D.A., Starikov A.V. Mul'tiagentnoe proektirovanie korpusnoj mebeli v srede VKBM]. *Lesotekhnicheskii zhurnal,* 2013, no. 3, pp. 89-94. (In Russian).

5. Basu, A., Blanning R. Metagraphs and Their Applications. Amit Basu, Robert W. Blanning. – Springer, 2010, 173 p.

Сведения об авторах

Мешков Дмитрий Алексеевич – аспирант кафедры автоматизации производственных процессов, ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: DAMeshkov@gmail.com.

Стариков Александр Вениаминович – заведующий кафедрой автоматизации производственных процессов, ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», доктор технических наук, доцент, г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: Starikov.vrn@gmail.com.

Information about authors

Meshkov Dmitry Alekseevich – Post-graduate student of the Deparetment of Automation Production Processes of FSBEI HPE «Voronezh State Academy of Forestry and Technologies», Voronezh, Russian Federation; e-mail: DAMeshkov@gmail.com.

Starikov Alexander Veniaminovich – Head of Department of Automation Production Processes of FSBEI HPE «Voronezh State Academy of Forestry and Technologies», DSc in Engineering, Associate Professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: Starikov.vrn@gmail.com.

DOI: 10.12737/6291
УДК 626.666.974

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВОЙСТВ ДРЕВЕСНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ НА ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

доктор технических наук, доцент **Т. Н. Стородубцева**[1]
А. А. Аксомитный[1]
1 – ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия»,
г. Воронеж, Российская Федерация

Актуальным направлением в последнее десятилетие является создание ресурсосберегающей технологии получения композиционных материалов. Целью исследований, результаты которых излагаются в данной работе, является выработка на их основе материаловедческих, технологических и иных приемов, гарантирующих трещиностойкость композиционного материала на основе лесопромышленных отходов в течение заданного срока эксплуатации изделий, в том числе железнодорожных шпал, сборно-разборных плит для лесовозных автомобильных дорог. Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований по выявлению влия-

ния физических факторов на трещиностойкость, монолитность структуры композиционного материала, рассмотрены меры по его защите от действия воды. Произведен анализ двух вариантов напряженного и деформированного состояния в кубике из древесины, найдены величины главных напряжений, определенные через направляющие косинусы положения главных площадок, а затем и величины главных относительных деформаций. Поставлен эксперимент по выявлению стойкости образцов-балок из композита базового состава, погруженных в воду, которые затем испытывали на чистый изгиб. Рассмотрены достоинства и недостатки возможных компонентов полимерпесчаной матрицы КМ на основе древесины с позиций включения их в ее состав с целью повышения водостойкости, предельной растяжимости, прочности и экологической безопасности. Приведено обоснование выбора компонентов водостойкого состава матрицы композита и разработана технология изготовления из него изделий для транспортного строительства – железнодорожных шпал, например, в существующих цехах шпалопиления; сборно-разборных плит для лесовозных автомобильных дорог.

Ключевые слова: древесина, отходы лесного комплекса, композиционные материалы, механические характеристики, ползучесть, выносливость.

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE PROPERTIES OF WOOD FILLER ON THE FRACTURE TOUGHNESS OF THE COMPOSITE MATERIAL

DSc in Engineering, Associate Professor **T. N. Storodubtseva**[1]

A. A. Aksomitny[1]

1 – FSBEI HPE «Voronezh State Academy of Forestry and Technologies»,
Voronezh, Russian Federation

Abstract

Current trend in the last decade is the creation of resource-saving technology for production of composite materials. Purpose of the research, the results of which are presented in this paper is to develop on the basis of their material science, technology and other methods to ensure fracture toughness of the composite material on the basis of the waste timber for a predetermined period of operation of products, including railway sleepers, collapsible panels for forest transportation roads. The results of theoretical and experimental research to identify the influence of physical factors on the fracture toughness, the monolithic of structure of the composite material are given measures to protect it from the action of water are considered. The analysis of the two variants of stress and strain state in a cube of wood was made, the value of the principal stresses are found, through the direction, cosines of position of the main provisions are defined, and then the principal values of the relative deformations. An experiment to detect resistance of specimens of composite beams of the base composition, immersed in water was hold, which are then tested in pure bending. The advantages and disadvantages of the possible components of polymer matrix KM on the basis of wood were considered from positions of including them into its structure in order to increase water resistance, limiting tensile strength and environmental safety. The substantiation of the choice of the

components of water-resistant composition of the matrix of the composite was given and the manufacturing techniques of its products for the transportation construction – railway sleepers, for example, in the existing shops of sleep-cutting; prefabricated slabs for logging roads is developed.

