

УДК 691.11-027.45

В.О. АКМЕН, С.В. СОРОКИНА, В.В. КОЛЕСНИК, В.В. ПОЛУПАН

Харківський державний університет харчування та торгівлі

ВІДПОВІДНІСТЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ДСП ЗА УМОВ ЗАСТОСУВАННЯ У ЖИЛИХ ОТЕПЛЮВАЛЬНИХ ПРИМІЩЕННЯХ

В статті розглянуто проблему необхідності контролю параметрів якості ламінованих деревостружкових плит (ДСП) відповідно до норм, регламентованих нормативною документацією. Вченими проведено велику роботу щодо формування споживчих властивостей та покращенню екологічності плит ДСП, що сприяло досягненню достатньо високої якості, однак застосування низькоякісної сировини веде до збою в системі формування якості готового товару. До того ж існують певні норми і застереження, які пов'язані із використанням клейових матеріалів, що містять формальдегіди і феноловісні сполуки, які за підвищених температур мають властивість випаровуватись. Робота присвячена актуальним дослідженням щодо визначення відповідності показників якості ДСП, виготовлених на вітчизняних підприємствах та імпортованих на ринок України, нормам встановленим діючою нормативною документацією, а також дослідження умов безпечної їх експлуатації у жилих приміщеннях та можливого негативного впливу на організм людини, навколишнє середовище.

Дослідним шляхом встановлено відповідність зразків ДСП ТМ «KronoUkraine» та ТМ «EGGER» різної фактури і різних кольорів вимогам діючої в Україні нормативної документації за наступними показниками: відповідність фактичних параметрів розмірів, пожолобленість, вологість, гідротермічна стійкість і температуротривкість покриття, ступінь набрякання плит під впливом вологи, щільність, межа міцності на розрив перпендикулярно пласту плити. Визначено, що вміст формальдегіду у дослідних зразках за $T = 20-25^{\circ}\text{C}$ не перевищує $0,04 \text{ мг/м}^3$ повітря, але за умови підвищення температури інтенсивність його випаровування збільшується і при $T=55^{\circ}\text{C}$ доходить до допустимої межі, тому, поза усіх переваг, ДСП можна вважати потенційно небезпечним під час застосування біля опалювальних приладів, особливо це актуально для приміщень, де тривалий час перебувають дітлахи та люди із хворобами дихальних шляхів і алергією.

Ключові слова: деревостружкові плити, показники якості, безпечність, пари формальдегіду.

В.А. АКМЕН, С.В. СОРОКИНА, В.В. КОЛЕСНИК, В.В. ПОЛУПАН

Харьковский государственный университет питания и торговли

СООТВЕТСТВИЕ КАЧЕСТВА И БЕЗПЕЧНОСТИ ДСП ПРИ УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ В ЖИЛЫХ ОТАПЛЕВАЕМЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

В статье рассмотрена проблема необходимости контроля параметров качества ламинированных деревостружечных плит (ДСП) в соответствии с нормами, регламентированными нормативной документацией. Учеными проведена большая работа относительно формирования потребительских свойств и улучшения экологичности плит ДСП, что способствовало достижению достаточно высокого качества, однако применение низкокачественного сырья ведет к сбою в системе формирования качества готового товара. К тому же существуют определенные нормы и осторожность, которые связаны с использованием клеевых материалов с фенолсодержащими и формальдегидными соединениями, которые при повышенных температурах имеют свойство испаряться в воздух. Данная работа посвящена актуальным исследованиям относительно определения соответствия показателей качества ДСП, изготовленных на отечественных предприятиях и импортированных на рынок Украины, нормам, установленным действующей нормативной документацией, а также исследованию условий безопасной их эксплуатации в жилых помещениях и возможного негативного влияния на организм человека и окружающую среду.

