

РЕЗИЮМЕТА

на трудовете и публикациите на доц. д-р инж. **Виктор Петров Савов**, за периода 2015 ÷ 2023 (след придобиване на академична длъжност „доцент“) на български език, представени за участие в конкурс за заемане на академична длъжност „Професор“ по дисциплината по дисциплината „Технология на материалите от дървесни влакна“ в научна област **6. Аграрни науки и ветеринарна медицина, ПН 6.5. Горско стопанство**, научна специалност „Технология, механизация и автоматизация на дървообработващата и мебелната промишленост“, обявен в **ДВ, бр. 26 от 21.03.2023 г.**, код на процедурата: **WWI-P-0223-104**

1. Savov, V., Antov, P., Zhou, Y., Bekhta, P. (2023). Eco-Friendly Wood Composites: Design, Characterization and Applications. Polymers, 15, 892. <https://doi.org/10.3390/polym15040892>. IF: 4,967 (2021); 5-Year Impact Factor: 5,063. Квартил Q1.

Резюме: Продължаващият преход от линейна към кръгова ниско въглеродна био-икономика е от решаващо значение за намаляване на потреблението на глобални природни ресурси, минимизиране на генерирането на отпадъци, намаляване на въглеродните емисии и създаване на по-устойчив растеж и работни места. Това е и една от основните предпоставки за постигане на целите по климатична неутралност и спиране на загубата на биоразнообразие. През последните години производството на дървесни плочи е изправено пред значително нарастващо търсене на различни продукти поради нарастващото световно население, промените в използването на земята и нарастващите икономики. По-ефективното използване на дървесината, оптимизирането на използването на естествени суровини и устойчивото преобразуване на отпадъците в продукти с добавена стойност, за да се отговори на очакваните изисквания за разработване на дървесни плочи, представляват основни принципи на кръговата икономика, изискващи повторна употреба, рециклиране или използване на материали на биологична основа.

Тази редакционна статия представя анализ на десет висококачествени оригинални изследователски и обзорни статии, предоставящи примери за най-новите постижения и технологични разработки в производството, характеристиките и приложенията на екологични дървесни плочи.

2. Aristri, M.A., Sari, R.K., Lubis, M.A.R., Laksana, R.P.B., Antov, P., Iswanto, A.H., Mardawati, E.; Lee, S.H., Savov, V., Kristak, L., Papadopoulos, A.N. (2023). Eco-Friendly Tannin-Based Non-Isocyanate Polyurethane Resins for the Modification of Ramie (*Boehmeria nivea* L.) Fibers. Polymers, 15, 1492. <https://doi.org/10.3390/polym15061492>. IF: 4,967 (2021); 5-Year Impact Factor: 5,063. Квартил Q1.

Резюме: Целта на изследването е да се разработят смола от неизоцианатен полиуретан на базата на танин и смола от полиуретан на основата на танин за импрегниране на влакна от рамия (*Boehmeria nivea* L.), както и да изследват техните механични и термични показатели. Реакцията между екстракта от танин, диметил карбонат и хексаметилен диамин води до пулчаване на смола от неизоцианатен полиуретан на основата на танин, докато полиуретановата смола на основата на танин е получена с полимерен дифенилметан диизоцианат (pMDI). Използвани са два вида влакна от рамия: натурални влакна от рамия без предварително обрботване и с предварително обрботване. Те са импрегнирани във вакуумна камера с полиуретанова смола на основата на танин за 60 минути при температура от 25°C и налягане от 50 kPa. Добивът на получения екстракт от танин е $26,43 \pm 1,36\%$. Инфрачервената спектроскопия с преобразуване на Фурие (FTIR) показва, че и двата вида смоли произвеждат уретанови

(-NCO) групи. Вискозитетът и якостта на свързване на полиуретана на основата на танин (20,35 mPa·s и 5,08 Pa) са по-ниски от тези на неизоцианатната полиуретанова смола на основата на танин (42,70 mPa·s и 10,67 Pa). Установи се, че влакната които не са подложени на предварително обработване са термично по-стабилни (остатък от 18,9%) в сравнение с влакната подложени на предварително обработване (остатък от 7,3%). Установи се, че процесът на импрегниране с двете смоли може да подобри термичната стабилност и механичната якост на влакната от рамия. Най-висока термична стабилност показват необработените влакна, импрегнирани с полиуретанова смола на основата на танин. (30,5% остатък). Най-високата якост на опън, от 451,3 МПа, имат влакната от рамия, които не са подложени на предварително обработване и са пропити със смола от полиуретан на основата на танин. Тази смолата дава най-висок модул на еластичност и при двата вида влакна (при не обработени влакна - 13,5 GPa и при обработени влакна – 11,7 GPa).

3. Savov, V., Valchev, I., Antov, P., Yordanov, I., Popski, Z. (2022). Effect of the Adhesive System on the Properties of Fiberboard Panels Bonded with Hydrolysis Lignin and Phenol-Formaldehyde Resin. Polymers, 14, 1768. MDPI. ISSN 2073-4360. <https://doi.org/10.3390/polym14091768>. IF: 4.967 (2021); 5-Year Impact Factor: 5.063. Квартил Q1.

Резюме: Изследването представя алтернативно технологично решение за производство на плочи от дървесни влакна, с използване на модифициран режим на горещо пресуване и хидролизен лигнин като основно свързващо вещество. Основната новост на изследването е оптимизираната лепилна композиция, съставена от не модифициран хидролизиран лигнин и минимално количество фенолформалдехидна смола (ФФС). Плочите от дървесни влакна са произведени в лабораторни условия при съдържание на ФФС, вариращо от 1,0% до 3,6%, и съдържание на хидролизен лигнин, от 7,0% до 10,8% (съответните проценти са спрямо абсолютно сухата дървесновлакнеста маса). Приложен е специфичен двустепенен режим на горещо пресуване (температура от 200° C), включващ първоначално ниско налягане от 1,2 МПа с последващо високо налягане от 4,0 МПа и охлаждане при поддържане на високото налягане. Установено е влиянието на съдържанието на хидролизен лигнин и ФФС в лепилната композиция върху основните показатели на плочите от дървесни влакна (водопоглъщане, набъбване по дебелината, якост при огъване, модул на еластичност и якост на напречен опън) и е извършена оптимизация, за да се определи оптималното съдържание на ФФС и хидролизен лигнин, при които плочите покриват изискванията на единните европейски стандарти (EN).

Установено е, че предложената технология е подходяща за производство на плочи от дървесни влакна, отговарящи на най-строгите изисквания на стандарта. Установено е, че за производството на този тип плочи, минималното общо съдържание на свързващи вещества трябва да бъде 10,6%, а съдържанието на ФФС трябва да бъде най-малко 14% от общото количество свързващи вещества.

4. Valchev, I., Yordanov, Y., Savov, V., Antov, P. (2022). Optimization of the Hot-Pressing Regime in the Production of Eco-Friendly Fibreboards Bonded with Hydrolysis Lignin. Periodica Polytechnica Chemical Engineering, 66(1), pp. 125-134. Published Online 26.11.2021. ISSN 1587-3765. <https://doi.org/10.3311/PPch.18284>. IF: 1,571, 5-Year IF: 1,680. Квартил Q3.

Резюме: Целта на изследването е да се проучи потенциала за използване на остатъчния лигнин от киселинна хидролиза на дървесината, като свързващо вещество при производството на екологични плочи от дървесни влакна (ПДВ), произведени по сух метод. Използваната лепилна композиция се състои от 2% фенолформалдехидна смола

(ФФС) и 10% хидролизен лигнин. ФФС не действа само като свързващо вещество, но като цяло допринася за равномерното разпределение и доброто задържане на основното свързващо вещество – хидролизния лигнин. Използван е модифициран цикъл на горещо пресоване. В първия етап налягането е 1,0 МПа, след което се повишава до от 4,0 МПа през втория цикъл. Последният етап е охлаждане (до достигане на температура от под 100° С), което се осъществява при поддържане на високото налягане. Целта на първоначалното по-ниско налягане е осъществяване на псевдо фазов преход (омекване) на лигнина и намаляване на съдържанието на вода в материала.

Изследвано е влиянието, върху физико-механичните показатели на екологичните ПДВ, на продължителността на втория етап на горещо пресуване. Установено е, че ПДВ, произведени с 2% ФФС и 10% хидролизиран лигнин, имат сходни физико-механични показатели с тези на контролните плочи, получени с 10% ФФС при стандартен цикъл на горещо пресуване. Резултатите от изследването доказват, че остатъчният хидролизиран лигнин може да бъде ефективно използван като свързващо вещество в производството на екологични ПДВ с физико-механични показатели отговарящи на стандартизационните изисквания.

5. Shahavi, M. H., Selakjani, P. P., Abatari, M. N.; Antov, P., **Savov, V.** (2022). Novel Biodegradable Poly (Lactic Acid)/Wood Leachate Composites: Investigation of Antibacterial, Mechanical, Morphological, and Thermal Properties. *Polymers*, 14, 1227. MDPI. ISSN 2073-4360. <https://doi.org/10.3390/polym14061227>. IF: 4.967 (2021); 5-Year Impact Factor: 5.063. Квартил Q1.

Резюме: Целта на изследването е да се проучи влиянието от използването на прах от дървесен инфилтрат като дисперсна фаза за получаване на нови биокомпозити на основата на поли-млечна киселина. За целта са определени механичните, термични, морфологични и антибактериални свойства на получените биокомпозити. За характеризирани на разработените материали са използвани инфрачервена спектроскопия с трансформация на Фурие (FTIR), определяне на якост на опън, якост на удар, твърдост по Шор, сканираща електронна микроскопия (SEM), диференциална сканираща калориметрия (DSC), контактен ъгъл и тестове за инхибиране на бактериален растеж. Резултатите от SEM показват равномерна дисперсия на праха от дървесен инфилтрат в полимерната матрица. При анализ на контактния ъгъл се установи, че прахът от дървесен инфилтрат подобрява хидрофобността на биокомпозитите. Резултатите показват, че добавянето на прах от дървесен инфилтрат, като пълнител подобрява механичните показатели на получените биокомпозити. Термогравиметричния анализ показва, че при използване на 7% прах от дървесен инфилтрат води до понижаване на точката на фазов преход от 60,1 до 49,3° С. Биокомпозитите на основата на поли-млечна киселина и прах от дървесен инфилтрат, показват антибактериални свойства за бактерията *Escherichia coli*. В резултат от изследването е установено, че разработените иновативни биокомпозити могат да бъдат ефективно използвани в различни приложения с добавена стойност като устойчив и функционален биополимерен материал.

6. Solihat, N. N., Santoso, E. B., Karimah, A., Madyaratri, E. W., Sari, F. P.; Falah, F., Iswanto, A. H., Ismayati, M., Lubis, M.A.R.; Fatriasari, W., Antov, P., **Savov, V.**, Gajtanska, M., Syafii, W. (2022). Physical and Chemical Properties of *Acacia mangium* Lignin Isolated from Pulp Mill Byproduct for Potential Application in Wood Composites. *Polymers*, 14, 491. MDPI. ISSN 2073-4360. <https://doi.org/10.3390/polym14030491>. IF: 4.967 (2021); 5-Year Impact Factor: 5.063. Квартил Q1.

