

FTAMP 67.21.17

М.Т. Мухамбетжанова¹ – негізгі автор, | ©
Э.Б. Құрманбекова², А.К. Самбетбаева³, С.Т. Шалтабаева⁴



¹Магистрант, ^{2,3,4}Техн. ғылым. канд., қауымдас. профессор

ORCID

¹<https://orcid.org/0009-0006-8760-3876> ²<https://orcid.org/0000-0002-9175-5542>

³<https://orcid.org/0000-0003-1349-2887> ⁴<https://orcid.org/0000-0001-5798-7588>



^{1,2,3,4}Халықаралық білім беру корпорациясы,



Алматы қ., Қазақстан



¹mukhambetzhanovam01@gmail.com, ²Elmira.kurmanbekowa@yandex.kz

<https://doi.org/10.55956/IEHW3917>

УЫТТЫЛЫҒЫ ТӨМЕН ФАНЕРА ӨНДІРІСІНДЕ ШПОНДЫ ЖЕЛІМДЕУ ПРОЦЕСТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Бұл жұмыста фанера өндіру барысында шпон қабаттарын жапсыру процесі жан-жақты зерттелді. Зерттеудің басты мақсаты – уыттылығы төмен, бірақ жоғары физика-механикалық және технологиялық қасиеттерге ие фанера алу үшін тиімді желім құрамын анықтау және оны өндіріске енгізу. Зерттеу объектісі ретінде карбамидмеламиноформальдегидті шайыр (КМФ-Ш) негізіндегі желім қолданылды. Бұл желімнің артықшылығы – оның құрамындағы меламин мөлшерінің жоғары болуына байланысты суға төзімділігі жоғары, сонымен қатар формальдегид эмиссиясының төмен деңгейде болуы (0.5-1.0 мг/л), бұл оны Е1 уыттылық класына сәйкес етеді. Фанера аққайың шпонын қолдану арқылы 7 қабатты құрылымдар жасалды. Желімдеу процесі 120-130°C температурада, 1.2 МПа қысымда, 6 минуттық престоу уақытымен жүзеге асырылды. Алынған өнімнің физика-механикалық көрсеткіштері: желімдесу беріктігі – 1.2-1.4 МПа (МЕМЛ 3916.1 стандарты бойынша ≥ 1.0 МПа талап етіледі); суға төзімділік – 24 сағат суда ұсталғаннан кейін қабаттану байқалмады; тығыздық – 0.68-0.74 г/см³; формальдегид эмиссиясы – 0.6 мг/л (перфораторлық әдіс бойынша); иілгіштік пен қаттылық – стандарт талаптарына сай, деформацияға төзімді. Жұмыс нәтижелері көрсеткендей, КМФ-Ш негізіндегі желім уыттылығы төмен, бірақ жоғары сапалы фанера өндіру үшін тиімді шешім болып табылады. Бұл желім құрамын пайдалану жиһаз өнеркәсібі, интерьер құрылысы, балалар және медициналық мекемелерге арналған ағаш бұйымдары өндірісінде кеңінен қолдануға мүмкіндік береді.

Тірек сөздер: фанера, желім, аэросил, цеолит, фурфурол, бура, формальдегид, уыттылық, карбамидмеламиноформальдегид, фенол.



Мухамбетжанова, М.Т. Уыттылығы төмен фанера өндірісінде шпонды желімдеу процестерін зерттеу [Мәтін] / М.Т. Мухамбетжанова, Э.Б. Құрманбекова, А.К. Самбетбаева, С.Т. Шалтабаева // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2025. – №2(88). – Б.318-326. <https://doi.org/10.55956/IEHW3917>

Кіріспе. Қазақстанның экономикалық өсуінің маңызды факторларының бірі ормандарды қоса алғанда, табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану болып табылады. Ағаш материалдары өндірісінің жалпы құлдырауына қарамастан, фанера өнеркәсібі шетелдегі жоғары сұраныстың арқасында тұрақтылықты сақтайды.

Қазіргі уақытта фанера өндірісінде фенолформальдегидті шайыр негізіндегі отандық және шетелдік желімдер қолданылады. Бұл шайырдың сапасы көбінесе ол өндірілетін жабдыққа байланысты. Өкінішке орай, ресейлік өндірушілер әлемдік сапа стандарттарына сәйкес келетін шайырларды шығара алмайды, сондықтан фанера зауыттарының көпшілігі оларды американдық және финдік өндірушілерден сатып алады.