Опытным путем установлено соответствие образцов ДСП ТМ «KronoUkraine» и ТМ «EGGER» разной фактуры и разных цветов требованиям действующей в Украине нормативной документации по следующим показателям: соответствие фактических размерных параметров, пожолобленность, влажностность, гидротермическая стойкость и температуростойчивость покрытия, степень набухания плит под воздействием влаги, плотность, граница прочности на разрыв перпендикулярно пласте плиты. Определено, что содержание формальдегида в опытных образцах, при $T = 20-25^{\circ}\text{C}$ не превышает $0,04 \text{ мг/м}^3$ воздуха, но с условием повышения температуры интенсивность его испарения увеличивается и при $T=55^{\circ}\text{C}$ доходит до допустимого предела, поэтому, при всех очевидных преимуществах, ДСП можно считать потенциально опасным при размещении около отопительных приборов; особенно это

актуально для помещений, где длительное время находятся дети и люди с болезнями дыхательных путей и аллергией.

Ключевые слова: *деревостружечные плиты, показатели качества, безопасность, пары формальдегида.*

V. AKMEN, S. SOROKINA, V. KOLESNYK, V. POLUPAN
Kharkiv State University of Food Technology and Trade

CONFORMITY OF QUALITY AND SECURITY OF DSP, WHEN THE CONDITIONS OF APPLICATION IN INHABITED HEATFUL PREMISES

The article deals with the problem of the need to control the quality parameters of laminated wood chipboards (DSP) in accordance with the standards regulated by regulatory documentation. Scientists have done a lot of work on the formation of consumer properties and improving the environmental performance of particle boards, which contributed to the achievement of a sufficiently high quality, but the use of low-quality raw materials leads to a failure in the system of forming the quality of the finished product. In addition, there are certain standards and caution that are associated with the use of adhesive materials with phenol-containing and formaldehyde compounds, which at elevated temperatures tend to evaporate into the air. This work is devoted to current research on the determination of the compliance of quality indicators of particle board made in domestic enterprises and imported to the Ukrainian market with the standards established by the current regulatory documentation, as well as the study of the conditions for their safe operation in residential areas and possible negative effects on the human body and the environment.

Experimentally established compliance of samples of chipboard TM "KronoUkraine" and TM "EGGER" of different textures and different colors with the requirements of the current regulatory documentation in Ukraine on the following indicators: compliance of actual dimensional parameters, yellowness, humidity, hydrothermal resistance and temperature resistance of the coating, degree of plate swelling under the influence moisture, density, tensile strength perpendicular to the plate layer. It was determined that the formaldehyde content in the test samples, at $T = 20-25^{\circ}\text{C}$ does not exceed 0.04 mg/m of air, but with the condition of temperature increase, the intensity of its evaporation increases and at $T = 55^{\circ}\text{C}$ it reaches the permissible limit, therefore, with all the obvious advantages, chipboard can be considered potentially dangerous when placed near heating appliances; This is especially true for rooms where children and people with respiratory tract diseases and allergies are present for a long time.

Keywords: wood chipboards, quality indicators, safety, formaldehyde vapors.

Постановка проблеми

Виробництво деревостружкових плит (ДСП) – найбільш прогресивна галузь деревообробної промисловості, яка дозволяє отримати майже універсальний матеріал з широким спектром споживчих властивостей. Наприклад ДСП, на відміну від інших плоских матеріалів (пиломатеріали, столярні плити), мають в площині однакові фізико-механічні властивості, вони мало змінюють свої лінійні розміри при зміні вологості, їх виробництво має високу ступінь механізації і автоматизації тощо. Зазначені переваги сприяли широкому їх використанню у виробництві меблів, будівництві, а також в інших галузях народного господарства. На підприємствах по виробництву деревостружкових плит впроваджується сучасне високопродуктивне обладнання і прогресивні технологічні процеси, сучасні методи контролю за їх якістю згідно вимог національних стандартів [1].

Значний вплив на розвиток та розширення виробництва деревинних плит справила необхідність використання малоцінної і низькоякісної деревини замість пиломатеріалів, а також відходів деревини на підприємствах лісової та деревообробної промисловості. Тобто виготовлення деревинних плит дає можливість використовувати сировинні ресурси, які не знайшли застосування в інших галузях, а розвиток виробництва таких плит є одним із самих ефективних шляхів комплексної переробки деревини [2].

