

4. ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ. БИОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 674-419.3

А.А. Леонович, Л.В. Замазий

ПОДСОЛНЕЧНАЯ ЛУЗГА КАК СЫРЬЁ ДЛЯ ПЛИТ ТИПА ДСП

Введение. Подсолнечник является одной из самых распространённых и высокоурожайных масличных культур в Российской Федерации [Ториков, Мельникова, 2024]. Плод подсолнечника – удлинённая клиновидная семянка, размеры которой колеблются, состоящая из двух основных частей кожуры (плодовой оболочки), выполняющей роль защиты семени от негативного воздействия окружающей среды и насекомых, внутри которой заключено белое ядро. В 2023 г. по данным Российской селекционно-семеноводческой компании сбор семян подсолнечника на территории нашей страны составил 56 800 тыс. т.

В результате переработки семян при отделении ядра от плодовой оболочки (облущивании) образуется побочный продукт. Технически этот отход называют лузгой, она представляет собой одревесневшую растительную ткань. Доля лузги составляет 15...20% от общей массы плода. В годовом исчислении на масложировых предприятиях скапливается порядка 8–9 млн т лузги, которые требуют дальнейшей утилизации.

В основном лузга используется как топливо для обогрева помещений или свозится в отвалы. Рассматривались и другие варианты ее использования для изготовления топливных пеллет, как дополнительное кормовое средство для скота, в получении фурфурола и кормовых дрожжей [Ваншин, 2015; Гнеуш и др., 2020], но практического применения они не нашли.

Одним из рациональных путей использования лузги представляется включение ее в состав строительных материалов. В частности, на её основе может быть изготовлен композиционный плитный материал по типу древесностружечной плиты (ДСП) с физико-механическими свойствами, присущими как минимум их низким маркам. Это откроет новые перспективы и возможности их применения в различных отраслях промышленности, главным образом в строительстве, особенно для южных безлесных районов нашей страны.

Сведения о лузге как сырье для плитного материала весьма ограничены [Угрюмов, 2001; Плотникова, 2021]. Прямой заменой древесных частиц положительных результатов из-за их исходной формы, напоминающей лодочки и потому плохо прилегающей друг к другу, достигнуто не было. Для успешного включения лузги в плитное производство нужно выявить необходимые для этого не только геометрические, но и физико-химические свойства и соответствующим образом её модифицировать.

Целью настоящей статьи явилась выработка концепции трансформации лузги в подходящее сырьё и изучение получаемого модифицированием субстрата для дальнейшей разработки технологии изготовления плит на этой основе.

Концепция создания на основе подсолнечной лузги плитного материала типа ДСП состоит в геометрической трансформации субстрата для создания достаточной поверхности контакта частиц между собой и модифицирования их поверхности для обеспечения адгезионного взаимодействия со связующим, при этом желательно дополнить условиями взаимодействия его реакционноспособных групп с другими добавками, которые вводятся в субстрат с пластифицирующей функцией. Для размягчения лузги следует использовать приемы изменения термических свойств древесины при внешних воздействиях, а именно при увлажнении, при нагревании и при механическом воздействии [Аким, 2019; Лоскутов, 2024]. Этим достигается более плотное взаимоприлегание контактирующих частиц и обеспечивается расстекловывание субстрата на стадии горячего прессования плит. В целом должно достигаться с участием связующего требуемое межчастичное взаимодействие и качество изготавливаемых плит. Следует установить температурный интервал прессования материала, который определяется природой лузги и теми изменениями, которые произойдут при её модифицировании. Он устанавливается дериватографическими и термогравиметрическими исследованиями.

Методика исследований. Объектом исследования является подсолнечная лузга, полученная с предприятия АО «Казанский жировой комбинат», которая представляет отход при производстве подсолнечного масла.

Приведение геометрической формы субстрата, напоминающей собой «лодочку», к идеальной геометрии древесных частиц, условно напоминающей параллелепипед, обеспечивалось вальцеванием лузги с регулируемой величиной просвета между валками с последующей оптической регистрацией размеров получаемых расплющенных частиц. Дисперсионный состав оценивали просеиванием на ситовом анализаторе с набором сит (10; 7; 5; 3; 2; 1 и 0,5 мм) с отбором и использованием фракций 7/5, 5/3 и 3/2 мм, составляющих $92 \pm 3\%$ исходной массы лузги.

