

УДК 624.011.1: 002.237

Е.Н. Серов, Р.Б. Орлович, М. Ланге

Серов Евгений Николаевич родился в 1932 г., окончил в 1963 г. Ленинградский инженерно-строительный институт, доктор технических наук, профессор кафедры конструкций из дерева и пластмасс С.-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета. Имеет более 100 научных работ в области прочности клееной древесины как анизотропного материала.



Орлович Р.Б. окончил в 1972 г. Брестский инженерно-строительный институт, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой общего строительства и деревянных конструкций Щецинского политехнического института. Имеет около 200 научных работ в области строительных конструкций.



СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЗАРУБЕЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Рассмотрены основные тенденции конструкционного использования древесины в качестве несущих и ограждающих систем в строительстве.

Ключевые слова: лесосырьевые ресурсы, пиломатериалы, клееные деревянные конструкции, комплексные конструкции.

В настоящее время древесина уверенно занимает позиции основного материала при строительстве различных зданий и сооружений – от малых архитектурных форм до современных клееных деревянных конструкций (КДК) [3, 4]. Например, в США объем производства КДК с 1948 г. каждые 2 года увеличивался в 2 раза, с 1953 г. по 1955 г. – в 3 раза, а с 1955 г. по 1957 г. – в 5 раз. По данным института строительства ежегодные потери США от пожаров составляют 885 млн долларов, а от коррозии металлов – 5,5 млрд долларов, т. е. в 6,2 раза больше. Одна из причин ренессанса деревянных конструкций заключается в том, что древесина является единственным сырьем, самовозобновляемым на поверхности Земли. Энергозатраты на получение сопоставимой единицы пилопродукции по сравнению с другими традиционными строительными материалами меньше от 4 до 123 раз.

Россия по лесосырьевым ресурсам традиционно занимает в мире первое место. В СССР общий запас древесины составлял 81,8 млрд м³, в Российской Федерации по состоянию на 2000 г. – 80,7 млрд м³ [2]. По данным международного форума [2] в лесобеспеченных странах мира этот показатель колеблется от 1,7 млрд м³ в Финляндии до 26,9 в Канаде и 23,1 в США. Лесов в России на одного жителя в 10 раз больше, чем в Европе. Однако по уровню и структуре потребления древесных материалов на душу

населения Россия значительно отстает от развитых зарубежных стран (табл.1). Исключением является использование кругляка – главного

Потребление основных древесных материалов (м³/1 тыс. чел.) [9]

Материал	Россия	Страны Евросоюза
Кругляк	877,2	863,4
Пиломатериалы:		
из хвойных пород	71,2	198,4
из лиственных пород	15,3	36,7
Плиты:		
древесностружечные	16,9	73,3
древесноволокнистые	4,5	24,6
Фанера	3,6	15,2

экспортного продукта отечественной лесной промышленности. Одна из причин этого негативного явления – резкое снижение объемов инвестиций и инноваций в деревообрабатывающую промышленность за период перестройки.

В развитых зарубежных странах не только наращиваются мощности по производству традиционных древесных материалов (пиломатериалы, древесные плиты, фанера, клееная древесина), но и создаются новые древесные композиты. Главным образом это конструкционные материалы (Engineered Wood Products), получаемые на базе новых технологий и в основном используемые в строительстве и мебельной промышленности [8]. Изготавливаемые из них полуфабрикаты (плиты, брусья, балки и др.) обладают повышенной прочностью и жесткостью, а также стабильностью форм и размеров.

Наибольшее распространение получили плиты Microllam, изготавливаемые из однонаправленно ориентированных слоев шпона толщиной до 6 мм (Laminated Veneer Lumber). Максимальные размеры таких плит 1,6×24×0,2 м. Их аналогом являются плиты Parallam из отходов шпона, обрезаемых досок, узких реек и стружки, склеиваемых под высоким давлением с преимущественной ориентацией волокон в одном направлении (Parallel Strand Lumber). Из таких плит изготавливают всевозможные конструктивные элементы стен и покрытий зданий. Все большее применение в мировой практике получают древесностружечные плиты нового поколения, полученные путем прессования специальной стружки размером до 300×25×1 мм, уложенной в одном либо перекрестных направлениях (Oriented Strand Lumber). Такие плиты широко используют не только в мебельной промышленности, но и в качестве ограждающих конструкций в деревянном домостроении [10].

