

*Щелокова Т.Н., канд. техн. наук, доц.**Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет*

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ И ДЕРЕВЯННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

t.shchelokova@yandex.ru; SChelokovaTN@mgsu.ru

В течение последних 20-30 лет развитие науки и техники, позволило расширить область применения древесины, а работы в этой области получили настолько большой размах, что обработка древесины сформировалась в новую область технологии, целями которой являются: повышение стойкости древесины против гниения, придание огнестойкости, улучшение физических свойств, повышение механических свойств, снижение анизотропии. В Северной Америке, Европе и Японии ежегодно растут объемы потребления за счет увеличения доли деревянного строительства из современных деревянных конструкций: панели из перекрестно-склеенной древесины, формирование стены за счет перекрещенной доски без клея, пиломатериалы из слоёного шпона – все это новейшие технологии в областях деревообработки и деревянных конструкций. Но исследования не стоят на месте – западными и российскими учеными предлагается улучшать характеристики данных конструкций с помощью высокопрочного углеродного волокна и углеродной ткани. В России таких исследований проводится мало в виду высокой стоимости данных материалов. Однако уже проведенные исследования и предварительные расчеты автора говорят о достаточной экономии за счет сокращения расхода древесины при условии применения данных материалов, а также за счет применения древесины 2–3 сорта.

Ключевые слова: древесина, конструкционные материалы, модифицирование древесины, углеродное волокно, углеродная ткань, улучшение свойств древесины, деревянные конструкции.

Введение. В России произрастает около 20 % древесины всего мира, но огромный лесосырьевой потенциал используется неэффективно. Лесная промышленность представлена достаточно скромно и экономике РФ приносит минимальные доходы. На сегодняшний день есть поручения правительства по развитию этого направления, рассматривается вопрос предоставления льготных кредитов как для физических, так и для юридических лиц как на строительство, так и на приобретение квартир в деревянных домах. Деревянное строительство достаточно широко развито в Европе, США и Японии. Ежегодно его доля в Европе увеличивается в среднем 20 %. В Евросоюзе активно продвигается государственная программа «Деревянная Европа», в соответствии с положениями которой уже к 2020 году объем строительства зданий из дерева должен достигнуть 80 % от общего количества новостроек, и в настоящее время этот показатель приближается к планируемому.

В России этот вид строительства развивается недостаточно активно и на это влияет ряд причин: несовершенство нормативной базы; неразвитая технология; недостаток информации о достоинствах деревянных конструкций и зданий из них [8]. В нашей стране деревянное домостроение представлено в основном в секторе малоэтажного жилья.

Основная часть. Современные деревянные конструкции могут использоваться практически

в любых отраслях строительства, наряду с такими распространенными материалами, как металл, железобетон и композиты. Благодаря ряду преимуществ лишь дерево может применяться на определенных объектах: например, особые акустические свойства древесины широко используются при возведении концертных и экспозиционных залов, студий, спортивных сооружений с большим количеством зрителей, а устойчивость к воздействию влаги и отсутствие коррозии позволяет применять большепролетные конструкции из дерева в качестве покрытий бассейнов и аквапарков. Работа с деревом менее энерго- и трудоемка за счет применения простых инструментов и оборудования, кранов меньшей грузоподъемности. При этом монтаж деревянных конструкций отличается высокой технологичностью и скоростью, так как используются в большинстве своем блоки и модули заводской сборки. Деревянные здания отвечают современным нормам «зеленого» энергоэффективного строительства. Они могут возводиться на территориях со сложными инженерно-геологическими условиями (в том числе – с сейсмической активностью), с наличием горных пород и свойств просадочности.

Однако наличие таких неоспоримо положительных свойств древесины не обеспечило ей широкое применение в строительстве как, например, стали или железобетону. Анизотропия, ползучесть, зависимость ее свойств от

влажности, неоднородность строения, пороки, подверженность загниванию, горению и поражению насекомыми – все эти недостатки не позволяют ей занять лидирующие позиции в строительстве и конструировании зданий и сооружений. Попытки устранить эти недостатки древесины известны с самых древнейших времен. Её вываривали в масле, красили, пропитывали антисептиками и полимерами, красили с использованием ультразвука и электродиффузии, покрывали влаго- и воздухонепроницаемой плёнкой, создавали и создают композиционные материалы из дерева, но все это не давало желаемого эффекта. Развитие науки и техники, особенно в течение последних 20–30 лет, позволило расширить область применения древесины, а работы в этой области получили настолько большой размах, что обработка древесины сформировалась в новую область технологии, целями которой являются: повышение стойкости древесины против гниения, придание огнестойкости, улучшение физических свойств (например, снижение гигроскопичности, усушки и разбухания), повышение механических свойств, снижение анитропии.