Плотность определялась на вырезанных из боковых граней лузги частях размером $3,50 \times 3,50$ мм переменной толщины 0,13...0,28 мм, с ис-

пользованием электронного микроскопа отбирались частицы одного размера. Толщину измеряли микрометром с точностью $\pm 0,01$ мм. Взвешивание частиц проводили на аналитических весах. Распределение связующего по поверхности отобранных частиц определяли фотографированием с использованием микроскопа.

ТМ-кривые с установлением T_c (температуры стеклования) определяли на приборе Shimadzu ТМ-60. Дериватографические исследования с определением температур тепловых эффектов и потери массы при нагревании выполнены с использованием прибора Shimadzu DTG-60 (Инжиниринговый центр Санкт-Петербургского государственного технологического университета).

Кондиционную лужу обрабатывали связующим из карбамидоформальдегидной смолы марки КФМТ-15 и отвердителя – хлорида аммония – с переменным расходом. Определение краевого угла смачивания образцов подсолнечной лужи проводили на основе методик [Угрюмов, 2009] с использованием электронного микроскопа.

Запрессовку плит производили на прессе марки АВБАК ERIKSSON НРА 500 X 500 X1X 160 TON при переменных параметрах (температура 180...220 °С; продолжительность прессования 0,25...0,5 мин/мм) с последующим кондиционированием образцов. Физико-механические испытания проводили по ГОСТ 10632-2014 «Плиты древесно-стружечные. Технические условия».

Результаты исследования. Модельное представление о частичке исходной лужи с дискретно нанесённым связующим в виде капель, представляемой и условно называемой «лодочкой», после облущивания приведено на рис. 1. Изображение носит иллюстрационный характер, тонкие чёрточки над каплями связующего условно изображают удельную свободную поверхностную энергию (УСПЭ), зависящую от расположения капли на конкретной точке поверхности частицы.

Располагая точки в ряд по их уменьшающимся значениям УСПЭ, имеем $1 > 2 > 3 > 4$. Вследствие энергетической неравномерности при нанесении связующего путем распыления («осмоления») оно максимально попадает на микрообласть 1. С точки зрения образования плиты наиболее желательна позиция 3, тогда как позиция 1 с максимальным количеством связующего вносит меньший вклад в монолитизацию материала. Кроме того, она при запрессовке с большей вероятностью отламывается и тогда практически не участвует в соединении частиц субстрата. Мы провели контрольную запрессовку лужи без связующего при соответствующих условиях прессования, и выяснилось по результатам фракционирования, что у подавляющего числа частиц (до 60%) этот фрагмент отделяется и переходит в мелочь, и не участвует в монолитизации готового материала.

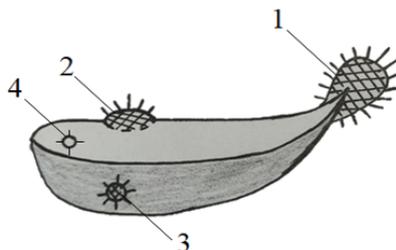


Рис. 1. Распределение УСПЭ характерных отдельных точек на поверхности плодовых оболочек подсолнечника

Fig. 1. Distribution SFSE on characteristic individual points on the surface of sunflower shell

Фрагмент частицы 2 плохо прилегает к соседним частицам, а позиция 4, находясь в глубине частицы, вообще может не вступать в контакт. По этой причине плиты, получаемые из исходных частичек в форме «лодочек», не удовлетворяют поставленным требованиям, даже несмотря на повышенный расход связующего. Наши данные по плитам из лузги с переменным расходом связующего подтверждают это положение (табл. 1).

