

ИННОВАЦИОННЫЕ ЛЕГКИЕ ПАНЕЛИ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

Н.В. СКУРАТОВ, *проф., МГУЛ, канд. техн. наук* ⁽¹⁾*skuratov@mgul.ac.ru*⁽¹⁾ ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»
141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул 1-я Институтская, д. 1, МГУЛ

В статье описаны разработанные за последние годы в разных странах инновационные облегченные композиционные материалы на основе древесины и способы их изготовления. Во многом рост интереса к таким материалам обусловлен желанием производителей уменьшить производственные затраты за счет включения в программу выпуска панелей с пониженной плотностью. Пожелания потребителей являются дополнительным стимулом к снижению веса плитной продукции. Как реакция на этот запрос в рамках финансируемой Евросоюзом программы “COST” была подготовлена и реализована научно-исследовательская подпрограмма «Легкие композиты на основе древесины». В 2011 и 2013 гг. в ходе выставок деревообрабатывающего оборудования «LIGNA» (Германия) проводились специализированные конференции по легким панелям на основе древесины («International Conference on Lightweight Panels»). Недавно в Евросоюзе был подготовлен специальный стандарт на легкие древесностружечные плиты (ДСтП). В последние 10–15 лет разработки новых плит и панелей с объемным весом ниже 450–500 кг/куб. м велись по четырем основным направлениям. Первое направление, по которому пошли многие известные производители, связано с уменьшением количества древесного наполнителя при производстве ДСтП. Другой способ, заключающийся в использовании менее плотной, как правило плантационной древесины, применяется при производстве не только ДСтП, но также фанеры и многослойных панелей из массивной древесины. Недавно был разработан композит, плотность которого существенно снижена за счет замены определенного количества измельченной древесины специальным вспененным полимером. Еще меньшую плотность имеет новый трехслойный композит со средним слоем из расширяющейся полиуретановой пены. Вес панелей может быть снижен за счет создания внутренних воздушных полостей в процессе их производства. Этот способ уже применяется при производстве легких ДСтП повышенной толщины, внутри которых имеются продольные цилиндрические полости. Этот же подход использован в недавно разработанных конструкциях облегченных трехслойных панелей из массивной древесины, средний слой которых имеет ячеистую структуру.

Ключевые слова: плиты, легкие панели, панели на основе древесины, композиционные материалы.

Древесина является сырьем для производства не только пиломатериалов, но и различных древесных композитов. Благодаря достаточно высоким эксплуатационным характеристикам и сравнительно невысокой стоимости композиционные материалы на основе древесины широко используются в строительстве, авто- и судостроении, для изготовления мебели, элементов интерьера и т. д.

Композиционные материалы принято делить на две подгруппы: клееная древесина и материалы на основе измельченной древесины [1]. К первой подгруппе относится продукция, полученная из массивной древесины и шпона: массивная клееная древесина, слоистая клееная древесина и комбинированная клееная древесина. В нее же входят сравнительно недавно появившиеся на рынке многослойный брус из шпона (ЛВЛ) и перекрестно-клееные панели (СЛТ).

Вторая подгруппа включает разнообразные композиционные материалы, изготовленные, как правило, из низкокачественной древесины и отходов производства. Сюда от-

носятся древесностружечные плиты (ДСтП), древесноволокнистые плиты низкой (ДВП), средней (МДФ) и высокой (ХДФ) плотности, ориентированно-стружечные плиты (ОСП), древесные формовочные прессмассы (ДФП), древесно-полимерные композиты (ДПК) и многие другие материалы.

Для производства древесных композитов в качестве сырья используется массивная древесина, шпон, древесные частицы различных форм и размеров, волокно. В зависимости от вида сырья древесные композиты можно разделить на четыре группы (рис. 1).

В последние годы потребление различных плитных материалов в нашей стране неуклонно растет, что в значительной мере связано с увеличением выпуска мебели и ростом жилищного строительства (рис. 2). В этот же период отмечался заметный рост потребления мебельных щитов, а также столярных плит и различных панелей из массивной древесины, в основном европейского производства.

Эксплуатационные свойства и, прежде всего, механические характеристики древес-



Рис. 1. Композиционные материалы на основе древесины

Fig. 1. Composite materials based on wood

ных композитов существенно зависят от их объемной плотности (рис. 3). Чем больше плотность, тем выше прочность и жесткость композита. С другой стороны, более плотные материалы имеют больший вес и для их производства требуется больше сырья.