Одним из результатов тысячелетних экспериментов, стало модифицирование древесины – изменение свойств древесины. До недавнего времени, [согласно ГОСТ 23944-80] выделялось пять основных методов модифицирования древесины:

- Древесина термомеханической модификации;
- Древесина химико-механической модификации;
- Древесина термохимической модификации;
- Древесина радиационно-химической модификации;
- Древесина химической модификации.

Однако на рубеже прошлого и нынешнего столетия был разработан новый продукт – термодревесина. Начало изучения метода термической обработки древесины было положено в 30–40-е годы XX века учеными в Германии и в США. Эти страны пытались разработать технологию термообработки древесины, которую можно было бы применить в производстве. Технология заключалась в высокотемпературной сушке при температурах 100–150 °С, однако работы по дальнейшему изучению свойств были приостановлены в связи с войной и возникшими послевоенными экономическими неурядицами. В 90-х к этой теме вновь вернулись, тогда уже в нескольких странах (Финляндии, Франции, Нидерландах, Италии, Германии) были проведены многочисленные исследования в области термо-

обработки дерева. В результате проведенных исследований выяснилось, что воздействие на древесину пара высокой температуры приводит к необратимым изменениям её биологического состава на молекулярном уровне, что в разы улучшает ее свойства и эксплуатационные характеристики, в результате чего значительно расширяется сфера её применения. Страно-основоположницей промышленного выпуска термодревесины была Финляндия, до настоящего времени эта страна является признанным лидером в производстве и в исследованиях в этой области. В 1997 году в Финляндии на деревообрабатывающем заводе в г. Миккели внедрили новую технологию, которая и получила название термообработка, этот метод позволяет сушить древесину при температурах 150–230 °С, в результате которого страна заняла лидирующие позиции в производстве термодревесины. Сегодня в Европе более десятка запатентованных процессов термообработки древесины, появились деревообрабатывающие заводы в Германии, Франции, Австрии, Нидерландах и России. В 2004 году запрет Еврокомиссией (высшим органом исполнительной власти Евросоюза) на применения химически обработанного дерева на территории стран ЕС дал дополнительный толчок к производству термодревесины в Европе и ее производство резко возросло. Во всем мире функционирует примерно 30-40 производственных площадок по производству термодерева, из них половина – в Финляндии (75 тыс. куб. м.). Объем российского рынка термодерева приблизился к 8 тыс. куб. м.

Однако, идеального материала без недостатков еще придумать не удалось. Поэтому даже у такого, на первый взгляд, безукоризненного материала, есть недостатки. В результате термической обработки лесоматериалы становятся не только более твердыми, но и более хрупкими, по этой причине специалисты советуют сверлить направляющие отверстия для шурупов и гвоздей, в особенности около торцов доски. Термодревесина более чувствительна к ультрафиолету и может приобретать серебристо-серый оттенок, раз в несколько лет участки древесины, расположенные под открытым солнцем, понадобится обрабатывать. Поскольку технология является новой и малоизученной, экспертам пока не известна стойкость этого материала, при длительном нахождении в земле. Сегодня этот материал можно купить лишь в специализированных магазинах, в розничной продаже она встречается достаточно редко. Однако в ближайшие несколько лет стоит ждать большей доступности вследствие роста объемов производства и, как следствие, уменьшения сто-

имости, потому что все больше и больше производств начинают осваивать эту технологию.