Таблица 1

Показатели физико-механических свойств плит по типу ДСП с переменным расходом связующего

Indicators of physical and mechanical properties of the type of particle board with variable binder consumption

Доля связующего, %	Плотность ρ , кг/м ³	Прочность при изгибе $\sigma_{изг}$, МПа	Разбухание по толщине, %	Водопоглощение, %
10	607 ± 30	5,6 ± 0,3	20,0 ± 1,2	98,2 ± 6,8
20	603 ± 24	9,3 ± 0,4	15,6 ± 1,1	66,5 ± 4,7
30	612 ± 28	14,7 ± 0,7	18,5 ± 0,8	59,6 ± 3,6

Штатный расход КФС в производстве ДСП составляет 8...10 мас. %, тогда как существенное повышение связующего не обеспечивает надлежащей прочности плит из лузги на самую низкую марку ДСП (плиты Р-1, регламентируемые ГОСТ 10632-2014, прочность при изгибе ($\sigma_{изг}$) не менее 10,5 МПа (для плит толщиной свыше 6 до 13 мм включительно)). Водостойкость плит оказывается низкой, а длительное нахождение в воде приводит к неограниченному разбуханию образцов с любым осмолением.

Очевидная причина низкой прочности связана с нерациональным распределением связующего по поверхности частиц и недостаточно плотным прилеганием осмолённых частиц друг к другу. Увеличение расхода в 2-3 раза против норматива неприемлемо, поскольку увеличивает токсичность плит выше допустимого и приводит к такому росту себестоимости, что производство окажется нерентабельным и не найдёт потребителя.

Ранее на изготовление плит из лузги был взят патент [Глазков, 2000], однако по низкой прочности плит даже об опытно-промышленной выработке не сообщалось. Негативный опыт использования лузги привёл нас к необходимости включить в технологию трансформацию частиц путём перевода формы лодочки в новую форму наподобие древесных частиц. Этого достигли пропуская частицы через валки промышленных вальцов с определением оптимального просвета и последующей сортировкой с удалением не более 10% мелочи (табл. 2).

Таблица 2

**Влияние просвета при пропускании лузги между валками
на изменение площади лузги**
**Effect of the lumen when passing the husk between the rolls
on the change in the area of the husk**

Расстояние между валками, мм	Содержание кондиционной лузги, %	Содержание мелочи, %	$S_{\text{лузги}}$, мм ²	$\Sigma(S_{\text{связующего}})$, мм ²
0,10	83,6 ± 2,4	16,4 ± 1,2	32,4 ± 1,6	12,9 ± 0,6
0,20	87,5 ± 1,8	12,5 ± 1,0	29,1 ± 1,3	12,5 ± 0,7
0,30	88,7 ± 3,2	11,3 ± 0,08	33,5 ± 1,8	13,1 ± 0,5
0,40	89,9 ± 2,8	10,1 ± 0,06	34,9 ± 2,2	14,7 ± 0,06

Трансформация геометрических размеров привела к получению частиц, позволяющих добиться рациональной укладки их в ковёр, когда большая часть поверхности «работает» на образование плиты, – вступает в контакт между частицами. Полученные частицы характеризуются увеличенной в плоскости прессования поверхностью для контакта ($S_{\text{лузги}}$) и являются функцией давления, возникающего при пропускании лузги между валками.

По условиям горячего прессования решающее значение имеет температура размягчения (расстекловывания) вещества лузги при нагревании выше T_c для более плотного прилегания частиц друг к другу по условиям диффузионной теории адгезии. Для этого по общепринятой для полимеров методике определяли значения T_c на рис. 2.

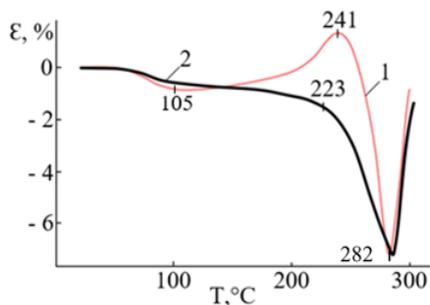


Рис. 2. ТМ-анализ таблетированных образцов лузги (1) и древесины берёзы (2)

Fig. 2. TM-analysis of tablet samples of husk (1) and birch wood (2)