Резюме: Ефективното изолиране и изучаването на показателите на лигнина са от ключово значение за определяне на възможните му сфери на приложения. Кое от

своя страна ще доведе до по-ефективна воляризация, включително и като свързващо вещество за дървесни плочи, на този възобновяем природен ресурс. Представяното изследване успешно използва утаяване с разредена киселина за извличане на лигнин от черна луга (отпадъчен продукт при производството на материали от дървесни влакна) чрез едноетапно фракционниране и двустепенно фракционниране с добавяне на етанол. Съответното съдържание е от ~35% и ~16%. Физическите характеристики на лигнина, т.е. неговата морфологична структура, са определени чрез сканираща електронна микроскопия (SEM). Химичните свойства на изолирания лигнин са определени посредством аналитични техники като химичен състав, тест за разтворимост, морфологична структура, инфрачервена спектроскопия с трансформация на Фурие (FTIR), ^1H и ^{13}C ядрено-магнитен резонанс (NMR), изясняване на структурата чрез пиролизно-газова хроматография -маспектроскопия (Py-GCMS) и гелпроникваща хроматография (GPC). Анализът на пръстените чрез FTIR показва пикове, съответстващи на лигнин, като C=C и C-O групи, но няма значителни разлики в резултата от пръстови отпечатащи между двата лигнина. ^1H и ^{13}C NMR показва сигнали, свързани с функционални групи в молекулите на лигнин като метокси, ароматни протони, алдехид и карбоксилна киселина. По-ниското съдържание на неразтворима киселина в лигнин, получен от етап на фракционниране с етанол (69,94%) в сравнение с едностепенно извличане (77,45%), корелира с добива на лигнин, общото фенолно съдържание, разтворимостта, термичната стабилност и молекулярното разпределение. Това противоречи на съотношението синрингил/гваяцил (S/G) единици, където фракционнирането с етанол леко повишава съдържанието на синрингил единица, увеличавайки съотношението S/G. Следователно, етапът на фракционниране засяга повече разкъсване на морфологичната повърхност на лигнина, отколкото етапът на фракционниране с етанол. Изследвани са взаимовръзките между тези химични и физикохимични изменения, както и влиянието на различните методи за изолиране. Получените резултати биха могли да подобрят по-широкото промишлено приложение на лигнина в производството на дървесни плочи с подобрени свойства и по-малко въздействие върху околната среда.

7. Iswanto, A.H., Madyaratri, E.W., Hutabarat, N.S., Zunaedi, E.R., Darwis, A., Hidayat, W., Susilowati, A., Adi, D.S., Lubis, M.A.R., Sucipto, T., Fatriasari, W., Antov, P. **Savov, V.**, Hua, L. S. (2022). Chemical, Physical, and Mechanical Properties of Belangke Bamboo (*Gigantochloa pruriens*) and Its Application as a Reinforcing Material in Particleboard Manufacturing. *Polymers*, 14, 3111. MDPI. ISSN 2073-4360. <https://doi.org/10.3390/polym14153111>. IF: 4.967 (2021); 5-Year Impact Factor: 5.063. Квартил Q1.

Резюме: Целта на представяното изследване е да се анализират основните показатели на бамбук (*Gigantochloa pruriens*) и потенциалът му като материал за армиране на плочи от дървесни частици. Чрез армирането се цели повишаване на механичните показатели на плочите. Химичният състав на бамбука е определен чрез инфрачервена спектроскопия с трансформация на Фурие (FTIR) и рентгенова дифракция (XRD). Физико-механичните показатели на бамбука са определени съгласно JIS A 5908 (2003) и ISO 22157:2004. Резултатите показват, че този вид бамбук има средно съдържание на лигнин, холоцелулоза и алфа-целулоза съответно 29,78%, 65,13% и 41,48%, със степен на кристалност от 33,54%. Физическите показатели на бамбука, включително плътност, съсъхване на вътрешния и външния диаметър и линейно съсъхване, са съответно $590 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, 2,18%, 2,26% и 0,18%. Механичните показатели на бамбука, включително якост на натиск, якост на срязване и якост на опън, са съответно $42,19 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$, $7,63 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ и $163,8 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$. Установи се, че добавянето на влакна от бамбук като усилващ материал (повърхностно покритие) на плочите от дървесни частици значително

подобрява техните механични показатели, повишавайки стойностите на модула на еластичност (MOE) и якостта при огъване (MOR) на произведените композити със съответно 16 и 3 пъти.

8. Kristak, L., Antov, P., Bekhta, P., Libis, M. A. R., Iswanto, A. H., Reh, R., Sedliacik, J., Savov, V., Taghiyari, H. R., Papadopoulou, A. N., Pizzi, A., Hejna, A. (2022). Recent progress in ultra-low formaldehyde emitting adhesive systems and formaldehyde scavengers in wood-based panels: a review. *Wood Materials Science and Engineering*. Taylor and Francis Publishing House. ISSN 1748-0272. <https://doi.org/10.1080/17480272.2022.2056080>. IF: 2.732 (2021); 5-Year Impact Factor: 2.353. Квартил Q1.

Резюме: Традиционно, дървесните плочи, включително и плочите от дървесни влакна, се произвеждат със синтетични свързващи вещества на основата на формалдехид. Обикновено тези свързващи вещества съдържат фосилни деривати като карбамид, фенол, меламин и др. Наред с техните многобройни предимства, като висока реактивност и отлични адхезионни характеристики, тези свързващи вещества се характеризират с определени проблеми, свързани със наличие на опасните летливи органични съединения, предимно свободен формалдехид в тях и емисиите на формалдехид от дървесните плочи. Формалдехидът е канцерогенен и вреден за околната среда. Нарастващата загриженост за околната среда и строгите законодателни изисквания към емисиите на формалдехид от дървесните плочи поставят нови предизвикателства пред изследователите и индустриалната практика, свързани с разработването на устойчиви, екологични дървесни плочи с емисии на формалдехид от тях сравними с тези от натуралната дървесина. Най-честите методи за намаляване на емисиите на формалдехид от дървесните плочи са да се намали свободният формалдехид в свързващото вещество чрез неговото модифициране (основно чрез понижаване на моларното съотношение на формалдехид към карбамид в карбамидформалдехидната смола) или чрез използване на уловители на формалдехид. Уловителите на формалдехид могат да се добавят в лепилната композиция или на вече произведените плочи, като повърхностно обработване. Друго направление, за решаването на проблема с емисиите на формалдехид, е да се използват алтернативни свързващи вещества на биологична основа. Въпреки това все още съществуват значителни предизвикателства за пълната замяна на свързващите вещества на основата на формалдехид с такива на биологична основа. Това се дължи основно на тяхната относително ниска адхезионна якост, слаба водоустойчивост и т.н. Тази статия представя преглед и анализ на текущото състояние на изследванията в областта на свързващите вещества за дървесни плочи с ниски емисии на формалдехид и уловители на формалдехид за производство на ниско емисионни, екологични композитни материали на дървесна основа.

9. Bhakri, S., Ghazali, M., Cahyono, E., Triwulandari, E., Restu, W. K., Solihat, N., N., Iswanto A. H., Antov, P., Savov, V., Hua, L. H., Agustiany, E., A., Kristak, L., Fatriasari, W. (2022). Development and Characterization of Eco-Friendly Non-Isocyanate Urethane Monomer from *Jatropha curcas* Oil for Wood Composite Applications. *Journal of Renewable Materials*, 11(1), 41–59. ISSN 2164-6341. <https://doi.org/10.32604/jrm.2022.023151>. IF: 2.115 (2021); Квартил Q3

Резюме: Целта на това изследване бе да се оцени потенциалът за използване на възобновяема естествена суровина, масло от *Jatropha curcas* (JCO) за синтеза на неизоцианатна полиуретанова смола (NIPU) смола за приложение в дървесни плочи. Търговският полиуретан се синтезира чрез реакция на поликондензация между изоцианат и полиол. Въпреки това, използването на токсични и неустойчиви изоцианати за получаване на полиуретана може да допринесе за отрицателни

въздействия върху околната среда и човешкото здраве. Следователно е необходимо разработването на полиуретан от екологични и устойчиви ресурси без използване на изоцианат. В тази работа се използва тетра-н-бутил амониев бромид като активатор за отваряне на епоксидния пръстен с 3-аминопропилтриетоксисилан като катализатор за получаване на уретан от JSO. Този уретан се характеризира посредством инфрачервена спектроскопия с трансформация на Фурие (FTIR) и бяха определени неговите окислителни и хидроксилни показатели. Резултатът показват, че е установено намаляване на оксирановата стойност, докато хидроксилната стойност се повишава през времето, потвърждавайки, че е образувана уретановата група. Наличието на функционални групи в спектрите на FTIR при вълнови числа 1732,08; 1562,34 и 3348.42 cm^{-1} показва, че присъстват функционални групи C = O (функционални групи на уретан карбонил), –NH и –OH, което съответно потвърждава направената констатация. Очертаха се и възможните приложения на не изоцианатна полиуретанова смола като свързващо вещество за дървесни плочи.

10. Mihajlova, J., Savov, V. (2022). Effect of the content of Corn Stalk Fibres and Additional Heat Treatment on Properties of Eco-friendly Fibreboards Bonded with Lignosulphonate. *Drewno* 65 (209). ISSN 1644-3985. <https://doi.org/10.12841/wood.1644-3985.395.06>. IF. 1,00. Квартил Q3.

Резюме: Целта на изследването е да се установи възможността за производство на екологични тънки плочи от дървесни влакна (ПДВ) със средна плътност с участие на дървесновлакнеста маса царевични стъбла и лигносулфонат, като свързващо вещество на биологична основа. Основната новост в изследването е установяването на влиянието на допълнителното термично обработване (закаляване) върху показателите на ПДВ със средна плътност, произведени с участие на недървесна лигноцелулозна суровина и свързващо вещество на биологична основа – лигносулфонат. За целта се произведоха плочи с 15% съдържание на лигносулфонат и вариране на съдържанието на влакна от царевични стъбла от 0% до 30%. Предишни изследвания по темата показват, че когато като свързващо вещество се използва само лигносулфонат, получените плочи обикновено имат ниска водоустойчивост. За да се намали влиянието на този основен недостатък, ПДВ бяха подложени на допълнително термично обработване. Сравнени са показателите на ПДВ със средна плътност с и без допълнително термично обработване. Установено е влиянието както на съдържанието на влакна от царевични стъбла, така и на допълнителното термично обработване. Допълнителното термично обработване подобрява показателите на ПДВ със средна плътност, произведени с лигносулфонат. Въпреки това се установи че, при повишено съдържание на влакна от царевични стъбла, е необходимо да се прилагат по-леки (при намалена температура или продължителност) режими от използваните при това изследване.