Наблюдающийся с конца прошлого века рост стоимости сырья и энергии, а также растущая конкуренция вынудили ведущих европейских производителей плитной продукции изыскивать возможности для минимизации издержек производства. Одним из направлений снижения себестоимости продукции стало уменьшение плотности плит за счет снижения расхода древесного сырья при обеспечении заданных эксплуатационных свойств. Очевидно, что более легкую продукцию дешевле упаковывать, хранить и транспортировать. Дополнительным стимулом к снижению веса плитной продукции, что особенно важно для производителей мебели, послужила директива Евросоюза, ограничивающая вес одной упаковочной единицы, которую может поднимать один человек, величиной 25 кг [2].

Для того чтобы помочь европейским производителям плитной продукции снизить производственные издержки и повысить конкурентоспособность, в рамках программы "COST", финансируемой Евросоюзом, была подготовлена и реализована научно-исследовательская подпрограмма «Легкие композиты на основе древесины» [3]. Также важность

этого направления исследований подтверждается тем, что в 2011 и 2013 гг. в рамках одной из крупнейших в мире выставки деревообрабатывающего оборудования «LIGNA» в г. Ганновер (Германия) проводились специализированные конференции по легким панелям на основе древесины («International Conference on Lightweight Panels»). Недавно в Евросоюзе был подготовлен специальный стандарт на легкие ДСтП [4].

В настоящее время принято называть легкими плиты и панели с объемным весом ниже 450–500 кг/куб.м [5]. В последние 10–15 лет разработки новых облегченных плит и панелей велись по четырем основным направлениям. Первое направление связано с уменьшением количества древесного наполнителя. Например, известный австрийский производитель плитных композиционных материалов компания «Эггер» (Egger) выпускает специальные легкие плиты (Extra Light) толщиной 38 мм и плотностью менее 450 кг/м³ [6]. Немецкая фирма «Элка-Хольцверке» (Elka-Holzwerke) изготавливает под заказ толстые ДСтП (Light Chipboard) плотностью 450–475 кг/м³ [7]. Немецкий производитель оборудования для производства древесных композитов «Диффенбахер» (Dieffenbacher) предлагает оборудование и технологию производства ДСтП пониженной плотности, для изготовления которых требуется заметно меньше древесного сырья [8].

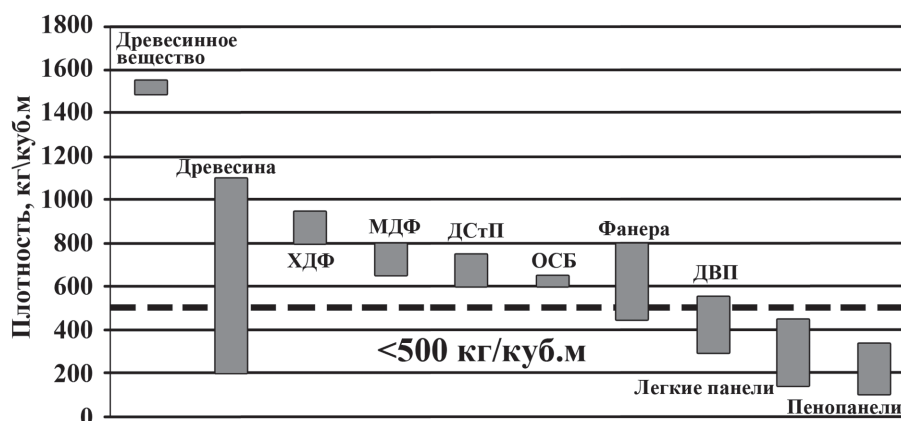


Рис. 2. Потребление плитных материалов в России в 2009–2014 гг. по данным UNECE/FAO

Fig. 2. Consumption of panel materials in Russia in 2009–2014, according to the UNECE / FAO