Предварительно, в начале испытания, плунжер укладывается на неровности образца, и происходит его сушка (участок 20...105 °C). Он не характерен для изучения физико-механических изменений. Второй участок кривой (105...241 °C) отражает деформацию сжатия образца, обусловленную изменениями в структуре. Внутренняя энергия, запасённая при запрессовке образца, начинает преодолевать энергию взаимодействия структуры, и связи между частицами ослабевают. На ТМ-кривой для лузги фиксируется $T_c = 241 \pm 2^\circ\text{C}$. С дальнейшим нагреванием остаточные напряжения, возникшие при запрессовке образца, начинают проявляться и в нём при данной внешней нагрузке начинает происходить восстановление размеров, образец проявляет тенденцию возврата к положению до запрессовки. На кривой сжатия деформация восстановления размера образца показана с отрицательным знаком. Однако эти изменения еще не приводят к размягчению высокомолекулярных компонентов.

Значение T_c желательно обеспечить при горячем прессовании материала на основе лузги. Можно отметить, что в древесных композиционных материалах, например, в древесных волокнах и на модельном компоненте целлюлоза, значение T_c достоверно проявляется при более низкой температуре и в отсутствие пластификаторов составляет для целлюлозы 220 °C [Каргин и др., 1968; Леонович, 2022].

При температуре 282 °C, когда остаточные напряжения реализуются полностью и восстановление образца завершается, размягчение упругого компонента в лузге приводит к третьему участку проявления деформации сжатия системы в виде участка размягчения.

При сравнении деформирования лузги с древесиной в области T_c отметим, что оно проявляется в более высокой температурной области и, сле-

довательно, потребуется более высокая температура горячего прессования плит. Однако следует не превышать температуру активного термического разложения, что повлечёт за собой падение прочности частиц и плиты в целом. Эти температурные границы можно установить дериватографическим исследованием, приведённым на рис. 3.

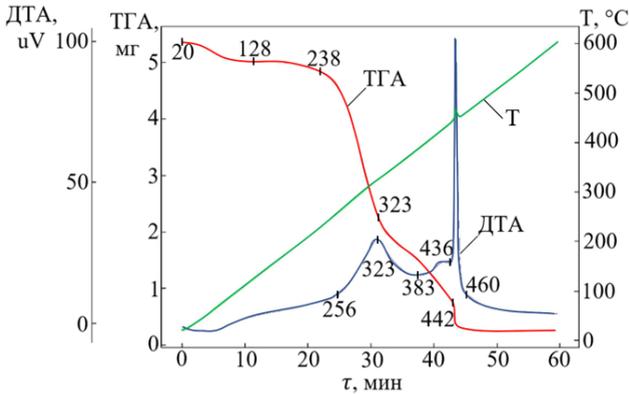


Рис. 3. Кривые термического анализа подсолнечной лузги

Fig. 3. Curves of thermal analysis of sunflower husk

Процесс термического разложения подсолнечной лузги можно разделить на несколько этапов. На первом этапе, который обусловлен сушкой, лузга к моменту достижения температуры 128 °С теряет всю влагу, и образец утрачивает 5,8% своей массы. На этом этапе не происходит образования органических летучих продуктов. Следующий этап – это термическое разложение, которое становится выраженным при температуре 238 °С; к этой температуре нагревания масса образца уменьшается на 3,4%, происходит некоторое разложение менее термостойких компонентов лузги, сопровождающееся выделением реакционной воды, CO₂, CO и некоторых других продуктов. Стадия от 238 до 323 °С – это активное термическое разложение (экзотермический процесс) и образование основной массы летучих продуктов разложения вещества лузги. Температуру 238 ± 3 °С, как соответствующую началу максимальной скорости разложения, можно принять как предельную температуру горячего прессования. На этой стадии потеря массы составляет 54,6%. При дальнейшем нагревании на стадии 323–442 °С происходит более сложное разложение и конденсационные перегруппировки структуры. Такой высокотемпературный режим уже не имеет отношения к реальной технологии.

