

УДК 719:72+694.1+624.011+691.11

В.И. Мелехов, Л.Г. Шаповалова

Мелехов Владимир Иванович родился в 1939 г., окончил в 1961 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой древесиноведения и тепловой обработки древесины Архангельского государственного технического университета, академик РАЕН, действительный член Академии проблем качества РФ. Имеет более 200 работ по проблемам древесиноведения, технологии обработки древесины, ресурсосбережения и рационального использования древесины.



Шаповалова Любовь Геннадьевна родилась в 1961 г., окончила в 1983 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, ассистент кафедры инженерных конструкций и архитектуры Архангельского государственного технического университета. Имеет более 40 научных статей в области длительной сохранности деревянных конструкций и сооружений, в том числе памятников архитектуры.



ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БРЕВЕН С НАКЛОНОМ ВОЛОКОН В ДЕРЕВЯННЫХ ПОСТРОЙКАХ РУССКОГО СЕВЕРА

Установлено, что при возведении деревянных построек XVI – XVII вв. в целях их сохранности использовали бревна со спиралеобразным расположением волокон, которые имели большую прочность и биостойкость, меньшее растрескивание в процессе эксплуатации.

Русский Север, деревянные постройки, бревна, спиралеобразное расположение волокон.

Отклонение растений от геометрически правильной формы встречается в природе не только в растущем дереве. Признаки нарушения зеркальной симметрии элементов, например побегов, семян, шишек, присущи всем древесным растениям. Установлено, что левые формы развития элементов являются господствующими в природе и составляют у разных видов растений около 90 %, правые формы – менее 5 %, в остальных случаях это не явно выражено [1, 5, 6]. Исследований диссимметрии наклона древесных волокон не проводили.

Явление спиралеобразного расположения волокон в растущем дереве (ориентированный наклон волокон, иногда упрощенно называемый косо-слоем) широко распространено. В настоящее время научно обоснованная терминология этого явления отсутствует, поэтому воспользуемся термином «спиралеобразное расположение волокон». В окоренных бревнах это можно обнаружить по спиралеобразным трещинам усушки на их боковой поверх-

ности, в растущем дереве наклон волокон заметен по трещинам на коре. Различают левое (против солнца или против часовой стрелки) и правое (по солнцу или по часовой стрелке) направление наклона волокон. Левое направление, в основном, присуще заболони, в ядровой части наклон волокон, как правило, незначительный. При правом направлении наклона спиралеобразность волокон глубокая, иногда доходит до сердцевины ствола.

Принято считать, что угол наклона волокон и направление их закручивания обусловлено как наследственным фактором, так и условиями произрастания [7]. Недостаток влаги и каменистость почвы, ветровые нагрузки, чрезмерно развитая поверхностная корневая система способствуют формированию древесины со спиралеобразным расположением волокон. В лесном массиве эта особенность строения встречается чаще у господствующих деревьев, чем у угнетенных. Отмечено спиралеобразное направление волокон также у отдельно растущих деревьев.

Для сосновых бревен, используемых в строительстве, направление наклона волокон, особенно левое, считается позитивным качеством. На Европейском Севере еловые бревна со спиралеобразным расположением волокон в строительстве ранее старались не использовать. Например, в Швеции бревна с правым расположением волокон для строительства не применяли вообще, так как полагали, что эти бревна в стене сооружения испытывают напряжения кручения, способствующие ослаблению врубок и соединений [8].

В срубных сооружениях бревна и брусья подвержены в основном сжатию поперек волокон (венцы сруба) и изгибу (окладной венец, перемышки, балки перекрытий и балки-опоры вертикальных элементов), отдельные элементы – растяжению (балки-связи) и сжатию вдоль волокон (стойки). Наиболее ответственная часть конструкций (с точки зрения возможности возникновения повреждений под нагрузкой и быстрого их развития) – растянутая зона изгибаемых элементов.

В эксплуатируемых деревянных конструкциях даже при отсутствии явно выраженного наклона волокон в элементах почти всегда образуется угол между волокнами древесины и направлением усилия от нагрузки. Это вызывает неравномерные нормальные и касательные напряжения в разных участках конструкций.

При современных технологиях производства пиломатериалов неизбежно происходит перерезание волокон древесины, что приводит к нарушению продольных связей между ними. Наклон волокон существенно снижает прочность пиломатериалов и поэтому строго регламентирован действующими стандартами.