Аналіз показав, що розвиток виробництва деревостружкових плит сприяє розширенню застосування і росту попиту споживачів на цей товар і разом з цим ставить багато задач, які вимагають наукового вирішення, проведення теоретичних та фізико-хімічних експертиз. Галузеві лабораторії науково-дослідних установ, вищих навчальних закладів і деревообробних підприємств з випуску ДСП в Україні та багатьох інших держав світу проводять великий обсяг досліджень у відповідній області. Це пов'язано як із підвищенням вимог до якості так і з перспективою покращення структурно-механічних і екологічних властивостей ДСП, оскільки фенолформальдегідні смоли, що використовують у технологіях виробництва, можуть нести потенційну небезпеку під час використання у закритих приміщеннях і їх виділення в оточуюче середовище чітко нормується [3, 4, 5].

Виходячи з цього актуальним є дослідження щодо визначення відповідності показників якості ДСП, що виробляються на вітчизняних підприємствах та імпортується на ринок, нормам встановленим

діючою нормативною документацією, а також дослідження умов безпечної їх експлуатації у жилих приміщеннях та можливого негативного впливу на організм людини та навколишнє середовище.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

За останні декілька років вченими було зроблено значний прорив у застосуванні нових технологій та винайдено низку нових безпечних матеріалів. Сучасні технології виробництва дають змогу досягти високої якості й безпеки деревостружкових плит. Виготовляють їх шляхом гарячого пресування стружки великої дисперсності, яку отримують із неділової (технічної) деревини будь-яких порід та відходів деревообробних підприємств і введення термореактивної синтетичної смоли, а також гідрофобізуючих (таких, що зменшують намокання поверхні), антисептичних та інших добавок, завдяки яким плита набуває особливої міцності та довговічності [6].

Завдяки плідній праці вчених розроблено низку деревостружкових плит з модифікованими властивостями: з підвищеними вогнестійкістю (до складу введено речовину – антипірен) та водостійкістю (перед пресуванням у стружкову масу вводять парафінову емульсію); з поліпшеними естетичними характеристиками (облицювання паперово-смоляними плівками, ламінування, каширування, облицювання ДСП паперово-шаруватими пластиками, полімерними плівками, натуральною шпоною; для підвищення міцності запроваджують новітні способи затвердіння карбамідних смол [7], удосконалюють операції пресування та пресувальні пристрої [8, 9].

Для зменшення витрати клейових матеріалів запроваджено низку технологічних прийомів щодо крапельного порядку розподілення клею, що запобігає виникненню внутрішніх напруг, які спричинюють утворення мікрощілин; при цьому також зменшується кількість використаних карбамідних чи фенолформальдегідних складових [10]; для зменшення собівартості плит розроблено технологію з використанням вживаної деревини різних видів дерев (ВЖД) [11].

Однак, аналіз показав, що на сьогодні переважна кількість підприємств, при виготовленні ДСП та ДВП, застосовують технологію із використанням, у якості в'язучого компонента перед процесом осмолення, карбамідформальдегідні смоли. Найбільш суттєвим недоліком карбамідних полімерів є висока токсичність, обумовлена виділенням вільного формальдегіду. Після синтезу в них міститься певна кількість вільного формальдегіду, яка залежить від мольного відношення вихідних компонентів, отриманих в реакції, та окремих умов рівності, але зазвичай кількість вільного формальдегіду виділяється в 2-4 рази більше, ніж було у вихідному олігомері. Крім того, формальдегід виділяється в процесі експлуатації виробів, особливо в умовах підвищених температур та високої вологості. Основними джерелами виділення формальдегіду являються метиольні групи, метилен ефірні та метиленамідні групи, котрі, за певних умов, при переробці смоли і експлуатації матеріалів та виробів з них, схильні до гемолітичного та гідролітичного розпаду [12, 13].

