

Список цитированных источников

1. Копылов, В.Е. Бурение?... Интересно! – М.: Недра, 1981. – 160 с.
2. Чернюк, В.П. Производство свайных работ в особых условиях строительства / В.П. Чернюк, П.П. Ивасюк – Deutschland (Германия, LAPLAMBER-TAcademicPublishing, 2016. - 195 с.)
3. Чернюк, В.П. Земляной бур с накопителем / В.П. Чернюк, Е.И. Шляхова, П.М. Кузьмич, П.П. Ивасюк // Патент на изобретение РБ № 21333. МПК Е 21 В 10/42. Заявитель – УО «Брестский государственный технический университет» (ВУ). Заявл. – 20.12.2013. Опубл. – 30.10.2017. Бюл. № 5 (118) – С. 105.

УДК 620.1:674.8

Лазарук А. А.

*Научные руководители: к. т. н., доцент Шалобыта Н. Н.,
к. т. н., доцент Шалобыта Т. П.*

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСИНЫ

Введение. В настоящее время перспективы развития деревообрабатывающей промышленности связывают с разработкой и широким применением древесных композиционных материалов (ДКМ). Они имеют комплекс свойств и особенностей, отличающихся от традиционного конструкционного материала деревообработки (массивной натуральной древесины) и в совокупности открывают широкие возможности для разработки новых материалов и технологических процессов. Применение инноваций для инженерных изделий из древесины обеспечит новые возможности проектирования деревянных конструкций. Одним из направлений развития новых свойств в данных материалах является наклеивание высокопрочных углеродных ламелей на поверхность элементов, что может увеличить их жесткость и несущую способность и найдет применение не только для вновь проектируемых конструкций, но, что немаловажно, при реконструкции и усилении уже существующих.

Характеристика основных древесных композиционных материалов

Композиционный материал – это материал, состоящий из двух или нескольких компонентов, которые отличаются по своей природе или химическому составу, где компоненты объединены в единую монолитную структуру с границей раздела между структурными составляющими (компонентами), оптимальное сочетание которых позволяет получить комплекс физико-химических и механических характеристик, отличающихся от комплекса свойств компонентов.

Древесина – старейший строительный материал, характеризующийся уникальной совокупностью физико-механических свойств. Основное достоинство выражается её коэффициентом конструктивного качества, который характеризуется низкой средней плотностью (300... 800 кг/м³) и достаточно высокими прочностными показателями (табл.1). Однако, с другой стороны, древесина обладает существенными недостатками, к которым в первую очередь следует отнести гигроскопичность, при этом изменяются размеры, плотность и прочность древесины, подверженность гниению, низкая огнестойкость, анизотропия свойств, т. е. ее свойства различны в разных направлениях.

Древесные композиционные материалы – это материалы, получаемые путем обработки натуральной древесины давлением при повышенных температурах, пропиткой химическими веществами, склеиванием и т. п. То есть это материалы из древесины, при обработке которой меняется ее природная физическая структура и химический состав. В результате такой обработки многие природные недостатки древесины можно устранить или существенно ограничить их влияние на качество деревянных конструкций. Так, применение ДКМ снимает проблему ограниченного сортамента лесоматериалов, позволяет использовать листовые материалы на основе древесины.

Основные виды применяемых ДКМ.

1. Древесно-стружечная плита (ДСП) — листовой композиционный материал, изготовленный путём горячего прессования древесных частиц, преимущественно стружки, смешанных с полимерным связующим веществом с введением при необходимости специальных добавок [1]. Изобретение плит позволило резко увеличить использование древесины: в 1930-х годах в Германии выход продукции деревообработки составлял лишь 40% по весу от заготовленной древесины; в настоящее время отходы составляют менее 10 %. До широкого распространения плит гипсовых с волокнистым армированием, гипсокартонных листов и ориентированно-стружечных плит (OSB) ДСП широко применялись в строительстве, в том числе в качестве опалубок, перегородок в помещениях, сухой штукатурки, в каркасно-панельном деревянном строительстве, вагонов и в производстве тары.