11. Taib., M. N. A. M., Antov, P., Savov, V., Fatriasari, W., Madyaratri, E. W., Wirawan, R., Osvaldová, L. M., Hua, L. S., Ghani, M. A. A., Osman Al Edrus, S. S. A., Chen, L. W., Trache, D., Hussin, H. (2022). Current progress of biopolymer-based flame retardant, *Polymer Degradation and Stability*, 205, 110153. ISSN 0141-3910. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2022.110153>. IF. 5,204. Квартил Q1.

Резюме: Ниската огнеустойчивост на биополимерите, особено на тези на основата на лигноцелулозна суровина, като дървесните плочи, налага подобряване на техните огнеустойчиви свойства. Понастоящем биополимерите се използват в много приложения и продукти за ежедневието, но основен техен недостатък остава тяхната горимост и възможността от възникване на пожари. За да се преодолеят тези рискове следва да се използват забавители на горенето. Тези съединения, включват групи от добавки или пълнители, с ограничен или не органичен произход. Това са съединения на

основата на азот, халогенирани забавители на горенето и нано пълнители. Повечето традиционни забавители на горене, които включват халогенирани и неорганични съединения, са токсични и не са биоразградими. Това налага необходимостта от търсене на по-щадящи околната среда забавители като наноцелулоза, лигнин и други. Поради загрижеността за проблемите на околната среда и човешкото здраве, подобряването на показателите на биополимерите е все по-популярна тема за учени и изследователи. Целта на тази обзорна статия е да насърчи използването на биоразградими и биобазирани съединения като забавители на горене, при намаляване на въглеродния отпечатък при производство им и токсичните емисии от тях. В статията е анализиран и механизма на действие на различните забавители, анализирани са и методите за характеризиране на различните добавки, както и корелацията на морфологията на различни биополимери с действието им като забавители на горенето.

12. Hussin, M., H., Abd Latif, N. H., Hamidon, T. Sh., Idris, N. N., Hashim, R., Appaturi, J. N., Brosse, N., Ziegler-Devin, I., Chrusiel, L., Fatiasari, W., Syamani, F. A., Iswanto, A. H., Hua, L. S., Al Edrus, S. S. A. O., Lum, W. Ch., Antov, P., **Savov, V.**, Lubis, M. A. R., Kristak, L., Reh, R., Sedliavcik, J. (2022). Latest advancements in high-performance bio-based wood adhesives: A critical review. *Journal of Material Research and Technology*, 21, pp. 3909-3946. Elsevier, ISSN 2238-7854. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2022.10.156>. IF: 6.267; CiteScore 5.9. Квартил Q1.

Резюме: През последните 50 години нарастването на производството на дървесни плочи повиши оползотворяването на дървесните ресурси, чрез използване на дребно размерна и с по-нисък клас на качество дървесина. Увеличава се и консумацията на свързващи вещества за този вид производство. Очаква се до 2028 г. световният пазар на свързващи вещества за дървесни плочи да достигне оборот от 21,8 милиарда долара. Въпреки че карбамидформалдехидните смоли, фенолформалдехидните смоли, меламинформалдехидните смоли, фенол-резорцинолформалдехидните смоли и резорцинолформалдехидните смоли са отлични показатели по отношение на тяхната адхезионна якост, обработваемост, качество и икономичност, те имат в своя състав вредни или токсични химични вещества, извлечени от изкопаеми ресурси. Тази обзорна статия има за цел да анализира приложимостта на екологичните свързващи вещества за дървесни плочи, като лигнин, танин, протеин, естествен каучук, емулсионен полимер изоцианат, био-полиуретан, полимерен дифенил диизоцианат - PMDI, карбоксилна киселина и растително масло. Анализирани са физичните и механични показатели на свързващите вещества, както и възможността за разработване на устойчиви, по-екологични и високоефективни свързващи вещества на биологична основа. За целта основна са анализирани данните от оригиналните изследователски статии и рецензиите към тях, тъй като те предоставят пълна информация за най-новите разработки в устойчиви, екологични и високоефективни свързващи вещества на биологична основа.

13. Antov, P., **Savov, V.**, Mantanis, G.I., Neykov, N. (2021). Medium-density Fibreboards Bonded with Phenolformaldehyde Resin and Calcium Lignosulfonate as an Eco-friendly Additive. *Wood Material Science and Engineering*, 16(1), pp.42-48. Taylor & Francis publishing house. ISSN 1748-0280. <https://doi.org/10.1080/17480272.2020.1751279>. IF 1,265.

Резюме: В настоящата статия е изследвана възможността за използване на калциев лигносулфонат, при различно съдържание, като екологична добавка към фенолформалдехидна смола (ФФС) за получаване на екологични плочи от дървесни влакна със средна плътност. Плочите от дървесни влакна са произведени в лабораторни условия при ниско процентно съдържание на ФФС (3%, 4% и 5%), и процентно участие на калциев лигносулфонат от 5% до 15%. Определени са физичните и механични

показатели на плочите, като получените резултати са статистически анализирани, с цел определяне на оптималното съотношение на ФФС и лигносулфонат за покриване на изискванията на европейските стандарти. Установено е, че при ниско съдържание на ФФС (3%), съдържанието на лигносулфонат не трябва да надвишава 10%, за да се избегне влошаване на механичните показатели на плочите. За производството на плочи от дървесни влакна със средна плътност, получени при използване на лепилна композиция от лигносулфонат и ФФС, и отговарящи на изискванията на европейските стандарти, се препоръчва използването на 3,5% съдържание на ФФС.

В резултат от изследването се установи, че използването на свързващи вещества на основата на лигнина, като лигносулфоната, е подходящ метод за получаване на екологични плочи от дървесни влакна със средна плътност. Като последните показват задоволителни, покриващи изискванията на стандарта, показатели.

В резултат на това може да се заключи, че съдържанието на ФФС може да бъде намалено до 3,5%, с добавянето на калциев лигносулфонат в лепилната композиция, дори без да се приложи допълнително омрежване.

14. Antov, P. Savov, V., Krišťák, Ľ., Réh, R., Mantanis, G. I. (2021). Eco-Friendly, High-Density Fiberboards Bonded with Urea-Formaldehyde and Ammonium Lignosulfonate. Polymers 13 (2):220. ISSN 2073-4360. <https://doi.org/10.3390/polym13020220>. IF 4.329. 5-Year IF: 4,493. Квартил Q1.

Резюме: В настоящата статия е изследвана възможността за получаване на екологични плочи от дървесни влакна с висока плътност, без съдържание на формалдехид, произведени от дървесни влакна от твърди широколистни дървесни видове и лепилна композиция от карбамидформалдехидна смола (КФС) и амониев лигносулфонат (АЛС). Плочите от дървесни влакна са произведени в лабораторни условия с много ниско съдържание на КФС (3%) и съдържание на АЛС, вариращо от 6% до 10% (спрямо абсолютно сухите влакна). Физикомеханичните показатели на плочите – водопоглъщане, набъбване по дебелина, модул на еластичност при огъване, якост при огъване, якост на напречен опън, както и съдържанието на свободен формалдехид, са определени съгласно изискванията на европейските стандарти. Получените плочи от дървесни влакна с висока плътност се характеризират с много добри физикомеханични показатели, съответстващи на стандартните изисквания за употреба в носещи конструкции във влажна среда. Съдържанието на свободен формалдехид на лабораторно-произведените плочи е много ниско, между 0,7 и 1,0 mg/100 g, което е сравнимо със съдържанието на формалдехид на натуралната дървесина.

15. Antov, P., Savov, V., Trichkov, N., Krišťák, Ľ., Réh, R., Papadopulus, A. N., Taghiyari, H. R., Pizzi, A., Kunecová, D., Pachikova, M. (2021). Properties of High-Density Fiberboard Bonded with Urea-Formaldehyde Resin and Ammonium Lignosulfonate as a Bio-Based Additive. Polymers 13 (6), 2775. ISSN 2073-4360. <https://doi.org/10.3390/polym13162775>. IF 4,329. 5-Year IF: 4,493. Квартил Q1.

Резюме: В настоящата статия са изследвани възможностите за използване на амониев лигносулфонат (АЛС) като екологична добавка към карбамидформалдехидна смола (КФС) за производството на екологични плочи от дървесни влакна с висока плътност, притежаващи добри физикомеханични показатели и ниско съдържание на свободен формалдехид. Плочите от дървесни влакна с висока плътност са произведени в лабораторни условия с много ниско съдържание на КФС (4%) и съдържание на АЛС, вариращо от 4% до 8% (спрямо абсолютно сухите дървесни влакна). Използваният фактор на пресуване е 15 s.mm^{-1} . Определени са физичните показатели (водопоглъщане и набъбване по дебелина), механичните показатели (якост при огъване, модул на еластичност при огъване и якост на напречен опън), както и емисиите на свободен

формалдеhid, в съответствие с европейските стандарти. Получените плочи от дървесни влакна с висока плътност се характеризират с добри физикомеханични показатели, отговарящи на изискванията при приложение за носещи конструкции. Стойностите на емисията на свободен формалдеhid на получените плочи се изменят в границите от 2,0 до 1,4 mg/100 g, което съответства на изискванията на емисионни класове E_0 и супер E_0 . Това потвърждава влиянието на АЛС като акцептор на формалдеhid. Резултатите от проучването са потвърдени и от проведените диференциална сканираща калориметрия (DSC), термичен гравиметричен анализ (TGA) и производна термогравиметрия (DTG). Установено е, че АЛС като свързващо вещество на биологична основа, без формалдеhid в неговия състав, може да се използва ефективно като екологична добавка към КФС за производството на плочи от дървесни влакна в промишлени условия.

16. Antov, P. Savov, V., Krišťák, Ľ., Neykov, N. (2021). Effect of Hot Pressing Parameters on the Properties of Hardboards Produced from Mixed Hardwood Tree Species. Wood Research 66(3), pp. 437-438. e-ISSN 2729-8906. <https://doi.org/10.37763/wr.1336-4561/66.3.437448>. IF: 0.688; 5-Year IF: 0,785. Квартил Q2.

Резюме: За целите на представяното изследване се произведоха плочи от дървесни влакна (ПДВ) по мокър метод (твърди ПДВ) в лабораторни условия. Плочите се произведоха при използване на промишлено произведена дървесновлакнеста маса. Масата беше съставена от дървесина бук (*Fagus sylvatica* L.) и цер (*Quercus cerris* L.) с общо съдържание от 40% и 60% дървесина на топола (*Populus alba* L.). Изследвано е влиянието на налягането при горещо пресуване и времето за горещо пресуване върху физико-механичните показатели на твърдите ПДВ. Налягането при пресуване се изменяше от 3,3 МПа до 5,3 МПа, а времето за пресуване от 255 s до 355 s. В резултат от изследването са определени оптимални, с оглед покриване на изискванията на европейските стандарти, стойности на изследваните фактори. Установи се, че като се регулира режимът на горещо пресоване, т.е. налягането и времето за пресуване, могат да се произведат твърди ПДВ с физико-механични показатели отговарящи на стандартизационните изисквания, при използване на 60% дървесна от кросна от топола и 40% дървесина от твърди широколистни дървесни видове (бук и дъб). Установи се, че минималното налягане за производство на такъв вид плочи е 4,6 МПа, а минималното време за пресуване е 280 s.