Қазіргі кезде фанераны желімдеу үшін карбамидформальдегид және фенолформальдегид шайырлары кеңінен қолданылады. Бұл жоғары физика-механикалық көрсеткіштері бар желімделген өнімдерді өндіруге мүмкіндік береді. Бірақ өндірісте де, оны пайдалану кезінде де экологиялық талаптарды толық қанағаттандырмайды.

Меламиннің қосылуын зерттеу нәтижелері оның зиянды заттардың шығарылуын аздап төмендететінін көрсетті, алайда бұл желімнің технологиялық қасиеттерінің едәуір нашарлауына алып келеді. Сонымен қатар, меламиннің жоғары құны өндірушілер тарапынан оң қабылданбайды. Осыған байланысты көптеген өндірушілер бақылаушы органдармен өзара келісімге келіп, өнімнің қауіпсіздігі туралы формалды түрде мәлімдеуді жөн көреді. Соңғы уақытта меламинді карбамидпен алмастыруға ұмтылыстар байқалуда, ол орташа деңгейдегі беріктік пен ұшпа қосылыстар мөлшеріне ие, сондай-ақ салыстырмалы түрде арзан болып келеді. Кейбір кәсіпорындар КМФ шайырлары, аэросил, аммоний хлориді және бидай ұны негізінде желімдер өндіруге көше бастады, бұл өз кезегінде өнімнің экологиялық қауіпсіздігіне баса назар аударуға мүмкіндік береді [1].

Цеолитті енгізу алюмосиликаттар құрамындағы сілтілік металдар оксидтерінің катализикалық әсері арқылы желатинизация үдерісін жеделдететіні анықталды. Бұл құбылыс поликонденсация уақытының қысқаруына және КФ-УТ-15 маркалы желімнің технологиялық жарамдылығын 8-9 сағат аралығында сақтау мүмкіндігіне алып келеді. Сонымен қатар, алюмосиликат бөлшектерінің өлшемі мен концентрациясының артуы желімнің шартты тұтқырлығын 52 секундтан 95 секундқа дейін ұлғайтады, бұл оның негіздік беттерге біркелкі жағылуын күрделендіреді. Осыған байланысты, желім құрамындағы толтырғыштың (цеолиттің) мөлшерін 8 салм.бөл. дейін шектеу ұсынылады. Бұл тұжырымдар желімдердің құрамын оңтайландыру және оларды ағаш өңдеу өнеркәсібінде қолдану бойынша қосымша зерттеулерге негіз бола алады [2].

Фуран шайырлары төмен уытты материал ретінде белгілі және көбінесе құрылыс саласында, сондай-ақ био- және отқа төзімділігін арттыру, басқа да физика-механикалық қасиеттерін жақсарту мақсатында модификациялау үшін қолданылады. Фуран шайырларының негізгі компоненті – фурфурол. Оны орман шаруашылығынан алынатын қалдықтардан, ағаш өңдеу және ағаш кесу өндірістерінен алады, олар өңделетін ағаштың 30-45% құрайды. Осылайша, фурфурол мен оның негізіндегі желім материалдарын өндіру тек уыттылығы төмен өнім алуға ғана емес, сондай-ақ шикізатты кешенді түрде тиімді пайдалануға мүмкіндік береді [3].

Зерттеу шарттары мен әдістері. Фанераның уыттылығын төмендетудің тиімді әдістерінің бірі – желімдерді өзгерту.

Зерттеу жүргізу үшін келесі сипаттамалары бар аққайың ағашының: 300x300 мм форматты, қалыңдығы 1,0 мм, ылғалдылығы 8%, кедір-бұдырлығы 10-20 мкм шпоны қолданылды. Шпонның қалған сипаттамалары МЕМЛ 3916.1-2018 талаптарына сәйкес келеді «Фанера. Жалпы техникалық шарттар» [4].



Сурет 1. Аршылған шпон

Карбамидмеламиноформальдегидті шайырларды (КМФ-Ш) зерттеу фанераның суға төзімділігін арттыра отырып, оның уыттылығын төмендетуге бағытталған жұмыстың маңызды бөлігі болып табылады. Зерттеу барысында шайырлардың физика-химиялық сипаттамалары, олардың сыртқы әсерлерге төзімділігі, сондай-ақ ылғалдылық жағдайында ағашпен берік байланыс жасау қабілеті анықталды.