Keywords: wood, waste of wood complex, composite materials, mechanical properties, creepness, endurance.

Вторая половина двадцатого века ознаменовалась появлением целой группы новых композиционных материалов (КМ), которые во многих случаях по своим эксплуатационным свойствам превосходят лучшие стали и металлические сплавы. В промышленно развитых странах производство композиционных материалов неуклонно растет, поскольку эти материалы позволяют добиться существенного улучшения качества и снижения веса изделий и конструкций, в том числе и работающих в экстремальных условиях, при одновременном увеличении их надежности и ресурса. В последние годы сферой внедрения композиционных материалов стала медицина, где из этих материалов изготавливают не только инструменты и изделия медицинской техники, но и заменители костных и мышечных тканей, а также имплантанты различного назначения и многое другое.

По сути КМ представляют собой термодинамические неравновесные системы, состоящие из двух или более компонентов, отличающихся по химическому составу, физико-механические свойствам и разделенных в материале четко выраженной границей. Каждый из компонентов вводится в состав, чтобы придать ему требуемые свойства, которыми не обладает каждый из компонентов в отдельности [1]. Комбинируя объемное соотношение компонентов, можно получать материалы с требуемыми характеристиками.

Основным фактором, определяющим выбор метода получения КМ, является технологическая совместимость компонентов, т. к. возможно разупрочнение волокон в результате химического взаимодействия с матрицей в процессе изготовления, а также их механических повреждение. Если выбор армирующего компонента определяется назначением КМ, то в выборе матричного материала руководствуются главным образом уровнем рабочих температур.

Целью данных исследований, результаты которых излагаются в данной работе, является выработка на их основе технологических, материаловедческих и иных приемов, гарантирующих трещиностойкость композита в течение заданного эксплуатационного срока шпал, в том числе лесовозных железных дорог [2].

Обзор научных публикаций, посвященных влиянию физических факторов – температуры, усадки и воды на прочностные и упругие характеристики главных компонентов композита – полимерпесчаного раствора и древесины, позволил установить наиболее важные результаты проведенных исследований и частично использовать их. Прочность и жесткость КМ определяются главным образом свойствами высокомодульных и высокопрочных волокон, однако роль матрицы также существенна [3].

В связи с изложенным, представлялось важным изучить влияние различных

физических факторов на полимерную матрицу из полимерпесчаного композиционного материала, древесный заполнитель и, в целом, на композит с учетом анизотропии их свойств.

Интересной особенностью является большое сопротивление распространению усталостной трещины при знакопеременных или пульсирующих нагрузках, что характерно для волокнистых структур. Обычно в КМ трещина усталости, достигнув границы раздела компонентов, развивается некоторое время вдоль нее, затем перерезает очередное волокно в его слабом участке и т. д.; это приводит к диссипации напряжений в устье трещины и замедлению ее распространения.

В известных исследованиях процесса усадки полимерных материалов их авторы учитывали только факты роста прочности, модуля упругости и самой усадки при отверждении. При этом совершенно не принималось во внимание, что этот процесс сопровождается повышением температуры, а это связано с понижением прочностных и упругих характеристик, что и учитывалось нами наряду с анизотропией свойств древесины при исследованиях усадки композита.

Рассмотрим варианты взаимодействия армирующего заполнителя и матриц при усадке.

В первом варианте рассматривался процесс усадки полимерной матрицы с заключенным в ней стекловолокном, причем принимается, что имеют место упругие деформации растяжений смолы и сжатия волокна.

Мы рассмотрели условие равновесия растягивающих усилий в стекловолокне и касательных – на границах раздела стекловолокно – полимерная матрица.