17. Réh, R., Krišťák, Ľ., Sedliačik, J., Bekhta, P., Božíková, M., Kunecová, D., Vozárová, V., Tudor, E.M., Antov, P., Savov, V. (2021). Utilization of Birch Bark as an Eco-Friendly Filler in Urea-Formaldehyde Adhesives for Plywood Manufacturing. Polymers 13 (4):511. ISSN 2073-4360. <https://doi.org/10.3390/polym13040511>. IF 4.329. 5-Year IF: 4,493. Квартил Q1.

Резюме: В настоящата статия е изследвана възможността за използване на смляна кора от бреза (*Betula verrucosa* Ehrh.), вторичен продукт от дървопреработвателни производства (включително и от производството на материали от дървесни влакна), като екологична добавка към карбамидформалдеhidна смола (КФС) за производството на шперплат. В лабораторни условия е произведен петслоен шперплат от буков фурнир (*Fagus sylvatica* L.) при използване на лепилни композиции от КФС с три различни съдържания на брезава кора като пълнител (10%, 15% и 20%). Като контролни образци са използвани плочи, получени при две лепилни композиции от КФС и пшенично брашно (10% и 20%) като пълнител. Определени са механичните показатели на лабораторно-произведените плочи (якост при огъване и модул на еластичност при огъване) и е направено сравнение с изискванията на европейските стандарти (EN 310 и EN 314-2). Установено е, че механичните показатели на шперплата, получен при

използване на брезова кора в състава на лепилната композиция, са задоволителни и отговарят на изискванията на стандартите. Потвърдено е положителното влияние на брезовата кора в лепилната композиция от КФС за намаляването на емисиите на свободен формалдехид от плочите, като най-голямото намаление (до 14%) е определено при шперплат, получен с 15% съдържание на брезова кора в лепилната композиция. След четири седмици е измерено 51% намаление на емисиите на формалдехид при пробите, получени с 20% брезова кора. Резултатите от проучването са потвърдени и от проведените диференциална сканираща калориметрия (DSC), термичен гравиметричен анализ (TGA) и производна термогравиметрия (DTG). Резултатите от изследването доказват, че брезовата кора като отпадък или страничен продукт от дървопреработвателната промишленост, може да се използва успешно като екологичен и евтин заместител на брашната като пълнител в състава на лепилни композиции с КФС.

18. Antov, P., Krišťák, Ľ., Réh, R., Savov, V. Papadopulus, A. N. (2021). Eco-Friendly Fiberboard Panels from Recycled Fibers Bonded with Calcium Lignosulfonate. *Polymers* 13 (4), 639. ISSN 2073-4360. <https://doi.org/10.3390/polym13040639>. IF 4,329. 5-Year IF: 4,493. Квартил Q1.

Резюме: В настоящата статия е изследвана възможността за производство на екологични плочи от дървесни влакна с нулево съдържание на формалдехид, получени от отпадъчни влакна от дървесина на иглолистни видове и калциев лигносулфонат като свързващо вещество на основата на лигнин. Плочите от дървесни влакна са произведени в лабораторни условия с използване на съдържание на калциев лигносулфонат, вариращо от 8% до 14% (спрямо абсолютно сухите влакна). Физико-механичните показатели на плочите – водопоглъщане, набъбване по дебелина, модул на еластичност при огъване, якост при огъване, както и съдържанието на свободен формалдехид, са определени съгласно изискванията на европейските стандарти. Установено е, че единствено плочите, получени при 14% съдържание на калциев лигносулфонат, се характеризират с модул на еластичност при огъване и якост при огъване, съответстващи на стандартните изисквания към плочите от дървесни влакна със средна плътност за употреба в суха среда. Всички лабораторно-получени плочи от дървесни влакна се характеризират с незадоволителните водооблъскващи свойства (набъбване по дебелина и водопоглъщане), което представлява сериозен недостатък. Определено е, че получените плочи от дървесни влакна имат почти нулево съдържание на свободен формалдехид и отговарят на изискванията на емисионен клас супер E_0 (до 1,5 mg/100 g), като установените стойности варират от 0,8 mg/100 g до 1,1 mg/100 g, което е сравнимо със съдържанието на формалдехид на натуралната дървесина.

19. Bekhta P., Noshchenko G., Réh R., Kristak L., Sedliačik J., Antov P., Mirski R., Savov V. (2021). Properties of Eco-Friendly Particleboards Bonded with Lignosulfonate-Urea-Formaldehyde Adhesives and pMDI as a Crosslinker. *Materials*. 14(17), 4875. ISSN 1996-1944. <https://doi.org/10.3390/ma14174875>. IF 3,623, 5 Year IF: 3,920. Квартил Q1.

Резюме: Настоящата статия е насочена към изследване на възможността за използване на магнезиев и натриев лигносулфонат като свързващо вещество при производството на плочи от дървесни частици, самостоятелно или като добавка към карбамидформалдехидна смола (КФС). Като омрежващ агент е използван полимерен 4,4-дифенилметан диизоцианат (pMDI). За да се оцени влиянието от замената на КФС с магнезиев лигносулфонат (MgLS) или натриев лигносулфонат (NaLS) върху физико-механичните показатели на плочите, съдържанието на лигносулфонат в лепилната композиция се изменя от 0% до 100%. Изследвано е и влиянието на съдържанието на лигносулфонат върху pH на лепилната композиция. Установено е, че плочите,

произведени с до 30% съдържание на лигносулфонат, се характеризират с механични показатели, сравними с тези на плочите, произведени само с КФС. Замяната на КФС и с двата вида лигносулфонат оказва значително негативно влияние върху водопоглещането и набъбването по дебелина на лабораторните плочи. Плочите от дървесни частици, получени с лепилна композиция от натриев лигносулфонат и КФС, се характеризират с по-ниско съдържание на свободен формалдехид в сравнение с тези, получени с използването на магнезиев лигносулфонат и контролните плочи, произведени с КФС. Установено е, че увеличаването на съдържанието на рMDI в лепилната композиция подобрява механичните показатели на плочите. Лабораторните плочи от дървесни частици, получени с лепилна композиция от лигносулфонат и рMDI имат много ниско съдържание на свободен формалдехид и отговарят на изискванията на емисионен клас супер E0 ($\leq 1,5 \text{ mg}/100 \text{ g}$), което дава възможност те да се класифицират като екологични.

20. Handika, S.O., Lubis, M.A.R., Sari, R.K., Laksana, R.P.B., Antov, P., Savov, V., Gajtanska, M., Iswanto, A. H. (2021). Enhancing Thermal and Mechanical Properties of Ramie Fiber via Impregnation by Lignin-Based Polyurethane Resin. *Materials* 14 (7), 6858. ISSN 1996-1944. <https://doi.org/10.3390/ma14226850>. IF: 3.623, 5 Year IF: 3.920. Квартил Q1.

Резюме: В настоящата статия е изследвано влиянието на импрегнирането на влакна от рамия (*Boehmeria nivea* (L.) Gaudich) с био-полиуретан на основата на лигнин, изолиран от черна луга, върху механичните и термичните им показатели. Лигнинът е изолиран чрез едноетапно фракциониране с два различни разтворителя – метанол и ацетон. Фракционираният лигнин е разтворен в NaOH, след което взаимодейства с полимерен 4,4-метан дифенил диизоцианат (рMDI) при моларно съотношение 0.3 (NCO/OH). Полученият био-полиуретан е използван за импрегниране на влакна от рамия. Характеристиките на лигнина, био-полиуретана и влакната от рамия са определени посредством следните методи: инфрачервена спектроскопия с трансформация на Фурие (FTIR), диференциална сканираща калориметрия (DSC), термогравиметричен анализ (TGA), пиролизна газова хроматография-маспектроскопия (Py-GCMS), Раман спектроскопия. Определени са и механичните показатели на влакната от рамия. Импрегнирането на влакната от рамия с био-полиуретан води до увеличаване на масата им с 6% до 15%, като стойностите се увеличават с удължаване на времето на импрегниране. От проведеният TGA анализ е установено, че влакната, импрегнирани с био-полиуретан на основата на лигнин, се характеризират с по-добри термични свойства в сравнение с необработените влакна. Механичните показатели на импрегнираните влакна също са подобрени, като са определени стойности на модула на еластичност от 31 GPa. Подобрените термични и механични свойства на влакната от рамия, импрегнирани с био-полиуретанови смоли на основата на лигнин, биха могли да разширят промишленото им приложение като функционален материал с висока добавена стойност.

21. Savov, V., Antov, P. (2020). Engineering the Properties of Eco-Friendly Medium Density Fibreboards Bonded with Lignosulfonate Adhesive. *Drvna Industrija* 71 (2), pp. 157-162. ISSN 0012-6772. <https://doi.org/10.55 52/drvind.2020.1968>. IF 0,830. SJR 0,284. Квартил Q3.

Резюме: Емисиите на свободен формалдехид от дървесни композити, особено при употреба на закрито, представляват сериозен риск за човешкото здраве при определени концентрации. Продължителното излагане на формалдехид може да предизвика значителни неблагоприятни последици за здравето като дразнене на очите, носа и гърлото, други респираторни симптоми и рак. В резултат на това, в Европа, САЩ и

Япония бяха въведени нови, по-ниски гранични стойности на свободен формалдехид в дървесните плочи. Този факт, заедно с по-строгото законодателство в областта на опазването на околната среда, са основните фактори за изместването на научния и промишлен интерес от традиционните синтетични смоли на основата на формалдехид, към използването на нови, биологични свързващи вещества за производство на екологични дървесни плочи. Продуктите на основата на лигнин са сред най-перспективните екологични алтернативи на традиционните формалдехидни смоли. Засиленият интерес към лигнина се дължи на фенолната му структура и благоприятните му свойства за употребата му в свързващи вещества за дървесни материали, като висока хидрофобност и ниска полидисперсност. Настоящата статия е насочена към изследване на възможностите за употреба на лигносулфонат като свързващо вещество за производство на екологични плочи от дървесни влакна със средна плътност. Изведени са регресионни модели, описващи влиянието на концентрацията на лигносулфоната и температурата на горещо пресуване върху експлоатационните показатели на плочи от дървесни влакна със средна плътност. Анализирани са индивидуалното и комбинираното влияние на двата фактора с оглед определяне на оптималните експлоатационни показатели на плочите.

22. Antov, P., Savov, V., Neykov, N. (2020). Sustainable Bio-Based Adhesives for Eco-Friendly Wood Composites – A review. Wood Research 65 (1), pp. 51-62. ISSN 1336-4561. <https://doi.org/10.37763/wr.1336-4561/65.1.051062>. IF 0,740. Квартил Q2.