Следующим этапом модифицирования древесины является изготовление CLT-панели (Cross Laminated Timber, в переводе на русский означающий – перекрестно-склеенной древесины). Идея создания панелей принадлежит Швейцарии: в начале 90-х несколько компаний из Лозанны и Цюриха начали производство панелей для своих строительных проектов. Уже в середине 90-х годов Австрийская ассоциация деревянной промышленности начала проводить научные исследования, которые и развили технологии модификации древесины, которое получила название "CLT-технология". В начале 2000-х строительство из CLT – панелей значительно выросло, что частично было связано с ростом популярности экологически чистого жилья и гуманизации городского пространства, а также повышением требований строительных норм многих европейских государств к энергоэффективности. Важным фактором, является то, что CLT – панели, хотя и создаются из дерева, но являются тяжелыми конструкциями, именно это и позволяет возводить многоэтажные здания именно из CLT – панелей. Разработанная в Европе CLT-технология набирает популярность как в жилом, так и в нежилом строительстве их изготавливают в Европе уже более 10 лет. Панель состоит из нечетного количества слоев строганных досок, влажностью 12 % и толщиной 30 мм, количество которых (от 3 до 9) зависит от назначения панелей, склеенных крест-накрест в пакет. Размеры плит как правило, составляют ширина 0,6; 1,2 или 2,95 м (до 4 м), длина может достигать 24 м, а толщина от 57 мм 500 мм. Для проклейки слоев используют экологичные меламиновые или полиуретановые клеи. Благодаря проклейке в прессе под высоким давлением характеристики усадки древесины сокращаются до минимума, а панели приобретают свойства монолита и не уступают в несущей способности даже железобетону. В дополнение о достоинствах CLT - панелей можно добавить: высокая огнестойкость, сейсмостойкость, отсутствие в необходимости устройства дополнительной звуко- и теплоизоляции, возможность монтажа «с колес» и отсутствие требований к высокой квалификации рабочих, т.к. комплекты домов заводской готовности, состоящие из крупных панелей, собираются на стройплощадке. Недостатки у CLT – панелей практически отсутствуют, но некоторые потребители указывают на то, что наличие в панели даже небольшого количества экологически чистого полиуретанового клея, мешает «дышать» панели.

В России ряд заводов уже освоил производство CLT – панелей, но пока рынок не развит, ввиду «особого» отношения россиян к дереву, конкуренции с клееным брусом, а также отсутствия регламентов нормативной базы. В 2017 году глава Минпромторга предложил развивать в России строительство деревянных домов, в том числе выше трех этажей, эту идею также продвигает Минстрой РФ. Предполагается ввести квоту на строительство деревянных зданий, а также выдавать льготные кредиты на такое строительство. Мэр Москвы также поддержал идею строительства деревянных домов в качестве эксперимента. В результате их совместных усилий и холдинга Segezha Group АФК «Система» был разработан эскизный проект деревянного квартала Wood City, который был представлен на Российском инвестиционном форуме в Сочи. По словам вице-президента, Segezha Group Дмитрия Руденко [7], архитектурную концепцию комплекса разработало бюро Тотана Кузембаева, площадка выбрана в районе ул. Мантулинской, площадь застройки составляет 39 тыс. кв. м, общая площадь зданий – 79,2 тыс. кв. м, жилая – 45 тыс. кв. м. Квартал рассчитан на проживание 2,5 тыс. человек (в расчете по 18 кв. м на человека). Сейчас в этом районе располагаются старые панельные пятиэтажки. Проектом предполагается их частичная модернизация. Часть квартала будет застроена по комбинированной конструктивной схеме (CLT-панели плюс бетон), включая многоуровневый паркинг. Однако в основном планируется использовать панельную (CLT), каркасно-панельную (клееная балка плюс CLT), модульную (блок-комнаты CLT) и панельно-модульную (CLT) технологии возведения зданий. Данный проект – это показатель развития технологий деревянного домостроения, благодаря которым появляются все больше многоэтажных деревянных зданий во всем мире и в России в том числе. Такие здания, а теперь уже и целые кварталы – это формирование высоких показателей качества городской среды.