Процесс отверждения протекает по экспоненциальному закону, т.е. неравномерно во времени. Вначале он достаточно интенсивен. Затем полимеррастворр, связующим которого он является, густеет, и с этого момента свободным деформациям его усадки начинает препятствовать древесный заполнитель, в нашем случае – это грани деревянного кубика с концентрацией напряжений у его ребер.

Их рассмотрение позволило сделать вывод о том, что наличие остаточных температурных напряжений на поверхности изделия делают в определенный момент напряженное состояние в кубе из полимерпесчаного композиционного материала и, конечно, любого изделия из этого материала более опасным, чем при его полном остывании. Аналогичное состояние может возникнуть, например, в железнодорожной шпале, в летнее время.

Нами выведены формулы для подсчета относительных упругих усадочных деформаций в полимерной оболочке $\varepsilon_{по.у.}$ и напряжений – $\sigma_{по.у.Т.}$ в кубе из древесного КМ, зависимых от температуры изделия Т по первому варианту. Другие принятые обозначения: $А_д$ – площадь грани деревянного кубика, $А_{по}=А_{по}^{отр}$ – площадь возможного отрыва полимерной оболочки, равная 28,75 см^2; $Е_{по}$ – модуль упругости древесного КМ при растяжении (или сжатии), зависящий от времени отверждения и температуры Т; $Е_д$ – то же древесины; $m=Е_{по}\cdot А_{по}/Е_д\cdot А_д$; $у_{по}$ – конечная величина усадки полимерного раствора, матрицы

стекловолокнистого КМ, равная 0,002.

Итак, приращения усадки и упругих относительных деформаций связаны между собой следующим выражением:

$$dy=d\varepsilon_{по}+d\varepsilon_{д}. \quad (1)$$

Приращения упругих сил в полимерной оболочке и деревянной кубе в каждый момент времени t должны быть в равновесии:

$$dN_{по}=dN_{д}, \quad (2)$$

где

$$dN_{по}=d\varepsilon_{по}\cdot E_{по}(t)\cdot A_{по}, \quad (3)$$

$$dN_{д}=d\varepsilon_{д}\cdot E_{д}\cdot A_{д}. \quad (4)$$

Принимаем, что модуль упругости стекловолокнистого КМ изменяется во времени по экспоненциальному закону:

$$E_{по}(t)=E_{по}(1-e^{-\alpha t}), \quad (5)$$

где $E_{по}(t)$ – значение модуля в момент времени t; $E_{по}$ – конечное значение модуля, т.е. при T=20°C.

Подставляя (3) и (4) в (2), получим:

$$d\varepsilon_{по}\cdot E_{по}(1-e^{-\alpha t})\cdot A_{по}=d\varepsilon_{д}\cdot E_{д}\cdot A_{д}, \quad (6)$$

откуда

$$d\varepsilon_{д}=d\varepsilon_{по}\cdot E_{по}(1-e^{-\alpha t})\cdot A_{по}/(E_{д}\cdot A_{д}). \quad (7)$$

Введем обозначения: $m=E_{по}\cdot A_{по}/E_{д}\cdot A_{д}$, тогда (7) примет вид:

$$d\varepsilon_{д}=d\varepsilon_{по}\cdot(1-e^{-\alpha t})\cdot m. \quad (8)$$

Теперь представим зависимость линейной усадки полимерной оболочки от времени также в виде экспоненциальной функции:

$$y_{по}(t)=y_{по}\cdot(1-e^{-\alpha t}), \quad (9)$$

где $y_{по}(t)$ – усадка полимерной оболочки на время t; $y_{по}$ – конечная величина усадки, т.е. при T=20°C. Возьмем производную от функции (9) по dt:

$$y'(t)dt=y_{по}[0-(-\alpha)\cdot e^{-\alpha t}]dt, \quad (10)$$

но

$$y'(t)=dy/dt, \quad (11)$$

или

$$dy=(y_{по}\cdot\alpha\cdot e^{-\alpha t})dt. \quad (12)$$

Подставим (2) и (12) в (1):

$$(y_{по}\cdot\alpha\cdot e^{-\alpha t})dt=d\varepsilon_{по}+d\varepsilon_{по}(1-e^{-\alpha t})\cdot m=$$

$$=d\varepsilon_{по}\cdot(1+1\cdot m-m\cdot e^{-\alpha t}), \quad (13)$$

откуда, после необходимого для вывода умножения на дробь m/m, получим:

$$d\varepsilon_{по}=[(y_{по}\cdot\alpha\cdot e^{-\alpha t})dt/(1+m-m\cdot e^{-\alpha t})](m/m). \quad (14)$$

