиственных пород, физико-механические характеристики древесины, предел прочности, модуль упругости при изгибе.

При нарастающем исчерпании лесных ресурсов в зданиях пониженного и даже нормального класса ответственности целесообразно применять для ряда строительных конструкций древесину хвойных пород [1], таких, как сосна, ель, пихта и лиственница. Для деревянных конструкций, относящихся к классам функционального назначения 2 и 3, следует рассмотреть возможность применения круглых лесоматериалов и пиломатериалов из древесины мягких лиственных пород, таких, как осина и тополь. Проводились экспериментальные исследования несущей способности соединений на наклонных ввинченных стержнях деревянных элементов из осины и численные исследования балок составного сечения пролетом 6 м [2], в которых были получены положительные результаты. Есть предложения по

применению модифицированной древесины мягких лиственных пород в железнодорожном строительстве [3]

Цель настоящей работы – оценка свойств древесины мягких лиственных пород на примере осины для применения в строительных конструкциях, воспринимающих силовые воздействия.

Осина – листопадное дерево рода тополь, семейство ивовых, занимает второе место по площади произрастания среди лиственных пород и встречается почти на всей территории России, что является удобным для лесозаготовительных предприятий [4]. По внутреннему строению осина и тополь относятся к рассеянно-сосудистым породам, у которых в свежесрубленном состоянии влажность центральной зоны меньше, чем периферийной. Основой клеток древесины являются кристаллическая целлюлоза и лигнин, за счет наличия которых обеспечиваются прочностные свойства древесины. По данным [5], в древесине мягких лиственных пород по сравнению с хвойными породами содержание лигнина меньше в 1,4 раза, целлюлозы - в 1,2 раза соответственно, что отражается на величине физико-механических характеристик древесины.

В таблице 1 представлены отдельные физико-механические характеристики древесины, приведенные к влажности  $W=12\%$ .

Сравнение свойств хвойных и мягких лиственных пород по средним значениям показывает, что по всем показателям, кроме растяжения, характеристики лиственных пород меньше, чем у хвойных на 7-18%.

Для задач проектирования расчетные сопротивления древесины мягких лиственных пород [6, 7] определяют, как:

$$R^p = (R^A \cdot m_{\text{п}}) \cdot m_{\text{дл}} \cdot \text{П}m_i$$

где  $R^A$  – расчетное сопротивление МПа, древесины сосны, ели и лиственницы европейской влажностью 12 % для режима нагружения линейно возрастающей нагрузкой при стандартных машинных испытаниях;

---

$m_{дл}$  – коэффициент длительной прочности;  $Pm_i$  – произведение коэффициентов условий работы, которые следует применять в соответствующих случаях при определении расчетного сопротивления;  $m_{п}$  – переходный коэффициент для других пород древесины.

Таблица № 1.

**Физико-механические характеристики древесины хвойных и мягких лиственных пород (по данным [5])**

№	Порода древесины	Плотность кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности, МПа			Модуль упругости ГПа
			при растяжении вдоль волокон	при статическом изгибе	при сжатии вдоль волокон	
1	Ель	445	101	78,6	45,0	9,6
2	Сосна обыкновенная	505	102	84,5	46,3	12,2
3	Лиственница европейская	665	124	108,8	61,5	14,3
	Среднее для хвойных пород поз. 1-3	538	109	90,6	50,9	12,0
4	Осина	495	121	76,5	43,1	11,2

Для проектирования деревянных конструкций с применением древесины мягких лиственных пород – осина, тополь и т.п., отсортированных по сортам, расчетные сопротивления для режимов нагружения А, В, Г, Д, Е представлены в таблице 2.

Для расчета по второй группе предельных состояний модуль упругости [8] древесины  $E^II = E_{ср} \cdot m_{дл,Е} \cdot Pm_i$   
где  $E_{ср}$  – средний модуль упругости при изгибе, МПа, величина которого для древесины сосны и ели составляет  $E_{ср}=10000$  МПа;  $m_{дл,Е}$  – коэффициент режима нагружения, в зависимости от нагружения может составлять  $m_{дл,Е}$

$=0,75 - 1$ ;  $Pm_i$  – произведение коэффициентов условий работы, учитывающих условия эксплуатации конструкций  $m_b$ , установившуюся температуру воздуха  $m_T$  и срок службы конструкции  $m_{c.c.}$ .

Таблица № 2.

**Расчетные сопротивления древесины мягких лиственных пород**

Напряженное состояние и характеристика элементов	Расчетные сопротивления, МПа, для сорта 2 при различных режимах нагружения*		
	А	В, Г	Д, Е
1. Изгиб, сжатие и смятие вдоль волокон			
Пункт (а) табл. 3 СП 64.13330.2017	15,6	10,3	12,5
Пункт (б) табл. 3 СП 64.13330.2017	16,8	11,1	13,4
Пункт (в) табл. 3 СП 64.13330.2017	18	11,9	14,4
Пункт (г) табл. 3 СП 64.13330.2017	19,2	12,7	15,4
2. Растяжение вдоль волокон:			
а) элементы из цельной древесины	8,4	5,5	6,72
б) клееные элементы	10,8	7,1	8,64
4. Скалывание вдоль волокон при изгибе цельнодеревянных элементов:			
5. Скалывание вдоль волокон при изгибе клееных элементов	1,8	1,2	1,44
в) в лобовых врубках для максимального напряжения	2,56	1,7	2,048