2. Плиты древесные с ориентированной стружкой (ОСП, Oriented Strand Board (OSB)) — представляют собой листовой материал, состоящий из древесной стружки определенной формы, склеенной полимерными смолами. Стружка в слоях плиты имеет различную ориентацию: в наружных слоях преимущественно параллельно ее длине или ширине, а во внутреннем слое — перпендикулярно ее направлению или расположенной произвольно [2]. В зависимости от видов ОСП может применяться для обшивки стен, изготовления несущих конструкций в сухих и условиях повышенной влажности, съемной опалубки, сплошной обрешетки кровли.

3. Древесноволокнистая плита (ДВП) — листовой материал, изготовленный путём горячего прессования или сушки ковра из древесных волокон с введением при необходимости связующих и специальных добавок [1]. Гражданское и промышленное строительство нашло применение ДВП [3] в качестве материала для: утепления перекрытий, звукоизоляции перегородок, теплоизоляции вентиляционных каналов, технических коробов, а также помещений, где требуется «чистый звук» (телевизионные студии, кинозалы), создания опалубки при заливке железобетонных конструкции небольшого объема, полотен дверей, облицовочных работ со стенами и др.

Древесноволокнистые плиты средней плотности (Medium Density Fibreboard, МДФ) возникли как дальнейшее развитие сухого способа производства ДВП с учетом совершенствования при изготовлении. Плита изготавливается методом сухого прессования мелкодисперсной древесной стружки в условиях высокого давления и температуры.

4. Фанера — многослойный строительный материал, изготавливаемый путём склеивания специально подготовленного шпона. Количество слоёв шпона обычно нечётное, от трех и более. Для повышения прочности фанеры слои шпона накладываются так, чтобы волокна древесины были строго перпендикулярны предыдущему листу. Для склеивания фанеры может применяться шпон лиственных и хвойных пород, причем считается, что лист фанеры изготовлен из тех пород древесины, из которых изготовлены его наружные слои [4]. В строительстве фанера чаще всего используется в качестве конструкционного материала (полы, стены, потолки, перегородки и т. д.), а также в качестве опалубки в домостроении.

5. Цементно-стружечные плиты (ЦСП) изготовлены прессованием древесных частиц с цементным вяжущим и химическими добавками. Плиты относятся к группе трудногоряемых материалов повышенной биостойкости и предназначаются для применения в строительстве в стеновых панелях, плитах покрытий, в элементах подвесных потолков, вентиляционных коробах, при устройстве полов, а также в качестве подоконных досок, обшивок, облицовочных деталей и др. строительных изделий. Биостойкость достигается не за

счет введения в состав ЦСП каких-то специальных антисептиков и не за счет поверхностной обработки антисептиком. Антисептик образуется в массе самой ЦСП в процессе превращения цемента в бетон, так как побочным продуктом этого процесса является гидроксид кальция, создающий сильнощелочную среду, препятствующую развитию плесневых грибков. ЦСП обладают рядом неоспоримых преимуществ при использовании в сборных конструкциях, к которым предъявляются жесткие требования высокой прочности, влагоустойчивости, звуконепроницаемости, пожаробезопасности, экологичности и гигиенической безвредности, стойкости к воздействию атмосферной среды.

Сравнение физико-механических свойств древесины с древесными композиционными материалами приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические свойства древесины и древесных композиционных материалов

Показатель	Материал						
	Древесина	ОСП*	ДВП (твердая)	МДФ*	Фанера	ЦСП	ДПКА
Модуль упругости при статическом изгибе, МПа	10000-12000	3500	2000	1700	7000	2500	10000-18000
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	80	18	35	18	25	7-12	100
Средняя плотность, кг/м ³	500	650	800-1100	780	650	1100-1400	1400-1500