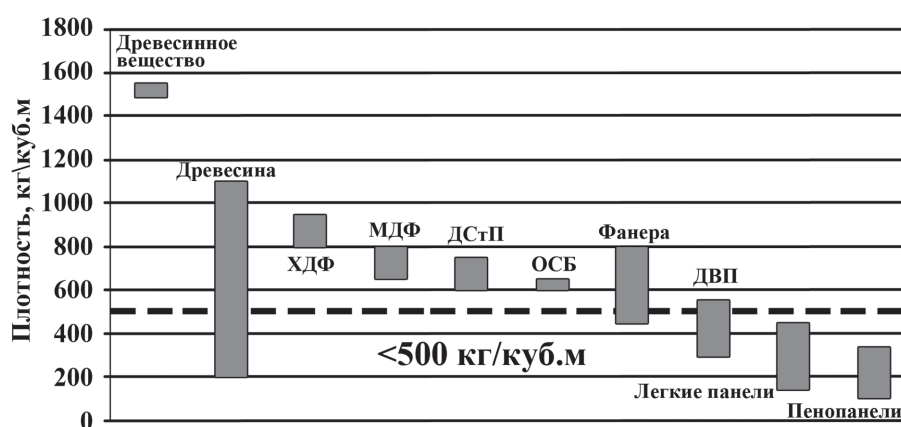


Рис. 3. Плотность древесины и различных композиционных материалов на ее основе

Fig. 3. The density of wood and that of various composite materials on its basis

На протяжении последних лет многие компании совместно со специалистами профильных североамериканских и европейских университетов работают над созданием новых легких плитных материалов на основе древесины. Не так давно компания ИКЕА (IKEA) анонсировала проект производства облегченных ДСтП на ее предприятии в г. Новгород, который планируется реализовать к 2017 г. [9]. В 2011 г. на выставке LIGNA австрийская фирма Дасканова (Dascanova) представила образцы новых ДВП и ДСтП, в которых плотность волнообразно изменяется по объему [10]. По мнению разработчиков, благодаря неравномерному распределению плотности прочность таких плит увеличится, а вес снизится. К сожалению, до сих пор промышленный выпуск таких плит еще не начал.

Другой способ снижения плотности ДСтП заключается в использовании менее

плотной древесины для их производства [11]. Британская компания «Winwood Products Ltd» недавно начала поставлять на рынок ультра-легкие облицованные ДСтП из древесины тополя под торговой маркой «Ультралайт» (Ultralight) плотностью 450 кг/м³ [12].

Такой же подход успешно применяется и в производстве облегченной фанеры. В настоящее время многие производители в мире используют древесину тополя для изготовления легкой фанеры, плотностью около 450 кг/м³. А многие из них, например итальянская компания «И. Виголунджо» (E. Vigolungo), выпускают фанеру из плантационной древесины тополя плотностью 400 кг/м³ [13]. Несколько лет тому назад в США была разработана технология производства фанеры из древесины павловнии (Paulowina), которая приблизительно на 40 % легче, чем обычная березовая фанера [14]. Немецкая компания СВЛ (SWL) освоила выпуск

легкой фанеры плотностью около 300 кг/куб. м из древесины албазии (Albasia) [15]. По-видимому, самую легкую фанеру из древесины бальзы под торговой маркой «Баннова Плай» (Banova Ply) выпускает известная швейцарская компания «3А Композитс» (3A Composites), специализирующаяся на разработке и производстве инновационных материалов [16].

Необходимо отметить, что многие зарубежные производители используют плантационную древесину низкой плотности для изготовления одно- и многослойных массивных панелей различного назначения [13,16,17].

Еще один способ снижения веса ДСтП путем замены части измельченной древесины легким полимером использовал старейший испанский производитель плитной продукции компания «Финса» (Finsa). Совместно с международным концерном «БАСФ» (BASF) была разработана технология производства легких трехслойных плит, средний слой которых состоит из смеси измельченной древесины и специального вспененного полимера [18]. Такие плиты с наружными слоями из МДФ на 20 % легче, чем аналогичная продукция других производителей.

В Германии несколько лет тому назад была разработана технология непрерывного производства трехслойных панелей плотностью менее 400 кг/м³ со средним слоем из расширяющейся полиуретановой пены [5, 19]. В зависимости от назначения наружные слои толщиной несколько миллиметров могут быть сделаны из ДСтП или ДВП. Утверждается, что механические характеристики таких панелей можно изменять в достаточно широких пределах путем задания соответствующих режимных параметров [20].