Проинтегрируем левую и правую части уравнения (14):

$$\int_0^{\varepsilon_{по.у}} d\varepsilon_{по}=\int_0^t \frac{y_{по}\cdot\alpha\cdot e^{-\alpha t}\cdot m\cdot dt}{m\left(1+m-m\cdot e^{-\alpha t}\right)}=\frac{y_{по}}{m}\int_0^t \frac{m\cdot\alpha\cdot e^{-\alpha t}\cdot dt}{\left(1+m-m\cdot e^{-\alpha t}\right)}. \quad (15)$$

Из высшей математики известно, что

$$\int_0^{\infty} \frac{f'(t)dt}{f(t)}=\ln|t|. \quad (16)$$

В нашем случае:

$$\left(1+m-m\cdot e^{-\alpha t}\right)'t=+\alpha m e^{-\alpha t}. \quad (17)$$

Тогда выражение (15) примет вид:

$$\varepsilon_{по у}=\frac{y_{по}}{m}\cdot\int_0^{\infty}\frac{\left(m\cdot\alpha\cdot e^{-\alpha t}dt\right)}{\left(1+m-m\cdot e^{-\alpha t}\right)}=\frac{y_{по}}{m}\ln\left(1+m-me^{-\alpha t}\right)\Big|_0^{\infty}. \quad (18)$$

и, после подстановки пределов интегрирования, получим:

$$\varepsilon_{по у}=\frac{y_{по}}{m}[\ln(1+m)-\ln 1]=\frac{y_{по}}{m}\ln(1+m)=\frac{y_{по}}{m}\frac{\lg(1+m)}{\lg e}. \quad (19)$$

Аналогично находятся деформации и напряжения в кубе из древесного КМ по направлению нормали «а». Для этого случая в формулу (19) необходимо подставить значения: $y_{по}$ – конечную линейную усадку полимерного раствора – матрицы древесного КМ, равную 0,002 (0,2 %):

$$m=E^{сж.а}_{по.T=60°C}\cdot A_{по}\Big/E^{сж.а}_{д.T=60°C}\cdot A_{д}=$$

$$=1{,}26\cdot10^4\cdot28{,}75/1{,}0\cdot10^4\cdot20{,}25=1{,}79, \quad (20)$$

где $E^{сж.а}_{д.T,°C}=(1{,}1-0{,}00166T)\cdot10^4$. (21)

$$E^{сж.а}_{д.T=60,°C}=(1{,}1-0{,}00166\cdot60)\cdot10^4=$$

$=1\cdot10^4$ МПа – модуль упругости при сжа-

тии древесины и температуре прогрева изделия, равной 60°С; lg(1+m)=lg(1+1,79)= =lg 2,79=0,4456; lg e=0,4314.

Относительная упругая деформация усадки по направлению нормали «а», совпадающей с продольной осью изгибаемого элемента, вдоль которой ориентируется древесный заполнитель древесного КМ, равна:

$$\varepsilon^{сж.а}_{по.у.Т=60°С} = y_{по}\lg(1+m)/m\cdot\lg e = \\ = 0,002\cdot 0,4456/1,79\cdot 0,4314 = \\ = 0,0011 > \varepsilon^{сж.а}_{по.пц.Т=60°С} = 0,00073, \quad (22)$$

но

$$\varepsilon^{сж.а}_{по.у.Т=60°С} < \varepsilon^{сж.а}_{по.мак.Т=20°С} = 0,0013. \quad (23)$$