Как показали исследования [2], наибольшее снижение прочности наблюдается при растяжении таких пиломатериалов вдоль волокон, особенно при приближении угла наклона к 12° . По мере увеличения угла наклона волокон возрастают касательные напряжения, т.е. усиливается влияние скалывания, что приводит к снижению прочности растянутого элемента или его быстрому разрушению. Меньшее снижение прочности отмечено при стати-

ческом изгибе и сжатии вдоль волокон. С увеличением наклона волокон существенно снижается также модуль упругости, особенно, при сжатии вдоль волокон [2].

Прочность древесины со спиралеобразным расположением волокон исследовали на стандартных образцах или пиломатериалах. Опыты по определению влияния наклона волокон на прочность круглых сортиментов (бревен) отсутствуют. В элементах строительных конструкций из круглых сортиментов со спиралеобразным расположением волокон под эксплуатационной нагрузкой происходит перераспределение внутренних напряжений, при этом касательные напряжения воспринимаются неперерезанными наклонными волокнами древесины. Очевидно, прочность таких элементов более высокая, и процесс их разрушения отличается от прямослойных. Поэтому сортименты со спиралеобразным направлением волокон имеют преимущества перед прямослойными, особенно при работе элементов строительных конструкций на растяжение или статический изгиб.

При выполнении канта на бревне с наклоном волокон его тесали до половины ширины канта в одну сторону, а затем – в обратную (прямослойные бревна тесали в двух направлениях – туда и обратно – попеременно полосами шириной, равной длине лезвия топора). Бревна тесали топором с утяжеленным коротким каплевидным в сечении лезвием, который скалывал древесину, не оставляя зазубрин, и одновременно боковой стороной уплотнял волокна древесины [3]. Этим достигалось плотное примыкание друг к другу перерезанных спиралеобразных волокон. С уплотненной таким образом поверхности легче удалялась дождевая вода, а древесина меньше подвергалась биоповреждениям.

Нами проведено детальное побревенное обследование срубов трех объектов деревянного зодчества Архангельской области: неотапливаемой церкви Почозерского храмового ансамбля начала XVIII в. в Кенозерском национальном парке (Плесецкий район), Сретенской церкви 1683–1686 гг. постройки в с. Заостровье и Никольской церкви (1581 г.) в с. Лявля (обе – Приморский район). Каждое бревно было обследовано на предмет наличия биопоражений, выявлен характер наклона волокон древесины. Если угол наклона волокон к оси бревна составлял 10° и более, то такой наклон считали большим, от 4° до 10° – малым; бревна с наклоном волокон менее 4° относили к прямослойным.

Всего в трех объектах было обследовано 767 бревен, из них 144 бревна из сруба церкви в Почозере, 205 – в Заостровье, 418 – в Лявле. Отмечено, что в срубы этих сооружений было уложено большое количество бревен с наклоном волокон. Спиралеобразное направление волокон соответственно имели 56,9; 59,0 и 44,7 % бревен, в том числе с большим наклоном волокон – 14,5; 29,7 и 14,8 %. Здесь не учтены бревна с подрубками, т. е. бревна простенков, пороговые, над- и подоконные бревна. Обследование Никольской церкви (1670 г.) в с. Волосово Каргопольского района и магазинов XVIII в. в Пинежском районе показало, что 36 % бревен в срубах этих сооружений имеют явно выраженный наклон волокон (6° и более) [3].

Кроме того, в этих объектах зафиксировано незначительное количество бревен с правым направлением волокон, причем для бревен с подрубками их не использовали вообще. Так, в срубе церкви в Лявле из каждых десяти спиралеобразных бревен лишь одно имело правый наклон волокон.

Таким образом становится очевидным, что для возведения бревенчатых строений в XVI – XVIII вв. мастера производили селективный отбор лесоматериала. Большое количество бревен со спиралеобразным направлением волокон в срубах особо значимых деревянных сооружений можно объяснить следующим.

1. Прямослойную древесину преимущественно использовали для изготовления плах перекрытий, оконных и дверных колод и других тесаных деталей, так как наклон волокон затруднял обработку древесины ручным инструментом. По этой же причине для бревен с подрубками или широким кантом на значительном участке длины применяли преимущественно прямослойные бревна. Так, в срубе церкви на Почозере из общего количества бревен с подрубками 70,5 % изготовлены из прямослойной древесины, 24,4 % имеют малый наклон волокон, 5,1 % – большой наклон; соответственно в Никольской церкви – 76,7; 23,3 % (бревен с большим наклоном волокон не обнаружено); в Сретенской церкви – 50,0; 30,0 и 20,0 %, (в целом объект содержит 59,0 % бревен со спиралеобразным направлением волокон).