Резюме: В настоящата статия е направен обзор на съвременните изследвания в областта на устойчивите свързващи вещества на биологична основа, използвани за производство на екологични дървесни композитни материали. Статията е насочена основно към употребата на лигнин, скорбяла и танини като суровини и заместители на съществуващите конвенционални лепила. В отговор на нарастващите потребности от разработване на устойчиви и иновативни материали, се очаква използването на увеличени количества натурални свързващи вещества за производството на дървесни плочи, което да направи тази индустрия по-устойчива и да намали зависимостта ѝ от изкопаеми горива. Въпреки това, все още съществуват значителни предизвикателства за пълната замяна на свързващите вещества за дървесни плочи на основата на петролни продукти с такива на биологична основа, главно поради тяхната относително ниска водоустойчивост, ниска якост на сцепване и значителни разлики в свойствата, дължащи се на различните условия на месторастене. Установена е необходимост от провеждане на фундаментални научни изследвания, насочени към определяне на факторите за получаване на свързващи вещества на биологична основа с оптимални свойства и разширяване на тяхното приложение при производството на дървесни плочи.

23. Antov, P., Mantanis, G.I., Savov, V. (2020). Development of Wood Composites from Recycled Fibres Bonded with Magnesium Lignosulfonate. Forests 11(6), 613. MDPI, ISSN 1999-4907. <https://doi.org/10.3390/f11060613>. IF 2.221, 5 Year IF 2,804. Квартил Q1.

Резюме: В настоящата статия е изследвана възможността за получаване на екологични композити от отпадъчни промишлени влакна, с използване на магнезиев лигносулфонат като свързващо вещество на основата на лигнин, без съдържание на формалдехид. Композитите са произведени в лабораторни условия при следните параметри: температура на пресуване 210° C, продължителност на пресуване 16 min и 15% съдържание на магнезиев лигносулфонат (спрямо абсолютно сухите влакна). Определени са физичните и механични показатели на получените композити и е направено сравнение с изискванията на европейските стандарти (EN 312, EN 622-5) към основните дървесни композитни материали като плочи от дървесни частици (ПДЧ) за употреба на закрито в суха среда (тип P2), ПДЧ за носещи конструкции и приложение във влажна среда (тип P5), ПДЧ за носещи конструкции с повишена товароустойчивост

за приложение във влажна среда (тип P7) и плочи от дървесни влакна със средна плътност за употреба в суха среда. Получените композитни материали се характеризират със задоволителни механични показатели: якост при огъване от 18.5 N.mm^{-2} , по-висока с 42% от изискванията за ПДЧ тип P2 (13 N.mm^{-2}) и с 16% от изискванията за ПДЧ тип P5 (16 N.mm^{-2}). Модулът на еластичност при огъване на получените композити (2225 N.mm^{-2}) е с 24% по-висок от изискването за ПДЧ тип P2 (1800 N.mm^{-2}) и е сравним с изискването към плочите от дървесни влакна със средна плътност с общо предназначение за употреба в суха среда (2200 N.mm^{-2}). Получените екологични композити се характеризират с незадоволителните водооблъскващи свойства (набъбване по дебелина и водопоглъщане), което представлява сериозен недостатък. Това налага провеждането на допълнителни изследвания, насочени към модифициране на използвания лигносулфонат и/или технологичните параметри.

24. Antov, P., Jivkov, V., Savov, V., Simeonova, R., Yavorov, N. (2020). Structural Application of Eco-Friendly Composites from Recycled Wood Fibres Bonded with Magnesium Lignosulfonate. Applied Science, 10(21), 7526. MDPI, ISSN 2076-3417. <https://doi.org/10.3390/app10217526>. IF 2.474, 5 Year IF 2,736. Квартил Q1.

Резюме: Целулозно-хартиената промишленост генерира значителни количества твърди отпадъци и отпадъчни води, които съдържат отпадъчни влакна. В настоящето проучване е изследвана възможността за използване на тези отпадъчни влакна за производството на екологични композити, получени с използването на свързващо вещество без формалдехид (магнезиев лигносулфонат), и употребата им в конструктивни приложения. Плочите от дървесни влакна са произведени в лабораторни условия при зададена плътност от 720 kg.m^{-3} и 15% съдържание на магнезиев лигносулфонат спрямо абсолютно сухите влакна. Определени са механичните показатели (якост при огъване, модул на еластичност при огъване и якост на напречен опън), физичните показатели (набъбване по дебелина и водопоглъщане) и съдържанието на свободен формалдехид в плочите, като е направено сравнение с изискванията на европейските стандарти. Плочите, произведени в лабораторни условия, се характеризират със задоволителни стойности на механичните показатели – якост при огъване $18,5 \text{ N.mm}^{-2}$ и модул на еластичност при огъване 2225 N.mm^{-2} , по-високи от минималните изисквания за плочи от дървесни частици тип P2 и сравними с изискванията към плочите от дървесни влакна със средна плътност. Водоотблъскващите показатели на получените композити, т.е. набъбването по дебелина (24 ч.) и водопоглъщането (24 ч.), са незадоволителни. Съдържанието на свободен формалдехид на лабораторните композити ($1,1 \text{ mg}/100 \text{ g}$) е по-ниско от изискването на емисионен клас супер E_0 ($\leq 1,5 \text{ mg}/100 \text{ g}$), което позволява класифицирането на получените плочи като екологични, ниско емисионни дървесни композити. Крайните ъглови съединения, изработени от получените композити, се характеризират с много ниска якост, от 2,5 до 6,5 пъти по-малка от стойностите за същите съединения, изработени от промишлени плочи от дървесни влакна със средна плътност. Установено е, че получените композити могат да се използват като конструктивен материал само в конструкции, подложени на минимални натоварвания.

25. Savov, V., Angelski, D. (2022). Effect of Lignosulfonate Content on the Adhesive Strength at Veneering of Medium Density Fibreboards. Innovations in Woodworking Industry and Engineering Design 11(2), pp. 45-50. ISSN 1314-6149. Indexed in Web of Science; CABI.

Резюме: Преходът към кръгова био-ориентирана индустрия изисква търсене на алтернативни суровинни източници и свързващи вещества при производството на материали за мебелната промишленост. Лигносулфонатите (сулфитните лигнини) са странични продукти, отпадащи от производството на целулоза и са материали на биологична основа с адхезионни свойства. Тази работа представя проучване, оценяващо лигносулфонатите като свързващи вещества при фурнироване на плочи от влакна със средна плътност. При фурнироването е използвана лепилна композиция от

карбамидформалдехидна смола (КФС) и амониев лигносулфонат. Проведени са предварителни изследвания, които показват значително намаляване на адхезионната якост, когато съдържанието на лигносулфонат в лепилната композиция надхвърли 60%. Поради което, при изследването съдържанието на лигносулфонат варира от 0 до 60%. Увеличаването на съдържанието на лигносулфонат в лепилната композиция е със стъпка от 10%. Изследвано е времето за желиране на различните лепилни композиции. Извършен е анализ на адхезионната якост при фурнироване, при използване на лепилни композиции с различно съдържание на лигносулфонат. Въз основа на това са направени изводи и са изведени съответстващи препоръки.

26. Savov, V., Grigorov, R., Alexandrov, S. (2022). Properties of Particleboards with the Participation of Hemp and Vine Particles in the Core Layer – Part II: Optimisation of the Composition. *Innovations in Woodworking Industry and Engineering Design* 11 (2), pp. 51-60. ISSN 1314-6149. Indexed in Web of Science; CABI.

Резюме: Валоризацията на агропромишлените остатъци в материали с добавена стойност, като плочи от дървесни частици, ще увеличи използването на природните био ресурси и ще подпомогне прехода към кръгова икономика.

В първата част на работата бяха представени изследвания относно влиянието на съдържанието в междинния слой на лозови, конопени и дървесни частици върху показателите на трислойни плочи от дървесни частици. Установено е, че варирането в съдържанието на лозови и конопени частици не се отразява на водоустойчивите показатели на този вид плочи.

Настоящата част представя резултатите от оптимизирането на състава на междинния слой на плочите, предвид техните механични показатели. Представени са данни и анализ на изменението на съпротивлението при изваждане на винтове. Този показател е с основно значение при използването на ПДЧ като конструктивен елемент в производството на мебели.

В резултат на проведените изследвания се установи, че с най-добри експлоатационни показатели са плочите, получени с междинен слой изцяло съставен от конопени частици. Установено е, че при използване на лозови частици за междинния слой на ПДЧ не се препоръчва тяхното съдържание да надвишава 30%.

27. Panchev, Ch., Savov, V. (2022). Recycling of Medium Density Fibreboards – A Review. *Innovations in Woodworking Industry and Engineering Design* 1 (21), pp. 39-46. ISSN 1314-6149. Indexed in Web of Science; CABI.

Резюме: Производството на плочи от дървесни влакна със средна плътност (MDF) е една от развиващите се дървопреработвателни промишлености. Установено е, че една четвърт от произведените плочи приключват жизнения си цикъл до пет години, а до десет години това количество се увеличава до петдесет процента. Към настоящия момент отсъства утвърдена производствена практика за рециклиране на този вид отпадък. Това, заедно с факта, че в някои държави е въведена забрана за депониране на тези плочи на сметищата, води до значителни предизвикателства.

Съществуват две основни направления на изследванията относно рециклиране на плочите от дървесни влакна със средна плътност, а именно с и без предварително третиране. И при двата случая с увеличаване на съдържанието на рециклирани влакна се наблюдава влошаване в показателите на плочите, но при провеждане на предварителна хидролиза се намалява делът на прерязаните влакна и се понижават емисиите на формалдехид от плочите.

В настоящата работа е извършен преглед и анализ на методите за рециклиране на плочи от дървесни влакна със средна плътност, като на тази основа са изведени изводи и препоръки.

28. Grigorov, R., Savov, V., Alexandrov, S. (2022). Properties of Particleboards with the Participation of Hemp and Vine particles in the Core Layer – Part I: Effect of the Composition. *Innovations in Woodworking Industry and Engineering Design 1* (21), pp. 47-56. ISSN 1314-6149. Indexed in Web of Science; CABI.

Резюме: Засилващото се обезлесяване в световен мащаб, от една страна и увеличаващите се количества на производство на дървесни плочи от друга води до необходимостта за търсена на алтернативни на дървесината, лигноцелулозни суровини. В контекста на това следва да се подчертае, че годишно от селскостопанските дейности остават значителни количества лигноцелулозна маса, която в общия случай се изгаря. Въпреки това като цяло отделните видове лигноцелулозни недървесни суровини трудно могат да покрият нуждите от производителите на дървесни плочи, което налага тяхното комбиниране. В настоящото изследване се произведоха плочи от дървесни частици с междинен слой от лозови и конопени частици. Съответните съдържания в междинния слой се изменят от 0 до 100% със стъпка от 20%. Произведена е и контролна плоча съставена само от дървесна суровина. Лицевият слой на плочите е от дървесина на твърди широколистни видове. В резултат от изследването се установи, че изменението на състава на междинния слой, при избраните лигноцелулозни недървесни суровини, не оказва влияние върху водоотблъскващите показатели на плочите. Много по-добри механични показатели на плочите от дървесни частици се постигнаха при увеличаване на съдържанието на частици от коноп.

29. Savov, V., Antov, P., Trichkov, N. (2021). Properties of Hight-Density Fibreboards Bonded with Urea-Formaldehyde and Phenol-Formaldehyde Resins. *Innovations in Woodworking Industry and Engineering Design 2* (20), pp. 17-26. ISSN 1314-6149. Indexed in Web of Science; CABI.