где $\varepsilon^{сж.а}_{по.пц.Т=60°С}$ – предельно возможная относительная упругая деформация по оси «а», которую можно подсчитать, применив закон Р. Гука с учетом температуры прогрева изделия, равной 60°С. и коэффициента пропорциональности $К_{пц} = 0,51$:

$$\varepsilon^{сж.а}_{по.пц.Т=60°С} = \sigma^{сж.а}_{по.пч.Т=60°С}\cdot К_{пц}/Е^{сж.а}_{по.Т=60°С} = \\ = 17,83\cdot 0,51/1,24\cdot 10^4 \approx 0,00073, \quad (24)$$

где $\sigma^{сж.а}_{по.пч}$ – предел прочности при сжатии КМ при Т = 60°С, равный 17,83 МПа;

$Е^{сж.а}_{по.Т=60°С}$ – модуль упругости при сжатии КМ при Т = 60°С, равный $1,24\cdot 10^4$ МПа.

Максимальная условная сжимаемость полимерной оболочки при Т = 20 °С равна:

$$\varepsilon^{сж.а}_{по.мак.Т=20°С} = \sigma^{сж.а}_{по.пч.Т=20°С}/E^{сж.а}_{по.Т=20°С} = \\ = 21,16/1,64\cdot 10^4 = 0,0013. \quad (25)$$

Напряжение усадки на поверхности полимерной оболочки при температуре прогрева изделия, равной 60 °С. может быть подсчитано из условия равновесия внутренних сил – $N_{по}=N_д$ и, с учетом того, что

$$\varepsilon^{сж.а}_{д.у.Т=60°С} = y^{а}_{по} - \varepsilon^{сж.а}_{по.у.Т=60°С} = \\ = 0,002 - 0,0011 = 0,0009. \quad (26)$$

Оно будет равно:

$$\sigma^{сж.а}_{по.у.Т=60°С}\cdot А_{по} = Е^{сж.а}_{д.Т=60°С}\cdot\varepsilon^{сж.а}_{д.Т=60°С}\cdot А_д, \quad (27)$$

откуда сжимающие напряжения усадки на поверхности полимерной оболочки равны:

$$\sigma^{сж.а}_{по.у.Т=60°С} = -E^{сж.а}_{д.Т=60°С}\cdot\varepsilon^{сж.а}_{д.Т=60°С}\cdot A_д/A_{по} = \\ = 1,0\cdot 10^4\cdot 0,0009\cdot 20,25/28,75 = -6,30 \text{ МПа}. \quad (28)$$

Знак «минус» подставлен потому, что напряжения сжатия являются отрицательными.

Упругие относительные деформации близки к предельным упругим растяжимости и сжимаемости, хотя они и ниже условных максимальных. Это может привести при уменьшении модулей упругости при увлажнении, например, к разрушению защитной полимерной оболочки изделия из древесного КМ.

При выводе формул, позволивших вычислить деформации и напряжения при усадке полимерной оболочки КМ с учетом влияния температуры, было принято, что внутренними, уравновешивающими друг друга, силами являются силы полимерной оболочки и древесины, что позволило упростить формулы и получить численные значения деформаций и напряжений при температуре материала 60 и 20 °С.

Их рассмотрение позволило сделать вывод о том, что наличие остаточных температурных напряжений на поверхности изделия делают в определенный момент напряженное состояние в образце из полимерпесчаного композиционного материала и, конечно, любого изделия из этого материала, более опасным, чем при его полном остывании [4]. Аналогичное состояние

может возникнуть, например, в железнодорожной шпале в летнее время и, в особенности, через рельсы на стрелочных переводах и в кривых, когда они разогреваются до температуры более 100 °С при движении по ним.

Следует отметить, что в России рост потребления КМ за год составил более тридцати процентов. С учетом стадии жизненного цикла рынка, динамикой роста потребления и производства в других странах, потенциал российского рынка композитов огромен. Мировой рынок композиционных материалов сейчас находится в стадии роста и ежегодное увеличение составляет около двадцати процентов [5].