Тому усі види ДСП повинні проходити обов'язкову перевірку на вміст формальдегіду. Готові плит за вмістом формальдегіду і ступенем його емісії у повітря класифікуються на класи E1, E2, E3. Відповідно до ГОСТ 10632-89, гранично допустимою концентрацією (ГДК) формальдегіду для атмосферного повітря вважається 0,035 мг/м³, повітря робочої зони – 0,5 мг/м³. Показник «клас E2» означає, що ДСП категорично забороняється використовувати у виробництві дитячих меблів [14]. Нині найбільш екологічними вважаються ДСП виробництва Австрії та Німеччини.

Вивчено, що завдяки удосконаленню процесів виробництва та проведення експертиз вдалося покращити фізико-механічні властивості деревинних плит, а саме: завдяки новим сумішам клейових матеріалів зменшено розбухання деревинних плит, що також підвищує міцність та строк експлуатації даних виробів; удосконалено порядок обробки та сортування стружкової сировини перед виготовлення деревинних плит; розроблено нові клейові суміші, завдяки чому зменшено шкідливий вплив на організм людини та навколишнє середовище; розроблені нові методи проведення експертиз для контролю якості продукції, що забезпечує ретельний та постійний контроль товару тощо.

Формулювання мети дослідження

Метою статті було проведення досліджень щодо визначення відповідності показників якості та безпечності ДСП за умов застосування у жилих опалювальних приміщеннях, а також вивчення норм виділення парів вільного формальдегіду у повітря при експлуатації меблів з ДСП у жилих приміщеннях за різних температур.

Об'єкт дослідження: деревостружкові плити завтовшки 16 мм різних кольорів та з різним поверхневим оздобленням, виробництва «KronoUkraine» та «Egger» (Австрія).

Відповідність показників якості ДСП визначали згідно ДСТУ EN 312-3: 2003 «Плити деревостружкові. Частина 3. Вимоги до плит, які застосовують всередині приміщень (у тому числі для меблів) для використання у сухих умовах. Технічні умови (EN 312:2003 «Плиты стружечные. Технические условия» (Particleboards - Specifications - Part 3: Requirements for boards for use in interior fitments (including furniture) in dry conditions; German version EN 312-3:1996) та ГОСТ 10632 2014 (EN 312:2010, NEQ) «Плиты древесно-стружечные. Технические условия» (для мебельных плит).

Після витримки у термошафі за $t = 70^{\circ}\text{C}$ на всіх зразках відсутні тріщини, що свідчить про достатню стійкість поверхні дослідних зразків до впливу температури і відповідає вимогам нормативної документації.

Таблиця 3

Результати дослідження відношення зразків ДСП до дії вологи

| Назва зразка | Вологість зразків, % | Водопоглинення, % | Розбухання по товщині, % |
|--------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|
| ДСП фірми «KronoUkraine» | | | |
| колір «Бук шоколадний» | 3,5 | 6,8 | 17,9 |
| колір «Кальвадос» | 4,1 | 9,2 | 13,6 |
| колір «Дуб седан» | 3,8 | 8,3 | 17,3 |
| колір «Вільха» | 3,3 | 9,1 | 11,9 |
| колір «Пісочний» | 4,6 | 7,2 | 15 |
| ДСП фірми «EGGER» | | | |
| колір «Акація» | 3,9 | 6,9 | 15 |
| колір «Кокос» | 4,2 | 8,3 | 15,7 |
| колір «Зебрано темний» | 3,9 | 7,8 | 12,7 |
| колір «Вудлайн білий» | 4,1 | 8,6 | 15 |
| колір «Зебрано світлий» | 4,6 | 6,1 | 16,7 |

Проведені дослідження показали, що вміст вологи в плитах не перевищує 6%, водопоглинення дослідних зразків ДСП знаходиться у межах 6,1-9,1%, що відповідає нормам, зазначеним у ДСТУ.