Уменьшение веса панелей может быть достигнуто за счет создания внутренних воздушных полостей в процессе их производства. Трехслойные панели с сотовым бумажным или картонным наполнителем известны уже несколько десятилетий, и их незначительные модификации, периодически появляющиеся на рынке под разными торговыми названиями, нельзя считать инновационными продуктами.

В начале нынешнего века канадская компания «Сидаркрест Вуд Продактс» (Cedarcrest

Wood Products) освоила выпуск легких ДСтП повышенной толщины, внутри которых имеются продольные цилиндрические полости [21]. Эти плиты успешно используются в качестве среднего слоя при изготовлении облегченных трехслойных мебельных, интерьерных и стеновых панелей с различной облицовкой. В настоящее время такие плиты производятся не только в Северной Америке, но и в Китае.

Еще одна канадская компания Коррувен (Corruven Inc.) получила патент на способ изготовления гофрированных панелей из древесных волокон с использованием специально разработанного экологически чистого связующего [22]. Используя эти панели в качестве внутреннего слоя, компания освоила производство легких многослойных плит, способных нести значительную нагрузку.

Совсем недавно в Италии была разработана конструкция трехслойной ячеистой панели, средний слой которой состоит из склеенных между собой тонких гофрированных полос трехслойной фанеры [23]. Авторы отмечают, что, несмотря на малый вес, панели имеют достаточно высокие эксплуатационные характеристики.

В конструкции, предлагаемой шведскими специалистами трехслойной панели, применяется только массивная древесина [24]. В качестве наружных слоев использованы склеенные из ламелей тонкие мебельные щиты. Между ними с равномерными промежутками расположены профилированные бруски. Эти панели, предназначенные для изготовления мебели и элементов интерьера, способны нести значительную нагрузку.

Не так давно в Австрии была разработана легкая панель из древесины (торговая марка Dendrolight ®) с ячеистым средним слоем, полости в котором образуются за счет многочисленных пропилов (рис. 4). Несмотря на сравнительно невысокую плотность 300–400 кг/м³ панели имеют хорошие механические и эксплуатационные характеристики [25]. К сожалению, их производство оказалось достаточно энергоемким и дорогим. Для создания ячеистой структуры в досках, из которых склеиваются панели, делается множество пропилов, на что затрачивается большое



Рис. 4. Облегченная панель из массивной древесины «Dendrolight», облицованная МДФ
Fig. 4. MDF lined lightweight panel «Dendrolight» made from solid wood

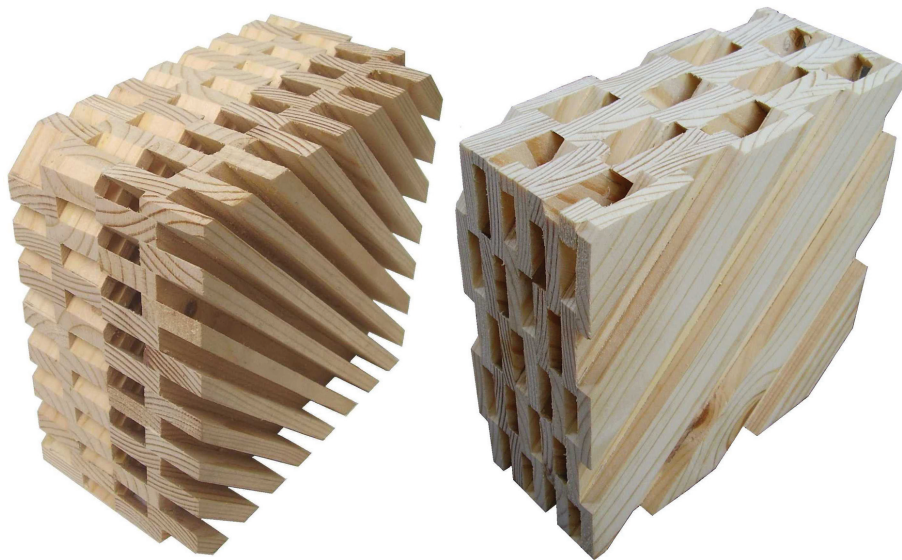


Рис. 5. Новые облегченные панели из древесины
Fig. 5. New lightweight panels made from wood

количество электроэнергии. При этом 40 % древесины превращается в опилки, т.е. дополнительные отходы.