Наряду с созданием новых древесных композитов совершенствуют технологию и повышают качество традиционных пиломатериалов. Последние по сравнению с композитами менее энергоемки в производстве, более экологичны, а при соответствующей термической и химической обработке – более долговечны в эксплуатации. Немаловажную роль играет их относительно низкая стоимость.

На рис. 1 приведены деревянные плиты составного сечения, изготовленные из набора расположенных параллельно досок или брусьев.

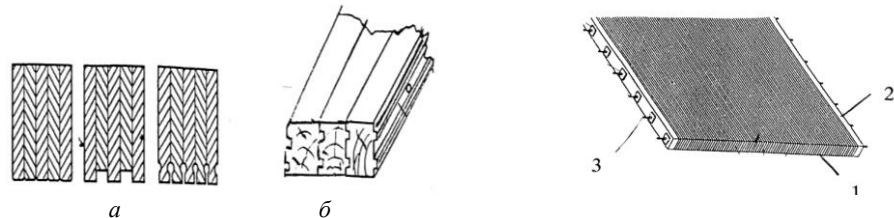
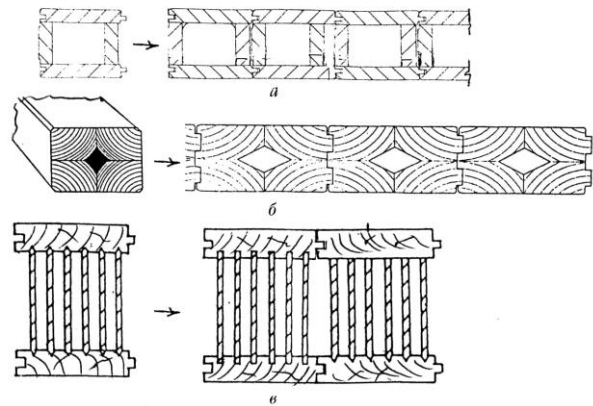


Рис. 1. Плиты составного сечения в виде пакета досок (а) или брусьев (б): 1 – деревоплита; 2 – бортовые элементы; 3 – предварительно напряженные стяжные стержни

5*

Рис. 2. Составные плиты из клееных блоков, изготавливаемых из досок (а), четвертин досок (б) и древесноволокнистых плит (в)

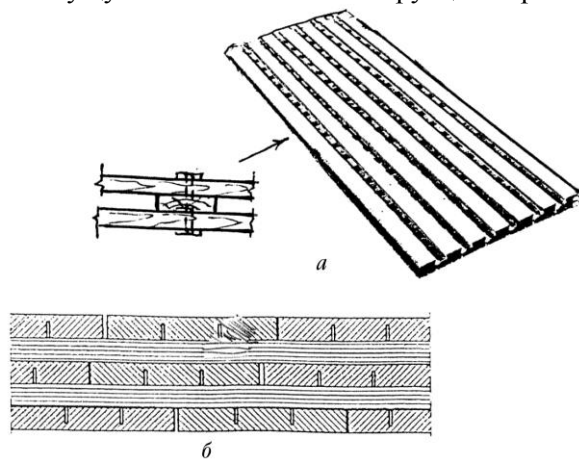


Их соединение по ширине осуществляют с помощью предварительно напрягаемых металлических стержней, помещенных в просверленных канальных отверстиях. Максимальная толщина плит определяется шириной сечения досок или брусьев, а их длина теоретически может быть неограниченной при расположении в разбежку продольных стыков соединяемых элементов. Такие плиты широко используют в мостостроении, а также в качестве стеновых элементов и перекрытий в домостроении [6]. В последнем случае для придания эстетичности потолку кромки досок могут быть профилированы (рис. 1 а). Несмотря на массивность сечений, конструкции обладают достаточно высоким пределом огнестойкости.