Таким образом, подсолнечная лузга отличается от древесины, в частности, более высокой устойчивостью и повышенной температурой размяг-

чения. Из анатомического строения лузги следует, что её наружный слой содержит воск, состоящий из сложных эфиров высокомолекулярных жирных кислот, высокомолекулярных спиртов и углеводов [Кирсанов и др., 2010]. По этой причине пригодность КФС ограничена плохой смачиваемостью поверхности и пониженной адгезионной способностью. Анализ клеевых соединений и варианты типов клеевых швов привели к выводу об особенностях лузги, когда нормальных клеевых швов вследствие локального соединения поверхностей лузги, происходящего на границе «связующее со связующим», оказывается меньше, чем ослабленных. В последних микрообласть контакта приходится за счёт капли, нанесённой только на одну из контактирующих поверхностей. Соотношение типов клеевых швов в пользу нормальных не может быть увеличено простым увеличением массовой доли связующего в рецептуре из-за ограничений в его экономически приемлемом расходе [Леонович и др., 2024].

Казалось бы, удалением внешнего воскового слоя, нагреванием и испарением можно улучшить смачиваемость и повысить качество клеевых швов. Однако оказалось, что разложением и испарением внешнего слоя повысить гидрофильность не только нельзя, но, напротив, при нагревании как наружных, так и внутренних слоёв уплощённых частиц лузги смачиваемость раствором связующего КФМТ-15 значительно ухудшается. Об этом свидетельствуют значения равновесного краевого угла смачивания, найденные из известного уравнения Дюпре – Юнга, которые приведены в табл. 3 и выражены как среднее арифметическое значение; тут же приведена ошибка определения m , полученная с вероятностью $P = 0,95$ из шести параллельных образцов. Внутренний слой более гидрофобен под влиянием химического состава оболочки.

Таблица 3

Определение смачиваемости подсолнечной лузги, прошедшей термообработку

Determination of the wettability of heat-treated sunflower husks

Температура обработки лузги, °С	Наружный слой		Внутренний слой	
	Краевой угол смачивания, град.	Ошибка m	Краевой угол смачивания, град.	Ошибка m
Исходная лузга	39	± 3	52	± 3
120	68	± 3	73	± 4
140	67	± 4	72	± 3

Выводы.

1. Оболочки семян подсолнечника (лузга) по плитообразующим параметрам, включая температурные характеристики, пригодность к адгезионному взаимодействию с полярными связующими, а также геометрическую форму, уступают древесному сырью, особенно заболонной части лиственных пород. Несмотря на экономическую привлекательность как сырья, требующего утилизации, использование лузги требует специальной технологии плитной переработки, что возможно на основе выявленных технологических особенностей.

2. Поскольку функциональное предназначение оболочек семян – защита от природных воздействий, то термическим анализом установили, что режим переработки в плитный материал потребует более жёстких параметров, в частности, для увеличения площади контакта необходимо изменить геометрическую форму (от так называемой «лодочки» к плоским частицам), повысить температуру горячего прессования для достижения её размягчения (для температуры 241 ± 2 °С), с ограничением предельного значения началом активного экзотермического распада вещества лузги – 256 ± 3 °С. Оптимальный температурный режим прессования лежит в пределах $241 \dots 256$ °С.

3. С целью приближения условий переработки к реальным техническим возможностям плитного производства необходимо изучить и подобрать условия повышения полярности лузги для возможности использования промышленно доступных синтетических связующих с одновременной пластификацией вещества лузги для снижения режима с тем, чтобы использовать прессовое оборудование, потенциал для модернизации которого уже исчерпан.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

Аким Э.Л. Современные проблемы и перспективы био-рефайнинга растительного сырья // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы IV НТК. СПб.: СПбГЛТУ, 2019. С. 262–264.

Ванишин В.В. Производство растительных масел. Оренбург: ОГУ, 2015. 243 с.

Глазков С.С. Патент № 2196045 «Способ изготовления плит из подсолнечной лузги». Оpubл. 10.01.2003.

Гнеуш А.Н., Юрина Н.А., Копыльцов С.В., Петенко А.И. Биоконверсия растительного сырья. Краснодар : КубГАУ, 2020. 187 с.