Резюме: Карбамидформалдехидните смоли (КФС) са най-често срещаният вид свързващи вещества, използвани в производството на дървесни плочи. Въпреки многобройните им предимства, основните недостатъци на тези термореактивни аминокласти са влошената водоустойчивост, отделянето на опасни летливи органични съединения и в по-малка степен намалената якост на получените с тях плочи. Следователно, за производството на дървесни плочи с повишено качество трябва да се извърши модификация или частична замяна на КФС. Има множество предходни проучвания за подобряване на КФС с добавяне на меламинформалдехидни смоли (МФС). Частичната замяна на КФС с фенолформалдехидни смоли (ФФС) е изследвана в по-малка степен.

Целта на това изследване е да се проучи влиянието от замяната на КФС с ФФС върху показателите на плочи от дървесни влакна с висока плътност. Плочите са произведени при фактор на пресуване от 15 s.mm^{-1} и температура на пресуване от 220° C . Съдържанието на свързващо вещество в плочите от дървесни влакна е 6% спрямо абсолютно сухата дървесновлакнеста маса. Извършена е пълна замяна на КФС с ФФС смола, при стъпка на заместване от 1%. Установено е, че при 50% съдържание на ФФС в лепилната композиция, плочите отговарят на най-строгите изисквания, а именно при употреба за носещи конструкции във влакна среда. Установено е, че за постигане на по-нататъшно подобряване на показателите на плочите от дървесни влакна, съдържанието на ФФС трябва да се увеличи до 83,3%.

30. Savov, V., Mihajlova, J., Yotov, N., Madjarov, B. (2021). Influence of Hot-Pressing Temperature on Properties of Eco-Friendly Dry-Process Fibreboards with Lignosulfonate Adhesive. *Innovations in Woodworking Industry and Engineering Design 1* (19), pp. 29-36. ISSN 1314-6149. Indexed in Web of Science; CABI.

Резюме: Основно предизвикателство за производителите на дървесни плочи е да постигнат емисии на формалдехид сравними с тези от натуралната дървесина. За тази цел като особено обещаващи заместители на традиционното използваните карбамидформалдехидни смоли са различните видове технически лигнин.

Лигносулфонатите са страничен продукт от производството на целулоза по сулфитен метод. Те са практически безвредни за човешкото здраве. Основните функционални групи на лигносулфонатите са хидроксилните групи и връзката с влакната е главно чрез водородни връзки. За образуването на тези връзки, освен повърхността с активни хидроксилни групи, от съществено значение е и температурата на горещо пресоване.

Тази статия представя изследване за влиянието на температурата на горещо пресуване върху показателите на екологични плочи от дървесни влакна. Като свързващо вещество се използва калциев лигносулфонат в съдържание 10% спрямо абсолютно сухите влакна. При изследването температурата на горещо пресуване се изменя от 150 до 200° C, със стъпка на нарастване от 10° C. Определени са основните физико-механични показатели на плочите. На тази основа е осъществен анализ. Установено е, че показателите на плочите от дървесни влакна, получени само с лигносулфонат като свързващо вещество, се влияят значително от температурата на горещо пресуване. Установено е, че за получаване на плочи от дървесни влакна с показатели отговарящи на изискванията на стандарта, температурата на горещо пресуване трябва да бъде най-малко 190°C.

31. Savov, V. (2020). Engineering of Selected Properties of Light Medium Density Fibreboards Produced from Hardwood Tree Species (2020). *Innovation in Woodworking Industry and Engineering Design, 1/2020* (17), pp. 53-59. ISSN 1314-6149. Indexed in Web of Science; CABI.

Резюме: В тази статия са представени резултати от изследване на влиянието на температурата при горещо пресоване и фактора на пресуване върху някои свойства на леки плочи от дървесни влакна (ПДВ) със средна плътност, получени от дървесина на твърди широколистни дървесни видове. Леките ПДВ със средна плътност са произведени в лабораторни условия с фенолформалдехидна смола като свързващо вещество. Факторът на пресуване варира от 45 до 90 s.mm⁻¹, а температурата на горещо пресоване се изменя от 150° до 190°C.

За проектиране на показателите на плочите са приложени методите на регресионния анализ. Изведени са експериментално-статистически модели, които описват изследваните зависимости и са определени оптимални, по отношение на показателите на плочите, стойности на изследваните фактори. Установено е, че чрез моделиране посредством изследваните фактори, показателите на леките ПДВ със средна плътност от дървесина на широколистни дървесни видове могат значително да се подобрят. Установено е също, че в изследвания диапазон на изменение на факторите, температурата на горещо пресуване има значително по-силно влияние върху показателите на ПДВ, отколкото фактора на пресуване.

32. Savov, V., Valchev, I. Yavorov, N., Sabev, K. (2020). Influence of press factor and additional thermal treatment on technology for production of eco-friendly MDF based on lignosulfonate adhesives. Bulgarian Chemical Communications, Volume 52, Special Issue B, pp.48-52. <https://doi.org/10.34049/bcc.52.B0015>. ISSN 0324-1130. SJR 0,140. Квартил Q4. Indexed in Web of Science; Scopus.

Резюме: Основен недостатък на плочите от дървесни влакна със средна плътност, като материал за производство на мебели и обзавеждане са емисиите на формалдехид от тях. За решаване на проблема с наличието на свободен формалдехид в плочите, особено перспективен подход е използването на лигносулфонати като свързващи вещества на биологична основа. Основен недостатък на лигносулфонатите в сравнение с използваните понастоящем синтетични свързващи вещества е тяхната по-ниска реактивност. Това води до необходимостта от по-голяма продължителност на горещото пресуване и до по-лоша водоустойчивост на плочите. Тази статия представя проучване за влиянието на продължителността на горещото пресуване и допълнителното термично обработване върху показателите на екологични плочи от дървесни влакна със средна плътност. Плочите са произведени в лабораторни условия с използване само на лигносулфонат като свързващо вещество и без участие на синтетични свързващи вещества на основата на формалдехид. Произведени са шест вида плочи с вариране на фактора на пресуване от 30 до 60 s.mm⁻¹ с и без допълнително термично обработване. Показателите на получените плочи са сравнени с изискуемите стойности съгласно европейските стандарти и с контролна плоча, получена с 10% карбамидформалдехидна смола. Получените плочи покриват изискванията на съответните европейски стандарти по отношение на техните механични показатели. Направен е сравнителен анализ със съответни заключения и препоръки за влиянието на фактора на пресуване и допълнителното термично обработване върху физико-механичните показатели на плочите от дървесни влакна със средна плътност, получени с лигносулфонат като свързващо вещество.

33. Savov, V., Mihajlova, J., Grigorov, R. (2019). Selected physical and mechanical properties of combined wood based from wood fibres and sawdust. Innovation of woodworking industry and engineering design. Vol. 8(2), pp. 42-48. ISSN 1314-6249. Indexed in Web of Science; CABI.

Резюме: Производството на дървесновлакнеста маса е много енергоемък процес. Това е и една от причините за по-високата цена плочите от дървесни влакна (ПДВ) със средна плътност в сравнение с тази на плочите от дървесни частици. Една от възможностите за частично решаване на този проблем е включването в състава на ПДВ на промишлени отпадъци, които не трябва да преминават през процес на развлакняване. Има значително количество промишлени отпадъци, получени при дървообработването – това са основно стърготини, получени при обработване на масивна дървесина с банцизи. Трябва да се отбележи, че този метод за получаване на материали от масивна дървесина е широко разпространен, както в световен мащаб, така и в България. Тази статия представя изследване за влиянието на съдържанието на стърготини от иглолистни дървесни видове върху показателите на комбинирани плочи от дървесни влакна и стърготини. Произведените плочи са с вариране на съдържанието на дървени стърготини от 0 до 50% и съответно съдържанието на влакна от 100 до 50%. Увеличаването на съдържанието на дървени стърготини е със стъпка от 10%. Определени са основните физико-механични показатели на плочите и са изведени експериментално-статистически модели за влиянието на съдържанието на стърготини от иглолистни дървесни видове. Установено е при какъв процент стърготини плочите имат показатели, отговарящи на изискванията на съответните стандарти за ПДВ със средна плътност.

34. Savov, V. Mihajlova, J. Grigorov, R. Molev, E. (2018). Effect of Participation of Vine Fibers on Some Physical and Mechanical Properties of Fibreboards. Innovation in Woodworking Industry and Engineering Design, Vol. VII. pp. 44-52. ISSN 1314-6149. Indexed in Web of Science; CABI.

Резюме: Дървесината е дефицитна суровина както в България, така и в световен мащаб. В България лозовите пръчки са широко разпространен лигноцелулозен отпадък от земеделското производство.

В настоящата статия е представено изследване за влиянието на включване на маса от лозови пръчки в състава на плочи от дървесни влакна. Влакнестата маса от лозови пръчки е получена чрез разvlakняване с лабораторна мелница дефибратор. За целта на изследването в лабораторни условия са получени плочи от дървесни влакна със съдържание на маса от лозови пръчки изменящо се от нула до двадесет процента. Стъпката на повишаване на съдържанието на маса от лозови пръчки е от пет процента. Определени са основните физико-механични показатели на плочите. На тази основа е направен анализ и са направени съответни изводи и препоръки.

35. Mihailova, J., Savov, V., Grigorov, R. (2019). Utilization of Mass of Industrial Hemp in the production of Medium-density Fibreboards. Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences. Year: 4, No: 4, pp. 679-683., e-ISSN 2548-0006 <https://doi.org/10.35229/jaes.637270>.

Резюме: В близкото минало индустриалният коноп (*Cannabis sativa* L. subsp. *sativa*) намира основно приложение в производството на въжета и тъкани. В момента тази култура намира все по-голямо приложение за фармацевтични цели и в козметичната промишленост. В резултат на което остават не само конопен паздер но и цели стъбла като отпадъци от това производство. От друга страна, плочите от дървесни влакна, които в световен мащаб са второто по обем производство на дървесни плочи след това на фурнир и шперплат, позволяват поне частично включване на недървесни лигноцелулозни суровини в състава си. Ето защо в тази статия е представено изследване на възможността за включване на маса от конопени стъбла в състава на плочи от дървесни влакна със средна плътност.

В лабораторни условия е осъществено разvlakняване на предварително измити конопени стъбла. Разvlakняването се извърши за 2 минути посредством лабораторна мелница дефибратор. В лабораторни условия са произведени плочи от дървесни влакна със средна плътност с участие на маса конопени стъбла от 0% до 100%. Съдържанието на масата на конопените стъбла се увеличава със стъпка от 10%. Плочите са произведени при температура на горещо пресуване от 185 °C, с 10% участие на карбамидформалдехидна смола и зададена плътност от 850 kg.m⁻³.

Установено е влиянието на съдържанието на маса от конопени стъбла върху показателите на плочите от дървесни влакна със средна плътност. Изведени са и регресионни уравнения за това влияние върху отделните показатели на плочите. Установено е процентното съдържание на маса от конопени стъбла след което де наблюдава най-значително влошаване на показателите на плочите. На тази основа е изведена препоръка за максимално обосновано съдържание на маса от конопени стъбла в състава на плочи от дървесни влакна със средна плътност.