Аналогичный принцип положен в основу сборных плит, состоящих из балок коробчатого сечения (рис. 2), которые изготавливают склеиванием досок, четвертин или древесных плит. Пустоты обычно заполняют огнестойким тепло- и звукоизоляционным материалом. По сравнению с рассмотренными выше деревоплитами пустотные плиты обладают повышенной жесткостью при значительно меньшей массе. Они могут быть смонтированы или в собранном виде, или отдельными балочными элементами. В последнем случае отпадает необходимость в применении подъемно-транспортного оборудования.

В последние годы широкое распространение получили дощатые покрытия мембранного и оболочечного типа достаточно больших пролетов и сложной пространственной формы. Конструкция напоминает строение фанеры и состоит из расположенных перпендикулярно либо под углом 45° трех, пяти или семи слоев досок толщиной 20...50 мм. По длине доски стыкуются в плети на клеевой зубчатый шип, а по толщине – с помощью нагелей или клея (рис. 3 *a*, *б*). По ширине в каждом слое доски могут быть уложены вразрядку или с небольшим зазором, что создает благоприятные условия для проветривания. Покрытия из таких конструкций можно изготавливать в виде плоских плит, оболочек одинарной и двойной кривизны. В последнем случае доски работают на растяжение или сжатие вдоль волокон, что предопределяет высокую несущую способность конструкции. Кроме

Рис. 3. Покрытия оболочечного типа из досок, соединенных перекрестно с помощью механических связей (*a*) и клея (*б*)



того, из-за послойно-перекрестного расположения досок конструкция обладает очень высокой сдвиговой жесткостью в плоскости слоёв, а в случае их соединения с помощью клея – большой жесткостью при поперечном изгибе.

Подобный принцип широко используют в клеёнодощатых покрытиях и междуэтажных перекрытиях жилых домов [6]. Создана гамма клеёнодощатых плит, обладающих не только высокими несущей способностью и жесткостью, но также тепло- и звукоизоляционными свойствами (рис. 4).

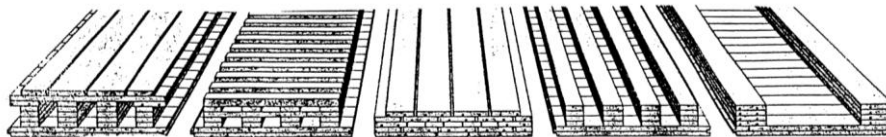


Рис. 4. Виды клеёнодощатых плит покрытий и перекрытий

Процесс изготовления таких конструкций, как правило, полностью автоматизирован и оснащен системным контролем качества от заготовки пиломатериала до складирования готовой продукции. По аналогичной технологии изготавливают стеновые панели, склеиваемые из перекрестно или параллельно расположенных досок (рис. 5, *a*, *б*). Количество слоев в панели колеблется от 3 до 7, благодаря чему достигается стабильность ее

формы. Наличие воздушных пустот повышает термическое сопротивление и акустические свойства панелей. Изготавливают их шириной 125 см на