2. При длительной эксплуатации деревянных конструкций воздействие температурно-влажностных условий и интенсивного солнечного излучения приводит к усушке-разбуханию древесины. Повторяющиеся циклы усушки-разбухания способствуют образованию глубоких трещин в поверхностной зоне бревен срубов. Спиральные трещины при дожде являются своеобразными микроводосливами, по которым вода быстро удаляется с поверхности древесины, что снижает степень ее намокания и биоповреждения. Кроме того, вследствие неравномерной деформации вдоль и поперек волокон и перераспределения внутренних напряжений древесина со спиралеобразным направлением волокон растрескивается значительно меньше. Это подтверждается данными обследования церкви в с. Волосово и магази в Пинежском районе – максимальная ширина раскрытия трещин в прямослойных бревнах в 2,6 раза больше, чем в косослойных, а их средняя относительная глубина (глубина трещины, выраженная в долях от диаметра бревна) в 1,2 раза больше [3].

Бревна южных стен зданий при длительной эксплуатации растрескиваются значительно сильнее, чем бревна стен, ориентированных на другие стороны света, поэтому бревна с большим наклоном волокон (менее подверженные воздействию окружающей среды) укладывали преимущественно на южную сторону строений. Это подтверждают данные побревенного обследования указанных объектов (табл.1).

Как следует из материалов наблюдений, на южные стены церкви на Почозере уложено (в процентах от общего количества бревен на всех плоскостях этого фасада) 37,8 % бревен с малым наклоном волокон и

17,8 % с большим наклоном, в с. Заостровье – соответственно 22,5 и 46,9 %; в с. Лявля на южной стене – соответственно 35,0 и 18,0 %, на юго-восточной стене – 27,8 и 27,8 %. Наименьшее количество бревен с наклоном

Таблица 1

Особенности размещения бревен в наружных стенах

Ориентация стен по сторонам света	Место-нахождение объекта	Количество бревен, шт./ %			
		прямослойных	с наклоном волокон		всего
			малым	большим	
Южная	Почозеро	20/44,4	17/37,8	8/17,8	45/100,0
	Заостровье	15/30,6	11/22,5	23/46,9	49/100,0
	Лявля	47/47,0	35/35,0	18/18,0	100/100,0
Юго-восточная	Лявля	24/44,4	15/27,8	15/27,8	54/100,0
Северная	Почозеро	30/60,0	16/32,0	4/8,0	50/100,0
	Заостровье	28/39,4	24/33,8	19/26,8	71/100,0
	Лявля	61/60,4	29/28,7	11/10,9	101/100,0
Северо-западная	Лявля	30/68,2	11/25,0	3/6,8	44/100,0
Западная	Почозеро	7/25,9	17/63,0	3/11,1	27/100,0
	Заостровье	31/66,0	12/25,5	4/8,5	47/100,0

Таблица 2

Особенности биопоражения бревен наружных стен

Ориентация стен по сторонам света	Местонахождение объекта (общее количество бревен, шт.)	Количество бревен, шт./ %				
		прямо-слойных	с наклоном волокон		всего	
			малым	большим	по объекту	по стене
–	Почозеро (209)	91/82,7	66/89,2	25/100,0	182/87,1*	–
		19/17,3	8/10,8	–	27/12,9	–
–	Заостровье (293)	114/86,4	71/80,7	67/91,8	252/86,0*	–
		18/13,6	17,19,3	6/8,2	41/14,0	–
–	Лявля (410)	167/73,6	99/79,9	57/96,6	323/78,8*	–
		60/26,4	25/20,1	2/3,4	87/21,2	–
Южная	Почозеро	11/40,7	3/11,1	–	27/100,0	14/51,9
	Заостровье	9/22,0	5/12,2	1/2,4	41/100,0	15/36,7
	Лявля	2/2,3	1/1,1	–	87/100,0	3/3,4
Юго-восточная	Лявля	3/3,4	2/2,3	–	87/100,0	5/5,7
Восточная	Почозеро	6/22,2	4/14,8	–	27/100,0	10/37,0
	Заостровье	2/4,9	6/14,6	4/9,8	41/100,0	12/29,3
	Лявля	19/21,8	6/6,9	–	87/100,0	25/28,7
Северо-восточная	Лявля	13/14,9	4/4,6	1/1,1	87/100,0	18/20,7
Северная	Почозеро	2/7,4	–	–	27/100,0	2/7,4
	Заостровье	4/9,8	4/9,8	1/2,4	41/100,0	9/22,0
	Лявля	12/13,8	9/10,3	–	87/100,0	21/24,1
Северо-западная	Лявля	10/11,5	2/2,3	1/1,1	87/100,0	13/14,9
Западная	Почозеро	–	1/3,7	–	27/100,0	1/3,7
	Заостровье	5/12,2	–	–	41/100,0	5/12,2
Юго-западная	Лявля	1/1,1	1/1,1	–	87/100,0	2/2,3

* Бревна без биопоражения, остальные – с биопоражением.