36. Antov, P., Savov, V., Neykov, N. (2019). Possibilities for Manufacturing Insulation Boards with Participation of Recycled Lignocellulosic Fibres. Management and Sustainable Development, vol. 75, pp. 72–76. ISSN 1311-4506.

Резюме: Целулозно-хартиената промишленост се характеризира със значително отрицателно въздействие върху околната среда. Още при първичното рециклиране на хартия от група II и III (средно и високо качество) се отстранява около 20% лигноцелулозен материал, неподходящ за производството на този материал. В настоящата статия са изследвани възможностите за оползотворяване на нискокачествен лигноцелулозен материал, преминал единствено механично третиране, за получаване на изолационни плочи от дървесни влакна. В лабораторни условия са разработени и произведени няколко вида изолационни плочи със съдържание на рециклирани лигноцелулозни влакна. Установени са основните механични показатели на плочите с оглед определяне на възможните области на приложение на дървесните композити. Определени са също и основните водоотблъскващи и звукоизолационни показатели на плочите – водопоглъщане, набъбване по дебелина, коефициент на звукоизолация и индекс на звукопроницаемост. Въз основа на получените резултати е направен анализ с прилежащи изводи и препоръки.

37. Antov, P., Savov, V., Neykov, N. (2018). Influence of the Composition on the Exploitation Properties of Combined Medium Density Fibreboards Manufactured with Coniferous Wood Residues. European Mechanical Science Journal, Vol. 2(4), pp.140-145, e-ISSN 2587-1110. <https://doi.org/10.26701/ems.443891>.

Резюме: Един от основните недостатъци на плочите от дървесни влакна със средна плътност в сравнение с плочите от дървесни частици е по-високата им цена, дължаща се до голяма степен на енергоемкия процес на разvlakняване на дървесната суровина. В настоящата статия са изследвани възможностите за частична замяна на дървесновлакнестата маса за производство на плочи от дървесни влакна със средна плътност с остатъци от иглолистна дървесина, получени при производството на материали от масивна дървесина. Експерименталният план е разработен по метода на Маклийн и Андерсън за изследване на свойствата на многокомпонентни системи при наличие на ограничения върху отделните компоненти. Съдържанието на остатъци от иглолистна дървесина варира от 0% до 40%. Плочите са произведени в лабораторни условия при зададена плътност от 720 kg.m⁻³. Съдържанието на карбамидформалдехидна смола варира от 8% до 14%, за да се компенсира негативното влияние на участието на остатъци от иглолистна дървесина в състава на плочите. Определени са основните физико-механични показатели на плочите. Чрез прилагане на стъпкова регресия са изведени експериментално-статистически модели за влиянието на изследваните фактори, и е извършена оптимизация за постигане на оптимални експлоатационни показатели на плочите от дървесни влакна със средна плътност. Установено е, че за постигане на стойности на физико-механичните показатели, съответстващи на стандартните изисквания, максималното допустимо съдържание на остатъци от иглолистна дървесина следва да бъде до 10,6%, а съдържанието на карбамидформалдехидна смола – над 10%. При съдържание на свързващо вещество под 10%, максималното допустимо количество отпадъчна иглолистна дървесина в състава на плочите следва да бъде до 5%.

38. Yotov, N., Savov, V, Valchev, I, Petrin, St., Karatotev, V. (2017). Study on possibility for utilization of technical, hydrolysis, lignin, in composition of medium density fiberboard. Innovation in woodworking industry and engineering design. Vol VI 2/2017. pp. 69-74. ISSN 1314-6149.

Резюме: В настоящия доклад е представено изследване на възможността за използване на хидролизния лигнин в състава на плочи от дървесни влакна със средна плътност. За целта на изследването в лабораторни условия са произведени плочи с пет процента технически хидролизен лигнин в състава им и различно количество фенолформалдехидна смола. Хидролизният лигнин е добавен в сухо състояние. Определени са основните физико-механични показатели на плочите и те са сравнени с тези на плочи без участие на технически хидролизен лигнин. Сравнен е и външния вид на плочите от дървесни влакна със средна плътност с и без участие технически лигнин. На тази основа е извършен анализ на резултатите със съответните заключения.

39. Savov, V., Mihajlova, J. (2017). Influence of the Content of Lignosulfonate on Physical Properties of Medium Density Fiberboard. PRO LIGNO. Vol. 13 № 4/2017. pp. 247-251. ISSN 2069-7430.

Резюме: Един от съществените недостатъци при производството на плочи от дървесни влакна със средна плътност е наличието на емисии на формалдехид от тях. Това може да се преодолее чрез замяна на използваните в момента синтетични свързващи вещества. Лигнинът е естествено свързващо вещество в дървесината. В световен мащаб, на лабораторно ниво, има множество изследвания за използването на ензимен лигнин като свързващо вещество за плочи от дървесни влакна със средна плътност. В тези проучвания се наблюдават някои значителни недостатъци, които могат да бъдат преодолени с използването на лигносулфонати.

В тази статия е представено изследване за влиянието на съдържанието на лигносулфонат в състава на плочи от дървесни влакна със средна плътност, произведени от дървесина на твърди широколистни дървесни видове, върху техните физични свойства. Плочите са произведени само с 5% съдържание на карбамидформалдехидна смола и промяна в съдържанието на калциев лигносулфонат от 0 до 20%.

Изведени са апроксимиращи функции за влиянието на съдържанието на лигносулфонат върху физичните показатели на плочите от дървесни влакна със средна плътност. На тази основа е направен анализ със съответни заключения и препоръки за оптимално съдържание на калциев лигносулфонат, по отношение на физичните показатели на плочите, в състава на плочите от дървесни влакна.

40. Savov, V., Mihajlova, J. (2017). Influence of the Content of Lignosulfonate on Mechanical Properties of Medium Density Fiberboard. PRO LIGNO. Vol. 13 № 4/2017. pp. 2252-256. ISSN 2069-7430.

Резюме: Един от съществените недостатъци при производството на плочи от дървесни влакна със средна плътност е наличието на емисии на формалдехид от тях. Това може да се преодолее чрез замяна на използваните в момента синтетични свързващи вещества. Лигнинът е естествено свързващо вещество в дървесината. Плочите от дървесни влакна със средна плътност се използват главно в производството на мебели и обзавеждане. За това тяхното приложение от съществено значение с оглед на пригодността на плочите са техните механични показатели.

В тази статия е представено изследване на влиянието на съдържанието на лигносулфонат в състава на плочи от дървесни влакна със средна плътност, произведени от дървесина на твърди широколистни дървесни видове, върху техните механични показатели. Плочите са произведени само с 5% съдържание на

карбамидформалдехидна смола и промяна в съдържанието на калциев лигносулфонат от 0 до 20%.

Изведени са апроксимиращи функции за влиянието на съдържанието на лигносулфонат върху механичните показатели на плочи от дървесни влакна със средна плътност. На тази основа е направен анализ със съответстващи заключения и препоръки за оптимално съдържание на калциев лигносулфонат, по отношение на механичните показатели на плочите, в състава на плочите от дървесни влакна.

41. Antov, P., Savov, V., Neykov, N. (2017). Utilization of Agricultural Waste and Wood Industry Residues in the Production of Natural Fiber – Reinforced Composite Materials. International Journal – Wood, Design & Technology, Vol. 6, No. 1, pp 64-71. ISSN 1857 – 9140.

Резюме: Композитните материали, произведени от възобновяеми и биоразградими естествени влакна, получени от селскостопански отпадъци и остатъци от дървообработващата промишленост, намират все по-широко приложение. Тези продукти представляват екологична и евтина алтернатива на традиционните материали на петролна основа, тъй като значително намаляват използването на изкопаеми горива и емисиите на парникови газове. Освен това, тези материали се характеризират с добри механични показатели и изискват по-ниска консумация на енергия за тяхното производство. Дървообработващата промишленост и селското стопанство генерират значителни количества органични отпадъци и остатъци, които все още не намират широко промишлено приложение, а се изгарят за производство на енергия, депонират или компостират. Използването на органичните отпадъци и остатъци от селското стопанство и дървообработващата промишленост за производството на полимерни композити, подсилени с естествени влакна, е екологично чиста, устойчива и икономична алтернатива. В настоящата статия е направен задълбочен обзор на възможностите за приложение на тези органични отпадъци и остатъци като подсилващ материал в полимерни композити.

42. Mihajlova, J. Savov, V. (2017). Analysis of Possibilities for Utilization of Agricultural Lignocellulosic Residuals as Alternative Raw Material for Production of Medium-Density Fibreboards (MDF). International Journal – Wood, Design & Technology, Vol. 6, No. 1, pp. 38-48. ISSN 1857 – 9140.

Резюме: В представяната статия е осъществен анализ на възможностите за оползотворяване на селскостопански лигноцелулозни остатъци като алтернативна суровина за производство на плочи от дървесни влакна със средна плътност. Разгледан е световният опит в това отношение и е определено количеството на този вид суровини в България. Установено е, че има голямо количество публикации, които съобщават за задоволителното използване на селскостопански лигноцелулозни остатъци като алтернативна суровина за плочи от дървесни влакна, включително такива, предназначени за строителството. В България има повече от достатъчни количества остатъчни лигноцелулозни влакна за задоволяване нуждите на производителите на дървесни плочи. Въпреки това, този вид суровина не се оползотворява.

43. Neykov, N., Antov, P. Savov, V. (2020). Circular Economy Opportunities for Economic Efficiency Implement in Wood-Based Panel Industry. Proseedings of the 11th International Scientific Conference "Business and Management 2020" May 7–8, 2020, Vilnius, Lithuania, pp. 8-17. <https://doi.org/10.3846/bm.2020.493>. ISBN 978-609-476-231-4.

Резюме: Увеличените технологични възможности за оползотворяване на дървесни отпадъци и остатъци при производството на дървесни плочи могат да спомогнат за прехода към кръгова, нисковъглеродна биоикономика. Каскадното използване на

дървесните ресурси, дефинирано като „ефективно използване на ресурсите чрез рационално оползотворяване на остатъци и рециклирани материали като суровини за увеличаване на общата биомаса в рамките на дадена система“, е сред основните принципи за постигане на тази цел. Производството на дървесни плочи се характеризира с генерирането на значителни количества отпадъци и остатъци, осигуряващи възможност за каскадното им оползотворяване. Целта на настоящото изследване е да се дефинират основните насоки за каскадно използване на дървесните отпадъци от производството на дървесни плочи и да се анализира икономическото въздействие от гледна точка на икономическата ефективност, в съответствие с принципите на кръговата биоикономика. Представен е анализ на времевите редове на потоците от дървесни отпадъци и суровини в Република България, икономическа оценка на текущото оползотворяване на дървесните отпадъци за производството на дървесни плочи, както и сравнителен анализ на възможните методи за оползотворяване. Анализиран са и съществуващите технически и икономически пречки за каскадното оползотворяване на дървесните ресурси.