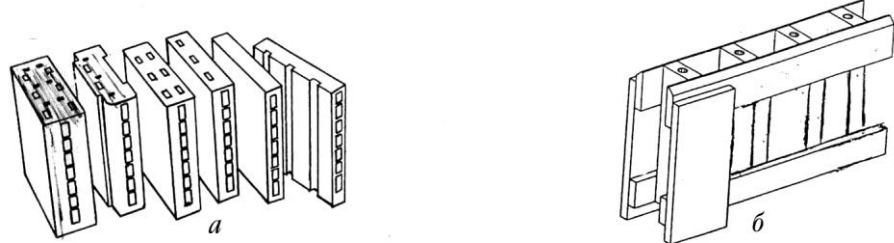


Рис. 5. Клееные дощатые стеновые конструкции: *а* – панели; *б* – блоки

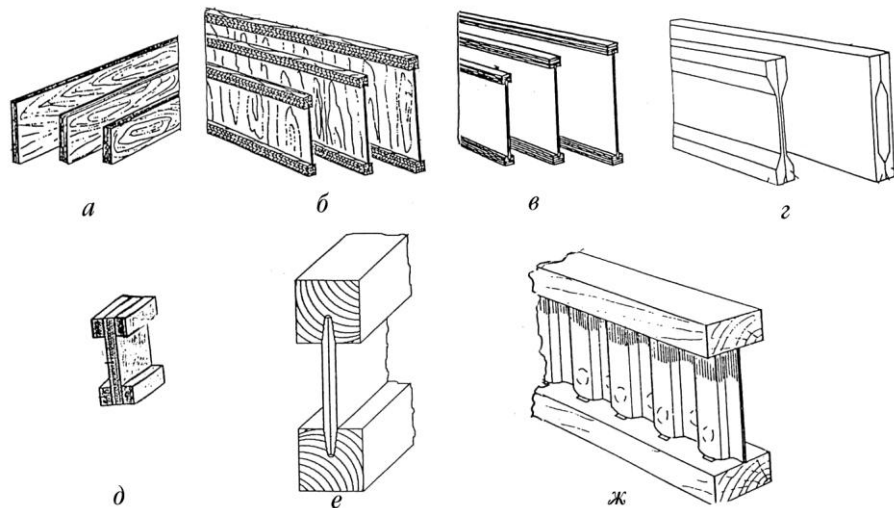


Рис. 6. Балки из древесных композитов: *а* – прямоугольного сечения, склеенные из продольно уложенного шпона (Microllam); *б* – двутавры с поясами из композита Microllam и фанерной стенкой; *в* – двутавры с поясами из композита Parallam и фанерной стенкой; *г* – древесностружечные прессованные балки; *д* – двутавры с поясами и стенкой из плит Microllam; *е* – двутавры со стенкой из твердых древесноволокнистых плит; *ж* – двутавры Nail-Web с впрессованной волокнистой стенкой из жести

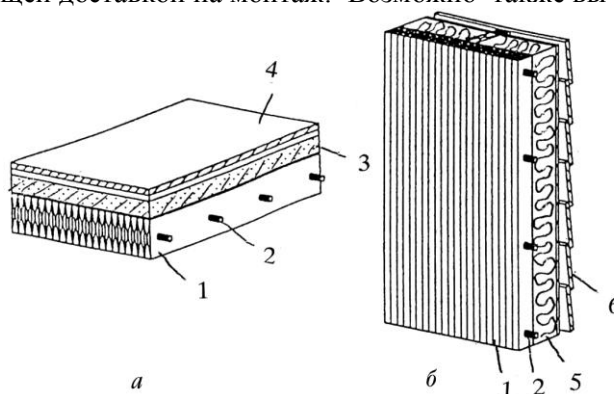
высоту этажа. Практический интерес представляют также пустотные стеновые блоки размером $64 \times 32 \times 16$ см из обрезков досок, перекрестно соединенных полиуретановым клеем (рис. 5, *в*). Высокая точность изготовления блоков и обработки их кромок обеспечивают плотность монтажных соединений. В западноевропейских странах такие блоки широко применяют при возведении наружных и внутренних стен жилых домов высотой до 4-х этажей.

Интересны строительные профили из древесных материалов, используемые как конструктивные элементы каркасных зданий. В качестве примера на рис. 6 показаны балочные элементы, пояса которых изготовлены

из цельной или ламинированной древесины, а стенки – из фанеры, древесных плит, гофрированной стали. Такие конструкции рационально учитывают механические свойства материалов в соответствии с напряженным состоянием составляющих их элементов.

Наряду с конструкциями из древесных материалов в зарубежной практике все шире применяются комплексные конструкции, например деревобетонные плиты (рис. 7, а). Из опыта их проектирования следует, что включение железобетонной плиты в совместную работу с деревянными балками и плитами может увеличить несущую способность перекрытия в два, а его жесткость – в четыре раза. Кроме того, существенно возрастает огнестойкость конструкции. Изготовление таких плит осуществляется в заводских условиях с последующей доставкой на монтаж. Возможно также вы-

Рис. 7. Комплексные плиты покрытий и перекрытий (а) и стеновые панели (б): 1 – деревоплита из пакета досок; 2 – поперечные предварительно напряженные стержни; 3 – бетон; 4 – пол или покрытие; 5 – термоизоляция; 6 – обшивка из досок или искусственных материалов



полнение бетонной плиты в процессе монтажа. Её объединение с деревянной частью перекрытия, например с деревоплитой, осуществляется с помощью специальных механических связей [1]. При недостаточной теплоизоляционной способности стеновых деревянных панелей последние могут объединяться с наружной обшивкой (лицевым слоем) из жестких пенополиуретановых утеплителей (рис. 7, б).