Библиографический список

1. Стородубцева, Т. Н. Моделирование напряженного состояния древесины, подверженной действию агрессивных сред в композиционном материале [Текст] / Т. Н. Стородубцева // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4. – Ч. 1. – С. 65-70.

2. Стородубцева, Т. Н. Композиционный материал на основе древесины для железнодорожных шпал : Трещиностойкость под действием физических факторов [Текст] : монография / Т. Н. Стородубцева. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2002.– 216 с.

3. Композиционные материалы. Справочник [Текст] : учебник для вузов / под ред. Д. М. Карпиноса. – К., 1985. – 260 с.

4. Стородубцева, Т. Н. Формирование механических характеристик и макроструктуры композита в зависимости от синергетических эффектов взаимодействия его компонентов [Текст] / Т. Н. Стородубцева // Лесотехнический журнал. – Воронеж, 2013. – № 4 (12). – С. 134-138.

5. Рынок композиционных материалов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.kompozit-deck.ru/dpk_market.php.

References

1. Storodubtseva T.N. Modeling of stress state of wood, subjected to the action of aggressive media in the composite material [Storodubtseva T.N. Modelirovanie naprjazhennogo sostojanija drevesiny, podverzhennoj dejstviju agressivnyh sred v kompozicionnom materiale]. *Fundamental'nye issledovanija – Journal "Basic research*", 2013, no. 4 (Part 1), pp. 65-70. (In Russian).

2. Storodubtseva T.N. The composite material based on wood for railway sleepers: Crack resistance under the influence of physical factors: monograph [Storodubtseva T.N. Kompozicionnyj material na osnove drevesiny dlja zhelezno-dorozhnyh shpal: Treshhinostojkost' pod dejstviem fizicheskih faktorov: monografija]. Voronezh, 2002, 216 p. (In Russian).

3. Composite materials. Handbook [Kompozicionnye materialy. Spravochnik]. Kiev, 1985, 260 p. (In Russian).

4. Storodubtseva T.N. Formation and mechanical properties of the macrostructure of the composite according to the synergistic effects of the interaction of its components [Storodubtseva T.N. Formirovanie mehanicheskih harakteristik i makrostruktury kompozita v zavisimosti ot sinergeti-

cheskih jeffektov vzaimodejstvija ego komponentov]. *Lesotekhnicheskii zhurnal,* 2013, no. 4 (12), pp. 134-138. (In Russian).

5. The market of composite materials [Rynok kompoziciionnyh materialov]. Available at: http://www.kompozit-deck.ru/dpk_market.php. (In Russian).

Сведения об авторах

Стородубцева Тамара Никаноровна – профессор кафедры промышленного транспорта, строительства и геодезии, ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», доктор технических наук, доцент, Воронеж, Российская Федерация; e-mail: tamara-tns@yandex.ru.

Аксомитный Алексей Андреевич – аспирант кафедры промышленного транспорта, строительства и геодезии, ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: tamara-tns@yandex.ru.

Information about authors

Storodubtseva Tamara Nikanorovna – Professor of Department of Industrial Transport, Civil Engineering and Geodesy of FSBEI HPE «Voronezh State Academy of Forestry and Technologies», DSc in Engineering, Associate Professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: tamara-tns@yandex.ru.

Aksomitny Aleksey Andreevich – Post-graduate student of Department of Industrial Transport, Civil Engineering and Geodesy of FSBEI HPE «Voronezh State Academy of Forestry and Technologies», Voronezh, Russian Federation; e-mail: tamara-tns@yandex.ru.

DOI: 10.12737/6294
УДК 674.419

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ В ИЗГОТОВЛЕНИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ СО СПЕЦИФИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

кандидат технических наук **И. В. Яцун**[1]
кандидат технических наук **Ю. И. Ветошкин**[1]
С. Б. Шишкина[1]
1 – ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», «Институт лесопромышленного бизнеса и дорожного строительства», г. Екатеринбург, Российская Федерация

Ресурсосбережение и комплексное использование сырья являются одним из приоритетных направлений современных производств. Большое и разнообразное количество отходов деревопереработки ставит задачи в области вторичной переработки. Производство плитных материалов на основе древесных отходов ориентировано на мебельное производство и строительство.