Следующая новейшая технологии домостроения, отвечающая современным требованиям отрасли, получившей некоторое распространение и в России, является технология МНМ (Massiv-Holz-Mauer) – формирование стены за счет перекрещенной доски без клея. Эта технология была разработана в Германии и исключает применение химически агрессивных составов для обработки древесины в связи с действием введенного в 1997 г. в стране стандарта DIN 68800. Панель состоит из досок 3-4 сорта, толщиной 23-24 миллиметра и произвольной ширины, влажностью 12 %, крестообразно соединен-

ных друг с другом с помощью алюминиевых гвоздей. Количество слоев, зависит от места расположения панели в объеме здания и должно составлять согласно технологии нечетное количество. В результате толщина панелей может составлять от 5 до 15 слоев, что составляет от 115 мм до 340 мм. Сбитая панель проходит обработку на станках с ЧПУ, среди которых фрезеровка торцов панели по контуру, опиливание по требуемому формату, а затем формирование оконных и дверных проемов, и технологических отверстий под инженерные сети. Благодаря крестообразной конструкции сухих досок, стена не подвержена усадке и усушке, и ее форма остается стабильной [5]. Согласно [2] наружная и внутренняя облицовка позволяет достичь уровня шумоизоляции, соответствующего 48 дБ, теплоизоляция стены МНМ толщиной 340 мм с внешней и внутренней облицовкой на 17 % лучше теплоизоляции оштукатуренной с двух сторон кирпичной стены толщиной 365 мм, а минимально допустимое время потери стенами несущей способности при пожаре составляет 30 минут. Однако несмотря на однозначную экологичность и безвредность для человека в результате применения только древесины и алюминиевых гвоздей, есть у таких панелей и незначительный недостаток: именно гвозди создают экранирующее воздействие на ослабление как радиационного фона, так и сотовой и теле-радио трансляций, в результате которого у жителей таких домов могут возникать проблемы со связью [3].

Одним из самых востребованных видов продукции является LVL-брус (от англ. Laminated Veneer Lumber – «пиломатериал из слоёного шпона»). Его производство – перспективное направление: спрос на LVL растёт как за границей, так и в России. Потребление LVL в Европе (ЕС) выросло за последние пять лет на 21 %, а в США и Канаде, где на долю каркасных домов в общем объеме строительства малоэтажного жилья приходится до 90 %, потребление к 2018 году ожидается прирост до 3,2 млн м³. В США и странах Западной Европы материалы, заменяющие натуральную древесину и экономящие древесное сырье, получили название EWP (Engineered wood products) – конструкционные древесные материалы. Среди них выделяют несколько групп. Одна из них – группа структурированных строительных композиционных материалов, Structural composite lumber (SCL). Все члены этой группы являются прочными и в некоторых случаях взаимозаменяемы

В эту группу входят:

- PSL (parallel strand lumber); PSL – изготовлен из полосок шпона, уложенных параллельно

продольной оси бруса или плиты, с использованием водостойких клеев. Отношение длины к толщине этих полосок для PSL составляет примерно 300. PSL используется для балок перекрытий и для изготовления элементов строительных конструкций, с низкими характеристиками на изгибающий момент, а также часто используют для изготовления несущих колонн.

- LSL (laminated strand lumber); LSL – древесные частицы, из которых формируется ковер, имеют отношение длины к толщине приблизительно 150, получают путем прессования сформированного ковра в горячих прессах. LSL используется в производстве различных столярных изделий (рамы, обвязка и полотна дверных блоков и т. д.).

- LVL (laminated veneer lumber); LVL – многослойный материал, из шпона, склеенного в одном направлении. Отличается от фанеры преимущественно продольным расположением волокон древесины в слоях шпона, склеенных напласть, что повышает прочность конструкций из такого материала до значений прочности древесины при растяжении вдоль волокон и обеспечивает максимальное снижение влияния ее пороков на механические свойства материала. Технические характеристики, а также большие размеры определили перспективность этого материала для строительства.

ЛВЛ – брус был разработан в 1935 году в лаборатории Федерального Лесничества США, а само понятие ЛВЛ было введено в 1960-е гг. компанией Weyerhaeuser (США), где и была установлена линия по производству ЛВЛ бруса. Технология LVL-бруса основана на склейки нескольких слоёв (от 3 до 9) лущёного шпона древесины сосны, ели и лиственницы, толщиной 3 мм. Выпускается в виде брусьев (балок) и плит, длиной до 20500 мм, шириной от 64 до 1250 мм, толщиной от 27 до 90 мм. В виду высокой прочности на горизонтальные нагрузки брус ЛВЛ чаще всего применяют в несущих элементах каркаса. А благодаря тому, что длина балки практически не ограничена, то конструкции из ЛВЛ-бруса можно проектировать и возводить больших пролётов (до 36 м) и объёмов. В виду отсутствия пористости (т.к. материал клееный), то такие конструкции можно применять в зданиях с агрессивной средой (сельскохозяйственные здания, склады химических реагентов и т.д.), и в помещениях с повышенной влажностью (бассейны). ЛВЛ-брус используют и в системах силовой опалубки.