Також з таблиці видно, що після витримання дослідних зразків ДСП у воді протягом часу визначеного у НД, відсоткове розбухання по ширині не перевищує 20%, що відповідає нормам.

Оскільки, у низці конструкцій (у тому числі меблевих), ДСП використовують як опорні елементи чи для поверхневого навантаження матеріалу, значний внесок, при формуванні висновків щодо якості товару, мають данні відповідності фізико-механічних показників якості. Виходячи з цього подальші дослідження було спрямовано на визначення щільності зразків ДСП та межі міцності на розрив перпендикулярно пласті плити (за нормою показник має складати не менше 0,28 МПа). Результати наведено у табл. 4.

Показник щільності розраховували виходячи з визначених параметрів розміру та маси досліджуваних зразків деревостружкових плит.

Таблиця 4

Дослідження фізико-механічних показників якості зразків ДСП

| Назва зразка | Щільність, $\text{кг}/\text{м}^3$ | Межі міцності на розрив перпендикулярно пласті плити, МПа |
|--------------------------|-----------------------------------|---|
| ДСП фірми «KronoUkraine» | | |
| колір «Бук шоколадний» | 680 | 0,38 |
| колір «Кальвадос» | 720 | 0,34 |
| колір «Дуб седан» | 640 | 0,35 |
| колір «Вільха» | 580 | 0,34 |
| колір «Пісочний» | 670 | 0,36 |
| ДСП фірми «EGGER» | | |
| колір «Акація» | 730 | 0,47 |
| колір «Кокос» | 680 | 0,35 |
| колір «Зебрано темний» | 720 | 0,39 |
| колір «Вудлайн білий» | 590 | 0,41 |
| колір «Зебрано світлий» | 650 | 0,47 |

Як видно з даних, наведених у таблиці, щільність усіх досліджуваних зразків деревостружкових плит знаходиться в межах 550-750 $\text{кг}/\text{м}^3$, що відповідає нормам, зазначеним у ДСТУ. Межа міцності усіх дослідних зразків, виміряна перпендикулярно пласту плити становить не менше 0,28 МПа, що відповідає нормам, встановленим у ГОСТ 10632-2014. При цьому зразки «KronoUkraine» мали більш стабільний для

всіх плит показник, що становив 0,34...0,36 Мпа. Найбільший показник міцності встановлено у зразку ДСП фірми «EGGER» колір «Акація» та «Зебрано світлий» – 0,47 Мпа. Результати дослідження свідчать про стійкість дослідних зразків до навантажень, що має значення при експлуатації виробів, з даних матеріалів, в житлових та офісних приміщеннях.

Оскільки до складу всіх дослідних зразків ДСП входять фенолформальдегідні смоли, які згідно з даними наукових джерел можуть випаровуватись при підвищеній температурі. Згідно затвердженням у ДСТУ нормам, гранично допустимі виділення формальдегіду з плити в повітря, встановлені методом

випробування в кліматичній камері не мають перевищувати 0,08 мг/м повітря. Низка літературних джерел доводить данні щодо збільшення летючості парів формальдегіду за підвищених температур та Нами досліджено показник концентрації формальдегіду в атмосферному повітрі, як за кімнатної температурі, так і при її підвищенні у діапазоні 40...45 °С (температура є характерною при розташуванні меблів з ДСП біля отоплювальних приладів і може нести приховану небезпеку для споживачів) та 50...55°С (для фіксації параметрів, які є ідентифікатором збільшення інтенсивності випаровування формальдегіду).