волокон отмечено на северных, северо-западных или западных стенах строений: на северной стене церкви на Почозере уложено 32,0 % бревен с малым наклоном и 8,0 % с большим, на западной стене церкви с. Заостровье – соответственно 25,5 и 8,5 %, на северо-западной стене церкви с. Лявля – 25,0 и 6,8 %.

3. На бревнах стен обследованных объектов были обнаружены очаги поражения наружной бурой трещиноватой гнилью. Бревна со спиралеобразным направлением волокон имеют меньшее фунгицидное поражение. Особенности биопоражения наружных стен объектов приведены в табл. 2, куда включены бревна с подрубками, но не учтены три нижних венца по всему периметру объектов, так как их биопоражение, как правило, вызвано нарушением гидроизоляции.

Из табл. 2 видно, что у объектов в Почозере, Заостровье и Лявле наружной бурой трещиноватой гнилью поражено соответственно 17,3; 13,6 и 26,4 % всех прямослойных бревен и 10,8; 19,3 и 20,2 % бревен с малым наклоном волокон. Лишь 8,2 и 3,4 % всех бревен с большим наклоном волокон в объектах Заостровья и Лявли также имеют фунгицидное поражение (в церкви на Почозере не зафиксировано биоповреждений бревен с большим наклоном волокон). При этом необходимо отметить, что на сторонах строений, подвергающихся интенсивному солнечному облучению, отмечено наибольшее количество биоповрежденных бревен: в церкви на Почозере 51,9 % поврежденных бревен принадлежат южной стороне и 37,0 % – восточной; в Заостровье – соответственно 36,7 и 29,3 %.

Церковь в Лявле имеет большое количество бревен с биоповреждениями на северо-восточной, северной и северо-западной стенах (в сумме 59,8 %), что объясняется крайне затрудненными условиями их аэрации из-за примыкающих растущих деревьев; восточная стена содержит 28,7 % поврежденных бревен.

Ранее, при обследовании церкви в с. Волосово и магази в Пинежском районе, отмечено, что поражение дереворазрушающими грибами прямослойных бревен в 1,7 раза больше, чем бревен, имеющих наклон волокон [3].

Таким образом, при ремонте и реставрации особо значимых деревянных сооружений целесообразно учитывать особенности строения дерева и применять бревна со спиралеобразным расположением волокон, что будет способствовать долговечности строений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алтатов В.В. Левизна и правизна в строении растительных и животных организмов // Тр. МОИП. – 1957. – Т. 62, вып. 5. – С. 37-59.
2. Боровиков А.М., Уголев Б.Н. Справочник по древесине – М.: Лесн. пром-сть, 1989. – 296 с.
3. Варфоломеев Ю.А., Шаповалова Л.Г. Учет особенностей строения дерева зодчими Севера // Жилищное строительство. – 1992. – № 6. – С. 18-19.

4. Попов А.В., Шургин И.Н. О воссоздании русской плотничной технологии XVII-XVIII вв. – М., 1993. – 17 с.
5. Толстопятенко А.И. Диссимметрия биологических объектов. – Калуга: КФ МСХА, 1993. – 76 с.
6. Толстопятенко А.И., Мартынцив Г.Д. Диссимметрические признаки у сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Науч.тр. / КФ МСХА. – 1996. – Вып.2. – С. 102-109.
7. Толстопятенко А.И. Наследуемость диссимметрических признаков // Науч.тр. / КФ МСХА. – 1993. – Вып.1. – С. 67-77.
8. Sjomar P. Byggnadsteknik och timmermanskonst. – Goteborg, 1988. – 180 с.

Архангельский государственный
технический университет

Поступила 05.09.2000 г.

V.I. Melekhov, L.G. Shapovalova

Peculiarities of Using Fiber Slope Logs in the Wooden Constructions of the Russian North

It was found out that when wooden structures were erected in the XVI-XVII centuries the logs with spiral fiber layout characterized by higher durability and biostability and lower cracking in the process of exploitation were applied to preserve them.