* - для плит толщиной 20 мм

Как можно заметить, по механическим характеристикам древесина превосходит композиционные материалы, но, тем не менее, ДКМ применяются более широко из-за отсутствия недостатков древесины: анизотропии, малой биостойкости, наличия пороков. В зависимости от вида наполнителя, его распределения в материале, типа связующего вещества можно получать различные виды ДКМ: дисперсно-наполненные, волокнистые, слоистые, комбинированные. Перспективным направлением в технологии строительных материалов является применение в составе композиций армирующих компонентов. Для повышения твердости и стойкости к воздействию ударных и изгибающих нагрузок используют введение металлической сетки и фольги; стружки, волокон и тканей различной структуры; минеральных дисперсных наполнителей. Наиболее высокие технические характеристики имеют армированные композиционные древесные пластики ДПКА, содержащие в составе углеродные волокна.

Углеродное волокно. Углеродное волокно — материал, состоящий из тонких нитей диаметром от 5 до 15 мкм, образованных преимущественно атомами углерода. Атомы углерода объединены в микроскопические кристаллы, выравненные параллельно друг другу. Выравнивание кристаллов придает волокну большую прочность на растяжение. К настоящему времени углеродные волокна в основном получают из трех материалов – полиакрилонитрильного волокна, вискозного корда и пеков. Углеродные волокна обладают уникальными механическими свойствами, у них достаточно высокая прочность и модуль упругости. Причем при повышении температуры механические свойства не уменьшаются, а наоборот, возрастают. Среди всех материалов только углеродные волокна обладают такими специфическими свойствами. Углеродные волокна стойки к органическим растворителям, щелочам и кислотам, но

недостаточно стойки к действию окислителей. При этом, как показывает практика изготовления, изменяя параметры технологического процесса, можно получать волокна с различными электрофизическими свойствами, благодаря чему они применяются для изготовления разнообразных по назначению электронагревательных элементов. Кроме того, углеродные волокна можно получать с очень высокой активной поверхностью, для применения их в качестве эффективных сорбентов. Различные виды и марки углеграфитовых материалов значительно различаются плотностью (от 200 кг/м³ до 2230 кг/м³). Предел прочности на растяжение углеродного волокна составляет порядка 500-3000 МПа, модуль упругости на растяжение 30-300 ГПа (таблица 2).

Таблица 2 – Свойства армирующих волокон

Волокно	Плотность, кг/м ³	Предел прочности при растяжении, МПа	Модуль упругости, ГПа	Температура деструкции, °С
Углеродное (низкопрочное)	1450-1800	600-1500	75-200	300-400 (потеря прочности)
Углеродное (высокопрочное)	1700-2000	2000-3500	200-600	300-400 (потеря прочности)

К основным конструкционным преимуществам углеродных волокон относятся их исключительно высокие отношения сопротивления на растяжение к весу, а также высокие отношения модуля упругости к весу. Кроме того, углеродные волокна обладают высокой усталостной прочностью и очень низким коэффициентом линейного теплового расширения, а в некоторых случаях даже отрицательным тепловым расширением. Эта особенность обеспечивает стабильность размеров, что позволяет композиту достигать почти нулевого расширения до температур до 300°С в специальных конструкциях. Углеродные волокна, защищенные от окисления, выдерживают температуры до 2000°С, они химически инертны и нечувствительны к коррозии или окислению при температурах ниже 400°С.

Углеволокно применяется в строительстве в различных системах внешнего армирования — при его помощи усиливают железобетонные, металлические, каменные и деревянные конструктивные элементы зданий и сооружений с целью устранения последствий разрушения материала и коррозии арматуры в результате длительного воздействия природных факторов и агрессивных сред в процессе эксплуатации, а также сейсмических нагрузок. Композиты с использованием углеволокна успешно используются для усиления всех основных типов конструкций, таких как балки, колонны, плиты и стены. Кроме того, были разработаны схемы усиления для уникальных сооружений, таких как резервуары для хранения жидкостей и газов, дымовые трубы. Суть данного метода заключается в повышении прочности элементов, воспринимающих нагрузки в процессе эксплуатации зданий и сооружений, с помощью углеродных тканей, ламелей и сеток.