Таблиця 5

**Дослідження вмісту формальдегіду в атмосферному повітрі камери
з дослідними зразками ДСП**

| Зразок | Вміст формальдегіду, мг/м повітря | | |
|--------------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|
| | за T= 18...22°С | за T= 40...45 °С | за T= 50...55 °С |
| ДСП фірми «KronoUkraine» | | | |
| колір «Бук шоколадний» | 0,04 | 0,05 | 0,07 |
| колір «Кальвадос» | 0,04 | 0,06 | 0,08 |
| колір «Дуб седан» | 0,03 | 0,05 | 0,07 |
| колір «Вільха» | 0,04 | 0,06 | 0,08 |
| колір «Пісочний» | 0,03 | 0,04 | 0,07 |
| ДСП фірми «EGGER» | | | |
| колір «Акація» | 0,02 | 0,06 | 0,07 |
| колір «Кокос» | 0,02 | 0,04 | 0,06 |
| колір «Зебрано темний» | 0,03 | 0,05 | 0,06 |
| колір «Вудлайн білий» | 0,03 | 0,05 | 0,06 |
| колір «Зебрано світлий» | 0,03 | 0,05 | 0,07 |

Виходячи з результатів, наведених в таблиці, видно, що під час вимірювання вмісту формальдегіду в повітрі при кімнатній температурі (20-25°С), його відсотковий вміст становить від 0,02 у зразків ТМ«EGGER» до 0,04 мг/м повітря у зразків ТМ «KronoUkraine», що відповідає нормам, зазначеним у ГОСТ 10632-2014 для класу плит Е 0,5 і свідчить про можливість їх використання у жилих приміщеннях. Але при підвищенні температури спостерігається збільшення концентрації шкідливих речовин у повітрі: за T= 40...45 °С воно вже становить 0,04...0,06 мг/м повітря.

При підвищенні температури до 50-55 °С прибор зафіксував концентрацію парів формальдегіду у повітрі на рівні межі, що є допустимою за нормою у зразків фірми «KronoUkraine» колір «Кальвадос» та колір «Вільха». Хоча підвищення температури на поверхні ДСП до зазначених параметрів не є характерним для умов звичайної експлуатації меблів та інших виробів з ДСП, але показує поступове збільшення випаровування формальдегіду та потенційну можливість появи небезпеки.

Висновки

Таким чином, за результатами проведених досліджень встановлено, що ДСП фірми «KronoUkraine» та фірми «EGGER» відповідає вимогам вітчизняного стандарту, оскільки за органолептичними, фізичними та фізико-механічними показниками відхилень від встановлених за ДСТУ норм не відзначено.

Щодо концентрації парів формальдегіду у повітрі визначено, що за кімнатної температури (20-25 °С), його відсотковий вміст є меншим за 0,06%, але при підвищенні температури спостерігається

інтенсифікація випаровування шкідливої речовини, яка вже при 40-45 °С доходить до допустимої межі. За температури 55 °С концентрація парів у ряді зразків перевищила норму.

Виходячи з наведених матеріалів, можна говорити, що незважаючи на нові розробки вчених, які сприяли стабілізації показників якості та споживчих властивостей ДСП, майже 90% технологічних рішень їх виготовлення передбачає використання сполучних матеріалів, до складу яких входять формальдегідні складові. Тому, як показали дослідження, не зважаючи на усі переваги ДСП, існує певна проблема пов'язана з екологічною складовою використання дослідного матеріалу, що особливо важливо при експлуатації меблів у житлових приміщеннях та у приміщеннях призначених для виховання та відпочинку дітей.

Висока концентрація формальдегіду оказує на людину канцерогенну дію: спеціалісти з Міжнародного агентства по вивченню раку прийшли к висновку, що цей газ може викликати навіть носогортанний рак. Дія формальдегіду у малих кількостях менш помітна, але поступово може приводити до роздратування дихальних шляхів, носу та очей, у деяких людей можливо виникнення алергічних реакцій на формальдегід, прогресування астми.

Тому подальші дослідження мають бути присвячені розробці способів попередження про приховану небезпеку під час експлуатації виробів (меблів) із ДСП.