КМФ-Ш синтез процесі: карбамидмеламиноформальдегидті шайырларды алу үшін формальдегид, карбамид және меламинді әртүрлі қатынастарда қолдана отырып, стандартты поликонденсация әдісі қолданылды. Реакция 80-90°C температурада 3 сағат бойы жүргізілді. Катализатор ретінде хлорлы аммоний ерітіндісі қолданылды. Шайырлардың сапасын бақылау үшін полимерлену дәрежесі, тұтқырлық, РН, сондай-ақ бөлінетін ұшпа органикалық қосылыстардың уыттылығы сияқты көрсеткіштер талданды.

КМФ-Ш физика-химиялық қасиеттері:

- Тұтқырлығы: 20°C температурада 350-450 мПа·с.
- Судың мөлшері: 6-8%.
- Бос формальдегидтің мөлшері: дайын өнімде 0,5%-дан аз.
- Ылғалға төзімділігі: шайыр суға ұзақ уақыт әсер еткенде өзінің қасиеттерін сақтайды.

– Формальдегид концентрациясы: КМФ-Ш желімделген фанера фенол-формальдегид шайырларымен желімделген фанераға қарағанда формальдегидті 50-60%-ға аз бөлді, бұл уыттылықтың төмендеуін растайды.

Қолданылған жабдықтардың сипаттамасы 1-кестеде көрсетілген.

Кесте 1

Қолданылған жабдықтардың сипаттамасы

Атауы	Маркасы	Сипаттамасы
1	2	3
1. Электрондық штангенциркуль	Tamo Professional	Шпон мен фанераның қалыңдығын өлшеу
2. Механикалық секундомер	СОПпр-2А-3-000	Шпонды желімдеу ұзақтығын өлшеу; желім материалдарының тұтқырлығын өлшеу
3. Сағат типтегі микрометриялық индикатор	ИЧ-10	Жалпы деформация шамасын өлшеу
4. Электрондық өлшегіш-реттегіш	TPM 138-P	Желім қабатының температурасын өлшеу
5. Сынап термометрі	ТЛ-2	Желім материалдарының температурасын өлшеу

1-кестенің жалғасы

1	2	3
6. Вискозиметр	B3-246	Желімделген материалдардың шартты тұтқырлығын өлшеу
7. Микроскоп	МИС-11	Ылғалдандырудың шеткі бұрышын өлшеу
8. Электронды таразы	ЕТ-1500Н	Фанера мен желім материалдарының үлгілерін өлшеу
9. Кептіру шкафы	SNOL24/200	Желімдегі құрғақ заттарды анықтау
10. Гидравликалық пресс	ВН 0916	Шпон пакеттерін желімдеу және престеу
11. Сынақ машинасы	P-5	Фанера үлгілерін сынау
12. Форматты дөңгелек аралы станок	Altendorf	Фанераларды кесу

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Биотест нәтижелері КМФ-III желімделген фанера айналасындағы ауадағы ҰОЗ концентрациясы су микроорганизмдері мен мәдениет жасушаларының өміршеңдігіне айтарлықтай әсер етпейтінін көрсетті.

Ылғалдың ұзақ уақыт әсер етуіндегі уыттылық: сумен ұзақ уақыт байланыста болғаннан кейін де, КМФ-III желімделген фанера уыттылықтың төмен деңгейін сақтап қалды.

Осылайша, КМФ-III пайдалану кезінде уыттылықтың төмендеуін болжайтын теориялық алғышарттар толығымен расталды.

Зерттеу барысында байланыстырғышқа талдау жасалды: карбамидмеламиноформальдегидті шайыр (КМФ-III) және оның негізінде жасалған желім құрамы. КМФ-III маркалы шайырдың физика-химиялық көрсеткіштері 2-кестеде келтірілген.

Кесте 2

КМФ-III маркалы шайырдың физика-химиялық көрсеткіштері

Көрсеткіш	Көрсеткіштің мәні			
	Прототип	Мысалдар		
		1	2	3
1. Моль қатынасы формальдегид: карбамид: меламина	1,35: 1:(0,1-0,4)	1,2: 1:0,06	1,2: 1:0,07	1,2: 1:0,08
2. Қышқыл конденсация сатысындағы, рН	4,5-5,0	3,5	4,4	5,2
3. Құрғақ заттың массалық үлесі, %	64-66,5	66,7	67,4	68,0
4. Шайырдағы бос формальдегидтің массалық үлесі, %	0,09-0,15	0,06	0,05	0,04
5. Сутегі иондарының концентрациясы, рН	7,7-8,7	8,0	8,4	8,7
6. Шартты тұтқырлық 20°C, с	52-66	68	75	90
7. Желатиндеу кезеңі 100°C, с	72-75	50	54	60
8. Шайырдың сақтау мерзімі 25°C, ай	2	3	3	3