В перекрытиях больших пролетов и работающих под значительными нагрузками используют ребристые плиты. В качестве ребер как правило применяют клеодощатые балки (рис. 8). Плитную часть выполняют из деревоплиты, бетона, комплексных плит, объединенных с ребрами при помощи металлических связей. В качестве последних служат винты, вклеенные стержни, глухари и т.д. Подобные конструкции находят широкое применение в мостостроении, покрытиях и перекрытиях производственных зданий [5, 6].

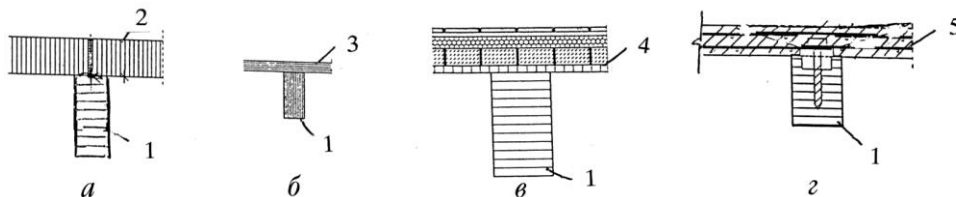


Рис. 8. Варианты ребристых покрытий: 1 – клеодощатые или склеенные из шпона балки; 2 – деревоплита составного сечения из пакета досок или брусьев; 3 – плита, склеенная из шпона; 4 – комплексная деревоплита; 5 – железобетонная плита

Приведенные выше примеры лишь в основных чертах отражают современные тенденции использования древесины в строительстве за рубежом. Некоторые из них являются развитием и практическим внедрением наших отечественных разработок периода, когда в стране действовала отрасль производства и применения клееных деревянных конструкций с рациональной утилизацией отходов и отпада от экспорта пиломатериалов. Возрождение утраченных мощностей деревообрабатывающей промышленности пока не требует крупных инвестиций – основное оборудование на новых заводах еще не успело устареть, не утрачен кадровый потенциал этой отрасли [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дмитриев П.А.* Об усилении деревянных перекрытий реконструируемых зданий путём включения балок в совместную работу с железобетонной плитой / П.А. Дмитриев, Р.Б. Орлович // *Строительство*. – 2000. – № 1.
2. Газета «Деловая неделя». – 2000, 9 окт. – № 35 (188).
3. *Серов Е.Н.* Материал, возрожденный в большепролетных строительных конструкциях / Е.Н. Серов // *Люди и дело: альманах*. – СПб., 2000. – С. 54–58.
4. *Серов Е.Н.* Применение клееных деревянных конструкций в спортивных сооружениях / Е.Н. Серов // *Конструкции из клееной древесины и пластмасс: межвуз. сб. - Л., 1980*. – С. 5–7.
5. Эффективное использование древесины и древесных материалов в современном строительстве: тез. докл. Всесоюз. совещания, Архангельск, 1980 г. – М., – 1980. – 431 с.
6. *Bauen mit Holz*. 1990 – 2003 – N.1-12.
7. *Burdin N.* Rozwoj sektora lesno-drzewnego Rosji / N. Burdin, W. Strykowski, // *Przemysl drzewny*. – 2001. – N12.
8. *Eldog H.* Engineered Woodproducts. Definitionen und Verfahrenstechniken / H.Eldog // *Holz – Zentralblatt*. – 1997. – N110, 113.
9. *Forest products annual market review 1990–2000* // *Timber Bulletin*. – New York – Geneva, 2000. – Vol. LIII, N3.
10. *Wood handbook – Wood as an engineering material* // *Forest Products Laboratory*. – Madison, USA, 1999.

СПб ГАСУ
Щецинский политехнический институт

Поступила 04.06.04.

E.N. Serov, R.B. Orlovich, M. Lange

Modern Tendencies of Wood Materials Use in Foreign Building Industry

Main tendencies of structural use of wood as bearing and filling systems in building are considered.