В МГУЛ разработано несколько конструкций более экономичных, с точки зрения расхода древесины, облегченных панелей различного назначения. Два варианта исполнения одной из них без облицовки представлены на рис. 5 [26]. Слои такой панели состоят из ламелей, склеенных между собой по прикомочным зонам их пластей. Из 1 м³ сухих пиломатериалов можно изготовить 1,2 м³ таких панелей и получить при этом 0,3 м³ отходов, в то время как по данным разработчика расчетный выход панелей «Dendrolight» составляет лишь 0,75 м³, а объем отходов достигает 0,65 м³ [27].

Отличительной особенностью двух других конструкций панелей является то, что их слои состоят из ламелей трапециидального сечения, которые можно уложить двумя способами [28, 29, 30]. Ламели такого сечения

могут быть получены после предварительного формирования базовых поверхностей на строгальном станке путем продольного почти диагонального деления заготовок на ленточнопильном станке. Объем такой облегченной панели на 25–30 % больше объема использованных досок за счет образующихся между смежными ламелями воздушных зазоров. Научный центр лесопромышленного комплекса Канады рекомендует изготавливать такие панели, а также панели «Dendrolight», как имеющие высокую добавленную стоимость, на новых производствах [31].

Библиографический список / References

1. Уголев, Б.Н. Древесиноведение с основами товароведения: Учебник для вузов / Б.Н. Уголев. – М.: МГУЛ, 2007. – 340 с.
Ugolev B.N. *Drevesinovedenie i lesnoe tovarovedenie: Uchebnik dlja vuzov* [Wood Science and Forest Merchandising]. Moscow: MGUL, 2007. 340 p.
2. Council Directive 90/269/EEC. Minimum health and safety requirements for the manual handling of loads where there is a risk particularly of back injury to workers.

3. Medved S. et al. Lightweight wood-based composites: production, properties and usage. Proc. of COST E49 international workshop, Bled, Slovenia, 23-25 June, 2008 // Lightweight wood-based composites: production, properties and usage. Proc. of COST E49 international workshop. Bled, Slovenia, 23-25 June, 2008. COST Action 849, 2008.
4. CEN/TS 16368:2014. Lightweight Particleboards – Specifications.
5. Barbu, M.C., Lüdtkke, J., Thümen, H., and Welling, J. 2010. Innovative production of wood-based lightweight panels. Proc. of International Conference “Technologies for the Forest and Biobased Products Industries”, ed. M. Barbu. Wien, Austria, 2010, pp. 115-122.
6. http://www.egger.com/downloads/bildarchiv/121000/1_121173_TD_EUROSPAN-FIREDOOR_FD30-FD60_EN_HEX.pdf.
7. <http://www.elka-holzwerke.de/en/Leightweight-wooden-materials/light-chipboards.html>.
8. <http://www.dieffenbacher.de/en/wood-based-panels/plants/pb/index.html>.
9. IKEA Group. 2012.10.19. PRESS RELEASE. IKEA increases production in Russia.
10. <https://www.dascanova.com/en/home.html>.
11. Weigl M., Wimmer R., Ledr S., Harm M. Achieving lower density for particle boards by means of raw material selection // Lightweight wood-based composites: production, properties and usage. Proc. of COST E49 international workshop. Bled, Slovenia, 23-25 June, 2008. COST Action 849, 2008. pp. 67-80.
12. <http://www.winwood-products.com/eng/timber-products/chipboard.html>.
13. http://www.vigolungo.com/en/poplar-plywood-faced-blockboard-unidirectional-panels/01_poplar-plywood.html.
14. Stalter W. F. Light-weight Paulowina based plywood : patent 8062762 USA. 2011.
15. <http://s-w-l.com/english/kompetenz/kompetenz.php>.
16. <http://www.3accorematerials.com/products/assortment.html>.
17. <http://www.ibl.it/en/prodotti/blockboards/3-ply-blockboard.html>.
18. <http://www.finsa.es/publicaciones/textosweb.nsf/nombre-en/superPan%20star.html>.
19. Lüdtkke, J., Welling, J., Thömen, H., & Barbu, M. Lightweight wood-based board and process for producing it. Patent Application No. 12/518,419. USA. 2007.
20. Shalbafan A., Welling J., Luedtke J. Effect of processing parameters on mechanical properties of lightweight foam core sandwich panels // Wood Material Science & Engineering. 2012. V. 7. №. 2. pp. 69-75.
21. <http://http://www.cedarcrestwood.com/hollow-core-products.html>.
22. <http://www.corruven.com/product/corrugation.html>.
23. Negro F., Cremonini C., Zanuttini R., Properzi M., Pichelin F. A new wood-based lightweight composite for boatbuilding// Wood Research. 2011. V. 56. №2. pp. 257-265.
24. Nilsson J., Johansson J., Sandberg D. A new light-weight panel for interior joinery and furniture. Proc. of 9th Meeting of the Northern European Network for Wood Science and Engineering-WSE. Hannover, Germany 11-12 September 2013. pp. 184-189.
25. Iejavs J., Spelle U. Structural properties of cellular wood material. Pro Ligno. 2013. V. 9. №. 4. pp. 491-497.
26. Скуратов, Н. В. Патент на полезную модель. Материал на основе древесины. RU 102206 U1. 25.08.2010. Skuratov N. V. *Patent na poleznuju model'. Material na osnove drevesiny*. [The patent for utility model. Wood based material]. RU 102206 U1. 25.08.2010.
27. Skuratov N. New lightweight solid wood panels for green building/ Proc. of International Convention of Society of Wood Science and Technology and United Nations Economic Commission for Europe – Timber Committee, Paper IW-4, 11–14 October, Geneva, Switzerland. 2010. pp. 1–7.
28. Скуратов, Н.В. Патент на полезную модель. Клееный щит из древесины. RU 93328 U1. 30.10.2009. Skuratov N.V. *Patent na poleznuju model'. Kleenyy shhit iz drevesiny* [The patent for utility model. Glued wood board]. RU 93328 U1. 30.10.2009.
29. Скуратов, Н.В. Патент на полезную модель. Клееный щит из древесины. RU 102205 U1. 25.08.2010. Skuratov N. V. *Patent na poleznuju model'. Kleenyy shhit iz drevesiny* [The patent for utility model. Glued wood board]. RU 102205 U1. 25.08.2010.
30. Skuratov N., Ishak E. International Patent PCT/IB2010/002769. SEMISOLID WOODEN PANEL MADE OF PROFILED WOOD SECTIONS GLUED TOGETHER. Switzerland. Publication date: 05.05.2011.
31. <http://www.edo.ca/downloads/wood-based-opportunities.pdf>.