В последнее время наибольший интерес представляет использование углеволокнистых материалов для усиления не только бетона, но и древесины. В первую очередь текущие исследования сосредоточились на использовании армированных волокон полос или тканей, наклеенных на конструкцию, выполненную из древесных материалов. При этом исследование выполняются в двух направлениях: первое – в изучении изменения жесткостных и прочностных характеристик и второе – в работе контактной зоны. Сочетание армированных волокон материалов с адгезивами к деревянным конструкциям для ремонта и упрочнения имеет много преимуществ. Однако отсутствие установленных правил проектирования сильно ограничило использование такого усиления во многих ситуациях, где это может быть предпочтительным вариантом для большинства традиционных методов.

Заключение

Материалы на основе древесины имеют непрерывно возобновляющуюся сырьевую базу. Это выдвигает их в ряд перспективных конструктивных материалов. Углеродные волокна благодаря своим специфическим свойствам имеют широкую область применения, в т. ч. позволяют усиливать традиционные материалы. Древесные композиты благодаря оптимальному сочетанию высоких свойств древесины и свойств армирующих волокон позволяют получать качественно новые прочностные и деформационные характеристики конструкции, которые находят все большее применение в современном строительстве.

Список цитированных источников

1. Плиты древесностружечные и древесноволокнистые. Методы контроля размеров и формы – ГОСТ 27680-88. Введ. 01.01.1989. – Москва : Издательство стандартов, 1989. – 5 с
2. Плиты древесные с ориентированной стружкой. Технические условия – ГОСТ 32567-2013. Введ. 01.07.2014. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 17 с
3. Панели декоративные для стен на основе древесноволокнистых плит сухого способа производства. Технические условия – ГОСТ 32297-2013. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 5 с
4. Фанера общего назначения с наружными слоями из шпона лиственных пород. Технические условия – ГОСТ 3916.1-96 – Взамен ГОСТ 3916.1-89, ГОСТ 10.55-71 ; введ. 01.01.1998. – Москва : Издательство стандартов, 1997, Стандартинформ, 2008. – 11 с

УДК 691.115:539.412

Ласкевич А. В.

Научный руководитель: д. т. н., доцент Найчук А. Я.

ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ПЛИТЫ С ОРИЕНТИРОВАННОЙ СТРУЖКОЙ ПРИ ОСЕВОМ РАСТЯЖЕНИИ В ЕЁ ПЛОСКОСТИ

Целью данных исследований являлось определение характеристических значений $f_{a,tk}$ прочности ОСП толщиной 12 мм при растяжении в плоскости плиты под углом α к направлению ее главной оси.

Плита древесная с ориентированной стружкой (ОСП) – многослойная плита, изготовленная из склеенной между собой древесной стружки специальной формы, которая в наружных слоях плиты расположена в основном в направлении вдоль ее длины или ширины, а во внутреннем слое ориентирована, как правило, под прямым углом к ее направлению в наружных слоях или имеет случайное расположение. Выпускаемые в нашей стране и странах ЕС ОСП должны удовлетворять требованиям, установленным в [1,2], а в России – [3]. Толщина этих плит может быть от 6 мм до 25 мм. В зависимости от условий эксплуатации и физико-механических характеристик, согласно [1], ОСП подразделяются на следующие типы: ОСП/1 – плиты, не несущие нагрузку, предназначенные для применения внутри помещения в сухих условиях (класс эксплуатации 1 по [4]); ОСП/2 – плиты, несущие нагрузку, предназначенные для использования в сухих условиях (класс эксплуатации 2 по [4]); ОСП/3 – плиты, несущие нагрузку, предназначенные для использования во влажных условиях (класс эксплуатации 3 по [4]); ОСП/4 – плиты, несущие повышенную нагрузку, предназначенные для использования во влажных условиях (класс эксплуатации 3 по [4]).

Для строительных конструкций в основном используются плиты ОСП/3 и ОСП/4, реже ОСП/2. В последнее время ОСП получили широкое применение