Список використаної літератури

1. Юцишин Р. Єднаймося, бо ми деревообробники: [розмова з головою Українською асоціацією професійних деревообробників Р. Юцишиним] / розмову вела Ірина Мудра // *Деревообробник*. – 2012. – 5-18 черв. – № 11. – С. 4.
2. Лакіда Ю.П. Аналіз характеристики деревинного компоненту композиційних матеріалів / Лакіда Ю.П. / *Актуальные проблемы развития лесопромышленного комплекса*. – 2010 р. – С. 115-117.
3. Пилипчук М.І. Устаткування виробництва деревостружкових плит / М.І. Пилипчук, М.Р. Бкрдяк; Нац. лісотехн. ун-т України. – Львів : Дизайн студія «Напуга», 2016. – 243 с.
4. Гурняк І.Г. Екологічна спрямованість діяльності деревообробних підприємств в Україні / І.Г. Гурняк // *Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць / НЛТУ України*. – Львів: НЛТУ України, 2011. – Вип. 21.3. – С. 79–83. – *Бібліогр.*: с. 83.
5. Міжнародний огляд деревообробних ринків за січень-червень 2013 року // *Деревообробник*. – 2013. – № 22 (19 листопада–2 грудня). – С. 11.
6. Рик Л.В. Вплив модифікувальних додатків на споживні властивості деревостружкових плит / Л. В. Рик, Н. І. Доманцевич // *Вісник Львівської комерційної академії : Товарознавча серія*. – Львів : видавництво Львівської комерційної академії, 2009. – С.78–80
7. Пат. RU №2336996 МПК (2007) B27N 3/02 C08L 97/02. Способ изготовления древесно-стружечных плит и состав для его реализации / Казаков Р.Я. (RU); Захарова Т. В. (RU); Пешков Н.А. (RU); заявл. 28.02.2007; опубл. 27.10.2007. – *Бюл.* №10. – 7с.
8. Онуфрик І. П. Інновації в деревообробній галузі / І. П. Онуфрик // *Науковий вісник: зб. наук.-техн. праць Українського державного лісотехнічного університету: М-во освіти України, УкрДЛТУ*. – Львів, 1999. – Вип. 9.7: Сучасна екологія і проблеми сталого розвитку суспільства. – С. 237-243.
9. Влияние технико-экономических показателей дерево-обрабатывающего модельного производства на методологию автоматизации его технической подготовки / В.И. Малыгин, Л.В. Кремлева, В.Т. Харитоненко, И.Л. Вареников // *Лесной журнал*. – 2010. – № 2. – С. 108–115.
10. Соколовський Я.І. Деформативність деревини в деревостружкових плитах зі змінними потенціалами тепломасоперенесення [Електронний ресурс]: автореф. дис... на здобуття наукового ступеня д-р. техн.наук : спец. 05.05ю07 машини та процеси лісівничого комплексу / Я.І. Соколовський. – Львів : державний лісотехнічний університет, 2001. – 33 с. – 1,6 Мб. – Назва з екрана
11. Дрэган П. Исследование использования древесины бука, ели и ивы и их смеси при производстве древесно-стружечных плит для условий РНР: автореф. ... канд. техн. наук / П. Дрэган. – Л., 1965. – 18 с.
12. Дадак Ю.Р. Підвищення ефективності пиловловлення в процесах оброблення деревини та деревинних матеріалів: дис...канд. техн. наук.: спец.05.23.06 "Технологія деревообробки, виготовлення меблів та виробів з деревини" захист 07.10.2008р. / Ю.Р. Дадак; наук. кер. В. С. Джигирей; НЛТУ України. – Львів, 2008. – 187с.
13. Загвойська Л.Д. До питання оптимізації виробничого процесу на деревообробних підприємствах / Л.Д. Загвойська // *Науковий вісник* – 2001. – Вип. 11.3. – С. 87-94. – *Бібліогр.*: С. 94.
14. Гурняк І. Г. Оцінка еколого-економічної ефективності діяльності деревообробних підприємств [Електронний ресурс]: дис. ... на здобуття наукового ступеня канд. екон. наук: 08.00.06 / І.Г. Гурняк. – Львів: НЛТУУ. – 2013. – 1,6 Мб. – Назва з екрана.