INNOVATIVE LIGHTWEIGHT WOOD BASED PANELS

Skuratov N.V., Prof. MSFU, Ph.D. (Tech.)⁽¹⁾

skuratov@mgul.ac.ru

⁽¹⁾ Moscow State Forest University (MSFU), 1st Institutskaya st., 1, 141005, Mytischki, Moscow reg., Russia

Innovative lightweight composite wood based materials, developed recently in different countries, are described in the paper. Largely, an increasing interest in these materials is due to the desire of manufacturers to reduce production costs through the inclusion of panels with lower density in the program of production. The wishes of consumers are an additional incentive to reduce the weight of panel products. As a reaction to this request in the framework of EU-funded program «COST» the research subprogram «Lightweight wood-based composites» has been prepared and implemented. In 2011 and 2013 during the fairs of woodworking equipment «LIGNA» in Germany the specialized conferences on lightweight wood-based panels were held. Recently in EU the specific standard for lightweight chipboards has been established. During the last 10-15 years the developments of new plates and panels with bulk density lower than 450-500 kg/cu. m were carried out in four main directions. The first direction in which many well-known manufacturers have moved is a decrease of the wood filler amount in the particleboards. Another method consisting in using a less dense, as a rule, plantation wood is applied for not only production of particleboards and plywood, but also for multi-layer solid wood panels. Not so long ago, a composite with significantly reduced density due to replacement of certain amount of chopped wood by special foamed polymer has been developed. A new three-layer composite with a core made from expanding polyurethane foam has an even lower density. Weight of panels can be reduced by creating the internal air cavities during their manufacture. This method is already used in the production of lightweight thick chipboards having longitudinal cylindrical internal cavities. The same approach is used in the newly developed lightweight three-layer solid wood panels having honeycomb middle layers.

Key words: boards, lightweight panels, wood based panels, composite materials.