Большой набор достоинств этого материала, обеспечивает ему широкое распространение и дальнейшие перспективы:

- широкий диапазон размеров;

– влагостойкость и стойкость к воздействию агрессивных сред обеспечивает его широкое применение в независимости от особенностей климата и назначения здания;

– высокая способность сохранять свои линейные размеры с течением времени (не коробится, минимальные показатели усушки);

– большие перекрываемые пролеты, вследствие высоких показателей на изгибающий момент и растяжение вдоль волокон;

– по сравнению с традиционными строительными материалами (бетон, кирпич, металл) LVL имеет оптимальное соотношение удельного веса к прочности вдоль волокон, что особенно важно для малоэтажного строительства, где в результате применения конструкций из LVL не потребуется усиленного фундамента;

– высокая огнестойкость и стойкость к биоповреждениям, скорость обугливания конструкций из в горизонтальном направлении составляет 0,6 мм/мин и 1 мм/мин в высоту [4];

– обладает высокими акустическими свойствами, что позволяет возводить и реконструировать здания с высокими акустическими характеристиками;

– быстрый монтаж на строительной площадке без тяжелой техники, что значительно удешевляет работы.

Большое количество достоинств не обеспечивает этому материалу отсутствие недостатков:

– брус токсичен, поскольку для склеивания шпона используются жидкие фенолоформальдегидные клеи, обеспечивающие выделение вредных веществ;

– Присутствие большого количества клея обеспечило ЛВЛ-брусу паронепроницаемость, что может привести к нарушениям естественной циркуляции влаги в материале.

Материалы CLT и LVL могут комбинироваться друг с другом [6]. Например, каркас здания может состоять из LVL бруса, а стены и перекрытия – из панелей CLT. Существуют также гибридные варианты строительства, когда основные элементы каркаса монтируются из железобетона, а ограждающие конструкции и второстепенные балки – из композиционной древесины. Причинами такого подхода могут являться, в том числе жесткие требования пожарной безопасности.

Дерево – это возобновляемый природный ресурс, из которого изготавливают современные композитные материалы, отличающиеся высокой прочностью и долговечностью. При этом для производства высокотехнологичных строительных материалов, в частности панелей и бруса, может использоваться низкосортная древесина, щепы и отходы. Производство и обработка строитель-

ных конструкций из древесины, равно как их транспортировка и монтаж обходятся дешевле в сравнении со стальными и железобетонными аналогами. Как показал анализ исследований, проведенных за последние 10–20 лет авторов [1, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15] наиболее перспективным материалом для усиления свойств деревянных конструкций и композиционных строительных материалов является углеродное волокно и углепластики, имеющие ряд достоинств: высокая удельная прочность, стойкость к коррозии, низкая тепло и электропроводность, а также экологичность – они не токсичны. Усиление деревянных конструкций выполняют либо склеиванием стержней под различными углами к конструкции, либо слоями, между склеиваемыми слоями досок, шпона, либо смешивания со стружечно-клеевой массой, либо путем внешнего армирования. По данным [10] при экспериментальных исследованиях моделей деревянных балок, армированных углепластиками, наблюдалось увеличение несущей способности в пределах 21...79 %. Однако несмотря на указанные преимущества, углепластики в деревянных конструкциях в РФ применяются редко в виду недостаточной изученности композитных конструкций, отсутствие широкой нормативной базы по их применению и проектированию, а также стоимость изготовления таких конструкций [10].

Выводы. В виду того, что на современном этапе, появляются все более современные, более качественные и сравнительно доступные материалы в последующих исследованиях планируется более подробно изучить вопрос повышения прочности и деформативности клееных балок; балок, изготовленных с использованием ЛВЛ-бруса и и CLT-панелей, усиленных углеродными волокнами или углеродной тканью. Цель исследований – изучить совместную работу углеволокна и древесины, определить возможно ли применение древесины третьего сорта в таких конструкциях и выявить необходимость и возможность применения таких конструкций.