Каргин В.А., Козлов П.В., Най Чан Ван. О температуре стеклования целлюлозы // Доклады А.Н. СССР. 1968. Т. 130. № 2. С. 356–358.

Кирсанов М.П., Самойлова Н.А., Тимощук И.В. Экология: экозащитная техника и технологии на предприятиях масложирового, сахарного, дрожжевого, хлебопекарного, кондитерского производств. Кемерово: КемГУ, 2010. 176 с.

Леонович А.А. Физико-химические основы образования древесных плит. Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. 224 с.

Леонович А.А., Куликов В.Н., Замазий Л.В., Овсянников Е.А. Вероятностный анализ клеевых соединений в материалах из измельчённых частиц // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы IX ВНТК / под ред. А.А. Добровольского. СПб.: СПбГЛТУ, 2024. С. 405–408.

Лоскутов С.Р., Шапченкова О.А., Анискина А.А. Термические свойства и кинетика термодеструкции древесины хвойных и лиственных пород Сибири // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы IX ВНТК / под ред. А.А. Добровольского. СПб.: СПбГЛТУ, 2024. С. 411–414.

Плотникова Н.П., Чельшева И.Н. Исследование свойств теплоизоляционных материалов на основе луги подсолнечника // Системы. Методы. Технологии. 2021. № 1(49). С. 86–89.

Ториков В.Е., Мельникова О.В. Научные основы агрономии. 4-е изд. СПб.: Лань, 2024. 348 с.

Угрюмов С.А. Исследование свойств плитных материалов на основе различных наполнителей // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2001. № 5. С. 143–146.

Угрюмов С.А. Совершенствование технологии производства композиционных материалов на основе древесных наполнителей и костры льна: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.21.05. М.: МГУЛ, 2009. 373 с.

References

Akim E.L. Modern problems and prospects of bio – refining of vegetable raw materials. *Forest of Russia: politics, industry, science, education: materials of the IV NTC*. St. Petersburg: SPbFTU, 2019, pp. 262–264. (In Russ.)

Glazkov S.S. Patent No. 2196045 «The method of making plates from sunflower husks». Publ. 10.01.2003. (In Russ.)

Gneush A.N., Yurina N.A., Kopyltsov S.V., Petenko A.I. Bioconversion of plant raw materials. Krasnodar : KubSAU, 2020. 187 p. (In Russ.)

Kargin V.A., Kozlov P.V., Nai Chan Wang. On the glass transition temperature of cellulose. *Reports of A.N. USSR*, 1968, vol. 130, no. 2, pp. 356–358. (In Russ.)

Kirsanov M.P., Samoilova N.A., Tymoshchuk I.V. Ecology:eco-protective equipment and technologies at enterprises of fat-and-oil, sugar, yeast, bakery, confectionery industries. Kemerovo: KemSU, 2010. 176 p. (In Russ.)

Leonovich A.A. Physico-chemical foundations of the formation of wood slabs. Vologda: Infra-Engineering, 2022. 224 p. (In Russ.)

Leonovich A.A., Kulikov V.N., Zamaziy L.V., Ovsyannikov E.A. Probabilistic analysis of adhesive compounds in materials from crushed particles. *Forests of Russia: politics, industry, science, education: materials of the VNTC*. Ed. by A.A. Dobrovolsky. St. Petersburg: SPbFTU, 2024, pp. 405–408. (In Russ.)

Loskutov S.R., Shapchenkova O.A., Aniskina A.A. Thermal properties and kinetics of thermal degradation of Siberian coniferous and deciduous wood. *Forests of Russia:*

politics, industry, science, education: materials of the VNTC. Ed. by A.A. Dobrovolsky. St. Petersburg: SPbFTU, 2024, pp. 411–414. (In Russ.)

Plotnikova N.P., Chelysheva I.N. Investigation of the properties of thermal insulation materials based on sunflower husk. *Methods. Technologies*, 2021, no. 1(49), pp. 86–89. (In Russ.)

Torikov V.E., Melnikova O.V. Scientific foundations of agronomy. 4th ed. St. Petersburg: Lan, 2024. 348 p. (In Russ.)