44. Antov, P., Savov, V., Neykov, N. (2020). Reduction of Formaldehyde Emission from Engineered Wood Panels by Formaldehyde Scavengers – a Review. Proseedings of the 13th International Scientific Conference WoodEMA2020 and 31st International Scientific Conference ICWST 2020 "Sustainability of Forest-Based Industries in the Global Economy", pp.289-294. ISBN 978-953-57822-8-5.

Резюме: Повишеното екологично съзнание, свързано с устойчивостта на суровините и крайните продукти, както и по-строгите законодателни изисквания към емисиите на формалдехид от дървесни композитни материали, са едни от основните движещи фактори за пренасочване на индустриалния интерес към производството на екологични дървесни плочи. Основните методи за намаляване на емисиите на свободен формалдехид от дървесните плочи са свързани с намаляване на свободния формалдехид в свързващото вещество чрез използването на нискоемисионни или биобазирани свързващи вещества, или и чрез използването на подходящи добавки към лепилната композиция, наречени уловители на формалдехид. В статията е направен преглед и анализ на текущото състояние на изследванията в областта на уловителите на формалдехид за производство на нискоемисионни дървесни плочи, като карбамид, амоняк, амониеви соли и някои естествени материали, като танини и дървесна кора. Разгледани и анализирани са и основните фактори, влияещи върху емисиите на свободен формалдехид от дървесни композити.

45. Valchev, I., Savov, V., Yordanov, I. (2020). Reduction of Phenol Formaldehyde Resin Content in Dry-Processed Fibreboards by Adding Hydrolysis Lignin. Proceedings of the 2020 Society of Wood Science and Technology International Convention "Renewable Resources for Sustainable and Healthy Future". July 12-15 Portoroz, Slovenia, pp. 592-602. ISBN 978-1-73404-850-6 .

Резюме Производството на плочи от дървесни влакна по сух метод е доминиращо, като съставлява над 80% от общото производство на този вид дървесни плочи. Основно предизвикателство пред развитието на технологията за производство на плочи от дървесни влакна по сух метод е намаляване на емисиите на формалдехид от плочите. Това може да се постигне чрез намаляване на съдържанието на синтетични свързващи вещества на основата на формалдехид.

Този доклад представя проучване на възможността за частично заместване на фенолформалдехидната смола с технически хидролизен лигнин в лепилната композиция, при производство на плочи от дървесни влакна по сух метод. Техническият хидролизен лигнин е остатъчен продукт след киселинна хидролиза на

дървесина до захари и като такъв цената му е ниска. Изследванията са проведени в лабораторни условия, като общото съдържание на свързващи вещества е 10% към абсолютно сухи влакна. Съдържанието на фенолформалдехидна смола варира от 10 до 2%, като съответно съдържанието на хидролизен лигнин е от 0 до 8%. Заместването на фенолформалдехидната смола с хидролизен лигнин се осъществи със стъпка от 2%. Установи се, че добавянето на хидролизен лигнин в съдържание от над 6%, води до значителни затруднения при хомогенното му разпределение в плочите от дървесни влакна. Това налага намаляване на концентрацията на лигнин-фенолформалдехидната суспензия. На базата на експерименталните изследвания е направен анализ на изменението на физико-механичните показатели на плочите от дървесни влакна и на минималното възможно съдържание на фенолформалдехидна смола в лепилната композиция. Всички произведени плочи от дървесни влакна отговарят на изискванията на съответните европейски стандарти.

46. Antov, P., Savov, V. (2019). Possibilities for Manufacturing Eco-friendly Medium Density Fibreboards from Recycled Fibres – a Review. Proceedings of 30th International Conference on Wood Science and Technology - ICWST 2019 "IMPLEMENTATION OF WOOD SCIENCE IN WOODWORKING SECTOR" & 70th Anniversary of Drvna industrija Journal, 12th – 13th December, Zagreb, Croatia, pp. 18-24. ISBN 978-953-292-062-8.

Резюме: The production of medium density fibreboards (MDF) is the second largest worldwide, preceded only by the production of plywood. A major advantage of this technology is the possibility for utilization of small-sized and low quality wooden raw material. However, the increased production and the expected average life cycle of panels of about 15-20 years result in significant amounts of post-consumer wood waste. Due to the content of synthetic adhesives the panels are not suitable for energy applications. On the other hand, their recycling and re-use will reduce the consumption of wood raw material. Significant amounts of lignocellulosic waste and residues also remain in the production and recycling of paper and cardboard. This article presents a review and analysis of the current state of research in the field of recycling lignocellulosic fibres and possibilities for their use in the production of MDF panels. Different methods for recycling with and without the use of chemical reagents in terms of quantitative yield, quality of panels and production costs, are presented.

47. Mihajlova, J. Savov, V., Grigorov, R. (2018). Effect of Participation of Mass of Maize Stalks on Some Physicomechanical Indicators of Medium-density Fibreboards (MDF). Proceedings of the International Forest Products Congress Trabzon, Turkey, 26-29 September 2018. ORENKO 2018 Paper ID. 85. pp. 425-433. ISBN: 978-605-2271-32-2.

Резюме: Основно предимство на технологията за производство на плочи от дървесни влакна (ПДВ) са намалените изисквания към дървесната суровина и възможността за включване на други недървесни лигноцелулозни суровини в състава на плочите. Това е от съществено значение с оглед на световния недостиг на дървесина. Такива лигноцелулозни суровини са остатъци (отпадъци) от селското стопанство, като например царевични стъбла.

В тази статия е представено изследване на влиянието от участието на масата на царевичните стъбла върху някои физико-механични показатели на ПДВ със средна плътност. В лабораторни условия са произведени плочи с участие на маса царевични стъбла в количество от 0% до 100%. Разvlakняването се осъществи чрез лабораторна дискова мелница - дефибратор. Основната фракция на царевичните влакна е с дължина от 1 до 2 mm. Плочите са произведени с 10% участие на карбамидформалдехидна смола, при температура на горещо пресоване от 185° C. Зададената плътност на

плочите е 850 kg.m^{-3} .

Определен е количественият добив при разvlakняване на царевични стъбла. Изведени са регресионни модели за влиянието на съдържанието на масата на царевичните стъбла върху основните физико-механични показатели на ПДВ със средна плътност. Анализирани са допустимият дял от масата на царевичните стъбла в състава на ПДВ със средна плътност и при какъв дял от масата на царевичните стъбла се наблюдава най-значително влошаване на показателите на плочите. Въз основа на резултатите е изведена препоръка по отношение на максималното възможно съдържание на маса царевични стъбла в състава на ПДВ със средна плътност.

48. Savov, V., Ivanova, J. (2016). Influence of the content of corn stalks and phenol-formaldehyde resin on some physical and mechanical properties of very hard fibreboards. Proceedings of 10th international science conference "Chip and chipless woodworking processes", pp 171-179. 08-10 September 2016, Zvolen, Slovakia. ISBN 978-80-228-2143-8.

Резюме: Основните предимства на производството на плочи от дървесни влакна са намалените изисквания към дървесната суровина и възможността за използване в техния състав на лигноцелулозни селскостопански отпадъци. Отрицателното въздействие на по-високото съдържание на хемицелулози, минерали и восък в недървесните лигноцелулозни суровини може да бъде намалено чрез увеличаване на съдържанието на свързващи вещества. В доклада е представено изследване на комплексното влияние на съдържанието на царевични стъбла и съдържанието на фенолформалдехидна смола върху основните физико-механични показатели на плочи от дървесни влакна с висока плътност.

За целта на изследването са произведени плочи от дървесни влакна в лабораторни условия при изменение на съдържанието на царевични стъбла от десет до тридесет процента и изменение на съдържанието на фенолформалдехидна смола от осем до шестнадесет процента. Изведени са регресионни модели за влиянието на двата фактора и е извършена оптимизация на резултатите по метода на случайното търсене. На тази основа е осъществен анализ с прилежащи заключения.

49. Savov, V. (2023). Nanomaterials to Improve Properties in Wood-Based Composite Panels. In: Taghiyari, H.R., Morrell, J.J., Husen, A. (eds) Emerging Nanomaterials. Springer, Cham. pp. 135-155. ISBN 978-3-031-17377-6. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17378-3_5.

Резюме: Производството на дървесни плочи е една от развиващите се промишлености с нарастващо количество на произведената продукция. Наноматериалите се очертават като основна възможност за тази индустрия да премине към следващо ниво на развитие. Чрез прилагане на наноматериали показателите на почти всички видове дървесни плочи могат да бъдат значително подобрени. Използването на наноматериали може да доведе и до придобиване на специфични свойства на материалите. Ето защо през последните десетилетия има значително количество проучвания за включване на наноматериали в състава на дървесните плочи. Тази работа представя преглед, без претенции за изчерпателност, на проучвания, свързани с подобряване на водоустойчивостта, електрическото и магнитното съпротивление, топлопроводимостта, антибактериалните свойства, устойчивостта на плесени и други специфични свойства на дървесните плочи, чрез използване на наноматериали. Установено е, че към настоящият момент са осъществени значително количества изследвания, но въпреки това остават множество предизвикателства с оглед промишленото въвеждане на наноматериалите при производството на дървесни плочи.

50. Савов, В. (2021). Учебник по Технология на материалите от дървесни влакна. Интел Ентранс, стр. 290. ISBN 978-619-7554-86-1. Рецензенти – проф. д-р Иво Владимиров Вълчев; доц. д-р Петър Йорданов Антов.

Резюме: Учебникът е предназначен за студентите от специалност „Технология на дървесината и мебелите“ на Лесотехнически университет. Той е разработен съобразно учебната програма на дисциплината „Технология на материалите от дървесни влакна“, изучавана в трети курс редовно обучение и четвърти курс задочно обучение.

В учебника са застъпени въпросите относно технологиите и показателите на материалите от дървесни влакна. Основната съсредоточеност на лекционният курс е върху технологиите за производство на плочи от дървесни влакна, в това число и производството на гипсовлакнести плочи. Разгледани са още, в значително съкратен обем, технологиите за производство на дървесно- полимерни влакнести материали, целулоза, хартия и картон.

Учебникът може да се използва и при разработване на дипломни работи по дисциплината, а също така и от специалисти от практиката.

51. Савов, В. (2020). Ръководство за упражнения по Технология на материалите от дървесни влакна. Интел Ентранс, стр. 102. ISBN 978-619-7554-05-2. Рецензенти – проф. д-р Николай Асенов Йосифов; доц. д-р Иво Владимиров Вълчев.

Резюме: Ръководството е предназначено за студентите от специалност „Технология на дървесината и мебелите“ на Лесотехнически университет. То е разработено по учебната програма на дисциплината Технология на материалите от дървесни влакна, изучавана в трети курс редовно обучение и четвърти курс задочно обучение. В единадесет теми са обхванати методите за: определяне на физико-механичните показатели на плочите от дървесни влакна; баланс на суровините и материалите в това производство, технологичен контрол на суровината и на дървесновлакнестата маса; получаване на маса и на плочи в лабораторни условия; както и проектиране на показателите на плочите.

Ръководството може да се използва и при разработване на дипломни работи по дисциплината.

27.04.2023 г.

Изготвил:.....

/доц. д-р инж. Виктор Савов/