Результаты предварительного анализа показали, что при условии применения углеродных волокон для усиления работы балок поперечное сечение конструкции можно сократить до 10–20 %

Экономия достигается за счет сокращения расхода древесины при условии послойного армирования, а также за счет применения древесины 2–3 сорта.

Для определения более точных показателей необходимо провести исследования количественного и качественного расположения углеродного волокна в теле балки и сравнить проч-

ностные характеристики усиленных различными способами балок и склеенных различными видами клеев.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Водяников М.А., Кашеварова Г.Г. Анализ возможностей совместного применения углепластиков и клееной древесины, работающих в агрессивной среде // *Материалы VIII Всероссийской молодежной конференции аспирантов, молодых ученых и студентов Современные технологии в строительстве. Теория и практика.* Пермь: ПНИПУ, 2016. Т1. С. 62–70.
2. Воякин А.С. МНМ панели завоевывают рынок // *Лесная индустрия.* 2010. №4. С. 38–40.
3. Воякин А.С. Деревянная альтернатива бетону // *Лесная индустрия.* 2013. №4. С. 38–45.
4. Воякин А.С. Технология изготовления бруса LVL // *Лесная индустрия.* 2014. №7–8. С. 42–49.
5. Дмитриева О.П. Развитие малоэтажного жилищного строительства в г. Красноярске на основе технологии Massiv-Holz-Mauer [Электронный ресурс] // СФУ Тезисы I-ой международной конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых «Инновационные технологии строительства». 2011г. URL:http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2011/thesis/s4/s4_139.pdf (20.02.2018)
6. Крестьянникова А.Ю., Юминова М.О. *Материалы и конструкции для строительства деревянных домов* // *Наука через призму времени.* 2017. №9. С. 42–51.
7. Карабут Татьяна Рядом с «Москва-Сити» появится деревянный квартал [Электронный ресурс]// URL:<https://www.radidomapro.ru/ryedktzij/green/green/riadom-s-moskva-siti-poiavitsia-dereviannyj-kvar-63210.php> (16.02.2018)
8. Михалева С.А. Деревянные высотки в России – инновационный взгляд на современное строительство // *Архитектура.* 2016. №4(46). Ч. 7. С. 19–21
9. Стоянов В.В., Жгалли С. Повышение несущей способности деревянных изгибаемых элементов // *Лесной журнал.* 2016. №1. С. 115–121.
10. Уточкина Е.С., Крицин А.В. Внешнее армирование несущих деревянных конструкций углеродной лентой // *Современные наукоемкие технологии.* 2013. №8. С. 294–296.
11. Constantin Brancusi On the role of CFRP reinforcement for wood beams stiffness // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering,* Vol. 95. Issue 1. 2015.
12. Fossetti M., Minafo G., Papia M. Flexural behavior of glulam timber beams reinforced with FRP cords // *Journal Construction and Building Materials.* 2015. Vol. 95. Pp. 54–64.
13. Nowak T.P., Jasienko J., Czepizak D. Experimental tests and numerical analysis of historic bent timber elements reinforced with CFRP strips. *Journal Construction and Building Materials.* 2013. Vol. 40. Pp. 197–206.
14. Shahnewaz M., Islam M.S., Tannert T., Alam M.S. Reinforced wood I-joists with web opening: Experimental and Analytical investigations. Conference Paper, WCTE 2016-World Conference on Timber Engineering. 2017. Vol. 143. Issue 6.
15. Thorhallsson E.R., Hinriksson G.I., Shaebjörnsson J.T. Strength and stiffness of glulam beams reinforced with glass and basalt fibres. – *Composites Part B: Engineering.* 19 August 2016.

Информация об авторах

Щелокова Татьяна Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования зданий и сооружений.

E-mail: t.shchelokova@yandex.ru, SchelokovaTN@mgsu.ru.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26.

Поступила в марте 2018 г.