Ugryumov S.A. Improving the technology of production of composite materials based on wood fillers and flax bonfires: diss. ... Doctor of Technical Sciences: 05.21.05. M.: MSUF, 2009. 373 p. (In Russ.)

Ugryumov S.A. Investigation of the properties of slab materials based on various fillers. *MSUF Bulletin is a forest bulletin*, 2001, no.5, pp. 143–146. (In Russ.)

Vanshin V.V. Production of vegetable oils. Orenburg : OSU, 2015. 243 p. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 08.05.2024

Леонович А.А., Замазий Л.В. Подсолнечная лузга как сырьё для плит типа ДСП // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2024. Вып. 251. С. 369–380. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.251.369-380

Изучали особенности свойств оболочек семян подсолнечника с целью использования лузги при изготовлении плитных материалов. Для ликвидации неприемлемой формы «лодочки» придавали им форму плоских частиц пропуская лузги через валки с задаваемой величиной просвета 0,1...0,4 мм. Установили ухудшение смачиваемости раствором карбамидоформальдегидного связующего наружных и внутренних поверхностей при нагревании до температуры 140 °С. Установили повышенную по сравнению с древесиной жёсткость лузги в отношении размягчения и граничные значения параметров горячего прессования, которые лежат в пределах от 241 ± 2 °С – нижнее значение, до 256 °С – верхнее значение, которое лимитируется активным термическим разложением вещества лузги. Для практического использования лузги в производстве плит требуется включить в технологию повышенный расход связующего или разработать подходящие приёмы пластификации лузги для снижения температуры размягчения и возможности использования прессового оборудования, потенциал для модернизации которого уже исчерпан. Вероятная область изготовления плитного материала из лузги – строительство, вероятные марки плит – Р-1 и Р-2.

Ключевые слова: подсолнечная лузга, геометрическая модификация формы плодовой оболочки, модель распределения удельной свободной поверхностной энергии семенной оболочки, дериватографическое исследование лузги, температура размягчения лузги, смачиваемость поверхности частиц лузги.

Leonovich A.A., Zamazyi L.V. Sunflower husk as a raw material for particle board type plates. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehniceskoy Akademii*, 2024, iss. 251, pp. 369–380 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2024.251.369-380

The properties of sunflower seed shells were studied in order to use husks in the manufacture of slab materials. To eliminate the unacceptable shape of the "boats", they were shaped into flat particles by passing husks through rolls with a set lumen value of 0.1...0.4 mm. A deterioration in the wettability of the urea-formaldehyde binder solution of the outer and inner surfaces was found when heated to a temperature of 140 °C. The hardness of the husk increased in terms of softening compared to wood and the boundary values of the hot pressing parameters, which range from 241 ± 2 °C – the lower value, to 256 °C – the upper value, which is limited by the active thermal decomposition of the husk substance, were established. For the practical use of husks in the production of plates, it is necessary to include increased binder consumption in the technology or develop suitable husk plasticization techniques to reduce the softening temperature and the possibility of using pressing equipment, the potential for modernization of which has already been exhausted. The probable area of manufacture of slab material from husk is construction, the probable grades of plates – P-1 and P-2.

Key words: sunflower husk, geometric modification of the shape of the fruit shell, model of the distribution of the specific free surface energy of the seed shell, derivatographic study of the husk, the softening temperature of the husk, the wettability of the surface of the husk particles.

ЛЕОНОВИЧ Адольф Ануфриевич – профессор Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, доктор технических наук, заслуженный деятель науки РФ. SPIN-код: 1378-5709.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: wood-plast@mail.ru

LEONIVICH Adol'f A. – DSc (Technical), Professor, St.Petersburg State Forest Technical University, Honored Scientist of the Russian Federation. SPIN-code: 1378-5709.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: wood-plast@mail.ru

ЗАМАЗИЙ Леонид Витальевич – аспирант Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: zamaziyl@gmail.com

ZAMAZIY Leonid V. – PhD student, St.Petersburg State Forest Technical University.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: zamaziyl@gmail.com