\* режимы нагружения А, В, Г, Д, Е – см. табл. 4 СП 64.13330.2017:

Считается, что модуль упругости не зависит от породы древесины. Тогда, например, для деревянных балок междуэтажных и чердачных перекрытий, если первая группа предельных состояний окажется определяющей для назначения размеров поперечного сечения, прогибы балок из древесины мягких лиственных пород окажутся меньше, чем для балок из сосны и ели. Так, при расчетной нагрузке на деревянное междуэтажное перекрытие жилого дома 2,9 кН/кв.м и шаге балок в перекрытии 1,5 м для балок пролетом 7,2 м из древесины 2-го сорта по первой группе предельных состояний из условия действия нормальных напряжений требуемые размеры поперечного сечения для древесины

хвойных пород и мягких лиственных пород (осина, тополь) составят  $b \times h = 200 \times 225$  мм и  $200 \times 250$  мм соответственно. При этом прогиб балок при модуле упругости  $E = 10000 \times 0,9 \times 1 = 9000$  МПа и коэффициенте надежности по нагрузке  $\gamma_f = 1,27$  составит для балок из хвойных пород  $f_{\text{хвойн}} = 46,8$  мм, для балок из мягких лиственных пород  $f_{\text{мл}} = 34,1$  мм, т.е. в 1,37 раза меньше. В то же время предельный прогиб для балок междуэтажных перекрытий  $f_{\text{ult}} = 1/210 L = 7200/210 = 34,3$  мм, т.е. коэффициент использования балок из древесины хвойных пород по 2-й группе предельных состояний составляет  $K_{\text{исп}} = 1,36$  и балки из древесины хвойных пород по критерию прогибов перегружены на 36%.

На основании изложенного следует, что на фоне истощения традиционно применяемых в строительстве лесных ресурсов древесина мягких лиственных пород, таких, как осина и тополь, может быть использована для строительных конструкций, воспринимающих силовые воздействия, в зданиях пониженного и нормального класса ответственности. При этом следует принимать меры по модификации древесины конструкций [9] в связи с пониженной биостойкостью древесины мягких лиственных пород в отличие от твердых пород [10].

### Литература

1. Пятикрестовский К.П. О проектировании рациональных деревянных конструкций из цельной древесины // Строительная механика и расчет сооружений. – 2016, № 6 (269). С. 63-69.

2. Линьков В.И. Применение древесины мягких лиственных пород в деревянных элементах составного сечения на наклонных ввинченных стержнях // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. №2(380) 2019 г. С. 153 – 158.

3. Михеевская М. А., Платонов А. Д., Снегирева С. Н. и др. Теоретические основы технологии получения модифицированной древесины

---



// Инженерный вестник Дона, 2018, №2. URL:  
ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2018/4855.

4. Мохирев А.П., Позднякова М.О., Аксенов Н.В. Сравнительный анализ доступности лесных ресурсов лесозаготовительных предприятий. // Инженерный вестник Дона, 2017, №1. URL:  
ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/3953.

5. Боровиков А. М., Уголев Б.Н. Справочник по древесине / Под ред. Б. Н. Уголева. — М.: Лесн. пром-сть, 1989.— 296 с.

6. Погорельцев А.А. Порядок назначения расчетных сопротивлений древесины в СП 64.13330.2017 "Деревянные конструкции" // Вестник НИЦ Строительство. 2019. № 2 (21). С. 114-126.

7. Погорельцев А.А., Пятикрестовский К.П. Обоснование нормируемых значений модулей упругости при расчетах деревянных конструкций // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 10. С. 33-35.

8. Арленинов Д.К. О новом нормативном значении модуля упругости древесины. Промышленное и гражданское строительство. 2013. №3. С. 19-20.

9. Sheikh Ali Ahmed, Tom Morén, Margot Sehlstedt-Persson, Åsa Blom Effect of oil impregnation on water repellency, dimensional stability and mold susceptibility of thermally modified European aspen and downy birch wood // Journal of Wood Science, 2017. №. 63. Pp. 74-82.

10. Navi P., Heger F. Combined densification and thermo-hydrromechanical processing of wood. MRS Bulletin (2004). V. 29: Pp. 332–336.

### References

1. Pyatikrestovskij K.P. Stroitel'naya mekhanika i raschet sooruzhenij. 2016, № 6 (269). pp. 63-69.

2. Lin'kov V.I. Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. 2019, №2 (380). pp. 153 – 158.



3. Miheevskaya M. A., Platonov A. D., Snegireva S. N. i dr. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2018/4855](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2018/4855).
4. Mohirev A.P., Pozdnyakova M.O., Aksenov N.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/3953](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/3953).
5. Borovikov A. M., Ugolev B.N. Spravochnik po drevesine [Handbook of Wood]. M.: Lesn. prom-st', 1989. 296 p.
6. Pogorel'cev A.A. Vestnik NIC Stroitel'stvo. 2019. № 2 (21). Pp. 114-126.
7. Pogorel'cev A.A., Pyatikrestovskij K.P. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. 2013. № 10. pp. 33-35.
8. Arleninov D.K. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. 2013. №3. pp. 19-20.
9. Sheikh Ali Ahmed, Tom Morén, Margot Sehlstedt-Persson, Åsa Blom. Journal of Wood Science. 2017. № 63. Pp. 74-82.
10. Navi P., Heger F. MRS Bulletin. 2004. V. 29: Pp. 332–336.