© Щелокова Т.Н., 2018

T.N. Shchelokova MODERN TRENDS OF IMPROVEMENT OF WOOD PROPERTIES AND WOOD CONSTRUCTION

In the last 20-30 years, the development of science and technology has allowed to expand the scope of wood, and the work in this area has become so large that the processing of wood has been formed into a new area of technology, the objectives of which are: increasing the resistance of wood against decay, fire resistance, improving physical properties, increasing mechanical properties, reducing anisotropy. In North America, Europe and Japan, consumption volumes are growing every year due to the increase in the share of wooden construction from modern wooden structures: panels made of cross-glued wood, the formation of

a wall by means of a crossed board without glue, lumber made of laminated veneer - all these are the latest technologies in the fields of woodworking and wooden structures. But research is not on the spot, scientists are invited to improve the characteristics of these structures with high-strength carbon fiber and carbon fabric. In Russia, such studies are carried out a little in view of the high cost of these materials. However, the studies carried out and the preliminary calculations of the author speak of sufficient savings due to a reduction in wood consumption, provided these materials are used, and also due to the use of 2–3 grade wood.

Keywords: wood, structural materials, wood modification, carbon fiber, carbon fabric, improvement of wood properties, wooden structures.

REFERENCES

1. Vodiannikov M.A., Kashevarova G.G., Possibilities of joint laminated wood and carbon fiber reinforced plastics use in an aggressive environment. Based on the materials of the VIII All-Russian Youth Conference of Post-Graduate Students, Young Scientists and Students "Modern technologies in construction. Theory and practice. Perm, PNIPU Publ., 2016 (Part I, June.), pp. 62–70.
2. Voiakin A.S. MNM panels conquer the market. Forest industry, 2010, no.4, pp. 38–40.
3. Voiakin A.S. Wooden alternative to concrete. Forest industry, 2013, no.4, pp. 38–45.
4. Voiakin A.S. Technology of lumber LVL production. Forest industry, 2014, no.7-8, pp. 42–49.
5. Dmitrieva O.P. Development of low-rise housing construction in Krasnoyarsk based on Massiv-Holz-Mauer technology [SFU Theses of the I-st international conference of students, undergraduates, graduate students and young scientists "Innovative construction technologies"], 2011, Available at: http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2011/thesis/s4/s4_139.pdf (accessed 20.02.2018).
6. Krestiannikova A.Iu., Iuminova M.O. Materials and structures for the construction of wooden houses. Science through the lens of time, 2017, no.9, pp. 42–51.
7. Karabut Tatiana Next to the "Moscow City" will be a wooden block. Available at: <http://www.radidomapro.ru/ryedktzij/green/green/riadom-s-moskva-siti-poiavitsia-dereviannyj-kvar-63210.php> (accessed 16.02.2018).
8. Mikhaleva S.A. Wooden skyscraper in Russia – an innovative.
9. Stoyanov V.V., Zhgalli Sh. Load Bearing Capacity of Wooden Bending Elements. The Bulletin of Higher Educational Institutions LESNOY ZHURNAL (Forest Journal), 2016, vol. 1, pp. 115–120.
10. Utoshkina E.S., Kritsin A.V., External reinforcement of load-bearing wooden structures using carbon fibre lamellas. Journal Modern High Technology, vol. 8 (part 2), 2013, pp. 294–296.
11. Constantin Brancusi On the role of CFRP reinforcement for wood beams stiffness/ - IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2015, vol. 95, Issue 1.
12. Fossetti M., Minafo G., Papia M. Flexural behavior of glulam timber beams reinforced with FRP cords. Journal Construction and Building Materials, vol. 95, 2015, pp. 54–64.
13. Nowak T.P., Jasienko J., Czepizak D. Experimental tests and numerical analysis of historic bent timber elements reinforced with CFRP strips. Journal Construction and Building Materials, vol. 40, 2013, pp. 197–206.
14. Shahnewaz M., Islam M.S., Tannert T., Alam M.S. Reinforced wood I-joists with web opening: Experimental and Analytical investigations. Conference Paper, WCTE 2016-World Conference on Timber Engineering, 2017, vol. 143, Issue 6.
15. Thorhallsson E.R., Hinriksson G.I., Shaebjörnsson J.T. Strength and stiffness of glulam beams reinforced with glass and basalt fibres. Composites Part B: Engineering. 19 August 2016.

Information about the author

Tat'yana N. Shchelokova, PhD, Associate professor.
E-mail: t.shchelokova@yandex.ru. ShchelokovaTN@mgsu.ru.
National Research Moscow State University of Civil Engineering.
Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoye shosse, 26.

Received in March 2018