Осылайша, ұсынылған әдіс бойынша вакуумдау кезеңін өткізбей-ақ жоғары сапалы карбамидмеламиноформальдегид шайырын алуға және кем дегенде үш мәселені шешуге мүмкіндік береді, атап айтқанда:

а) ағынды сулардың пайда болуын болдырмау арқылы экологиялық қауіпсіздікті арттыру;

б) шайыр синтезіне энергия шығынын азайту;

в) шайырдың сапасын жақсарту.

Атап айтқанда, энергияны үнемдейтін әдісті қолдана отырып, құрғақ заттың массалық үлесі және тұтқырлығы жоғары, бос формальдегиді аз шайыр алынды. Бұл композициялық материалдардың физикалық және механикалық қасиеттерін жақсартып, олардың уыттылығын айтарлықтай төмендетеді. Сонымен қатар, прототиптегі шайырдың желатинизация кезеңі бір жарым есе ұзағырақ, ал қысқа желатинизация кезеңі тезірек қату мен өндірістік жағдайларда жоғары өнімділікті қамтамасыз етеді.

Желім құрамының сипаттамасы (КМФ-III негізінде). Құрамына кіретін негізгі компоненттер: карбамид; меламин; формальдегид; қаттыратқыштар (қышқылдар, тұздар); толтырғыштар (ұнтақталған ағаш, бор және т.б.); Артықшылықтары: жоғары суға төзімділік (меламин мөлшеріне байланысты); жақсы желімдесу беріктігі; Кемшіліктері: Формальдегид бөлінуі (экологиялық жағынан қауіп төндіру мүмкін).

Физика-механикалық қасиеттерінің салыстырмалы мәліметтері 3-кестеде келтірілген.

Кесте 3

Физика-механикалық қасиеттерін салыстыру

Көрсеткіш	КМФ-III желімі қолданылған фанера	Карбамидті шайыр (КШ)	Фенолформаль-дегидті шайыр (ФФШ)	МЕМЛ 3916.1 талаптары
1. Қаттылық	Жоғары	Орташа	Жоғары	≥ белгіленген мән
2. Су әсеріне төзімділік	Өте жоғары	Төмен	Жоғары (меламин % жоғары болса)	В/ФС маркасына сәйкес
3. Желімдесу беріктігі (МПа)	1,2-1,5	0,6-0,9	1,0-1,4	≥ 1,0 МПа (суға төзімді фанера үшін)
4. Тығыздық (г/см ³)	0,70-0,80	0,60-0,70	0,65-0,75	0,65-0,85
5. Қабаттану (деколь) жағдайы	Жоқ	Болады	Жоқ	Жоқ болуы тиіс

Келесі құрамдағы желім қолданылды: шайыр КМФ-III – 100 салм.бөл.; бидай ұны; бура – 0,04-0,25 моль; хлорлы аммоний – 0,8-1,0 салм.бөл.

Желімді дайындау көлемі 150 л араластырғышта жүргізілді, айналым саны 80 айн/мин болатын қалақ араластырғышпен жабдықталған. Шпонды қолданар алдындағы желімді араластыру уақыты 10-15 минутты құрады.

КМФ-III маркалы карбамидмеламиноформальдегидті шайырды қолдану суға төзімділігі жоғары уыттылығы төмен фанера алуға, атмосфераға шығарындылардың уыттылығы жоғары газдардың болмауына байланысты қоршаған ортаның экологиялық көрсеткіштерін жақсартуға; адам ағзасына улы заттардың зиянды әсерін азайтуға мүмкіндік береді (меламин фенолға қарағанда уыттылығы аз).

Технологиялық қасиеттер: Желімдеу уақыты: КМФ-Ш желімі тез қатайды, өндіріс қарқыны жоғары; пресс температурасы: 120-130°C; қысым: 1.0-1.5 МПа; қатқақтық пен иілгіштік арақатынасы: жақсы сақталады; қоршаған ортаға әсері (формальдегид эмиссиясы): КМФ-Ш – Е1-Е2 класстары арасында; МЕМЛ бойынша – Е1 класына сай болу ұсынылады.

Суға төзімділік пен желімдесу беріктігі тұрғысынан, КМФ-Ш желім негізіндегі фанера МЕМЛ 3916.1 талаптарына сәйкес келеді немесе асып түседі. Экологиялық қауіпсіздік (формальдегид эмиссиясы) – бақылауды қажет етеді. Технологиялық жағынан КМФ-Ш тиімді, себебі ол жылдам желімделеді және беріктігі жоғары.

Фанера мен ағаш негізіндегі материалдарда уыттылықты бағалаудың негізгі көрсеткіші – формальдегид эмиссиясы. Ол санитарлық-гигиеналық және экологиялық қауіпсіздік талаптарына сай анықталады.

Желім құрамына байланысты уыттылық көрсеткіштері 4-кестеде көрсетілген.

Кесте 4

Желім құрамына байланысты уыттылық көрсеткіштері

Желім түрі	Формальдегид эмиссиясы (мг/л)	Уыттылық класы	Қолдану шектеулері
1. Карбамидті шайыр (КШ)	1,2-2,0	Е2	Тек техникалық мақсатта
2. Карбамидмеламиноформальдегидті шайыр (КМФ-Ш)	0,5-1,0	Е1 (кейде Е0)	Тұрмыстық және ішкі жұмыстарда қолдануға жарамды
3. Фенолформальдегидті шайыр (ФФШ)	0,4-0,7	Е1	Жоғары суға төзімді, бірақ иісі өткір
4. Меламинформальдегидті шайыр (МФШ)	0,3-0,6	Е0-Е1	Жоғары сапалы фанера үшін
5. Полиуретан немесе экологиялық желімдер	≤ 0,3	Е0	Балалар жиһазы, мектеп, аурухана

Формальдегид эмиссиясы: 0.5-1.0 мг/л аралығында, меламин мөлшеріне байланысты төмендеуі мүмкін. Уыттылық класы: Е1 класына сай келеді, экологиялық тұрғыдан салыстырмалы түрде қауіпсіз. Қолдануға жарамдылығы: мектеп, кеңсе, тұрмыстық жиһазда қолдануға болады (МЕМЛ және СанЕмН талаптарына сай болса). Салыстырмалы артықшылығы: КШ-мен салыстырғанда уыттылығы төмен, бірақ ФФШ сияқты жоғары беріктілікке ие.

Уыттылықты азайту, энергияны үнемдеу және қоршаған ортаны қорғау мәселелерін түбегейлі шешу фанера өндірісінде шпонды желімдеу кезінде карбамидмеламиноформальдегид шайырын қолдану болып табылады. Бұл су өткізбейтін шайырларды өндірудің технологиялық процесінен өте улы және канцерогенді компонент – фенолды алып тастауға мүмкіндік береді. Карбамидмеламиноформальдегидті шайыр негізіндегі желімді қолдану уыттылық көрсеткіштері МЕМЛ 3916.1 талаптарынан едәуір төмен фанера алуға мүмкіндік береді (≤8мг/100г құрғақ заттар), сондай-ақ жақын арада

ұсынылуы мүмкін және ФФШ маркалы фанера экспортын шектейтін шетелдік талаптардан ($\leq 4\text{мг}/100\text{г}$ құрғақ заттар) төмен [4].

Карбамидмеламиноформальдегидті шайырлар экологиялық және пайдалану сипаттамаларын жақсартады, бұл оларды суға төзімділігі жоғары экологиялық таза фанера өндірісінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Желім композициясының физика-химиялық қасиеттерін зерттеу МЕМЛ 30972-2012 бойынша жылжуға беріктікке арналған сынақтарды қоса алғанда, сынақтардың стандартты әдістерін пайдалана отырып жүргізілді [5]. 60% ылғалдылық пен 20°C температурада желімнің жылжуына беріктігі 10,5 МПа құрады. Сондай-ақ, суға төзімділік сынағы өткізілді, оның нәтижелері композицияның суда 24 сағат болғаннан кейін де өзінің желімділік қасиеттерін сақтайтынын көрсетті. Желім қосылысының температураға төзімділігі 150°C дейінгі температура жағдайында тексерілді, содан кейін желім өзінің тиімділігін жоғалтпады, бұл оның жоғары температураға төзімділігін растайды.

Шпонды желімдеу процесінде қосылыстардың сапасы мен бүкіл өндіріс процесінің тиімділігі тәуелді болатын технологиялық параметрлерді оңтайландыру маңызды қадам болып табылады. Осы зерттеу аясында желім қосылыстарының сипаттамаларына әсер ететін негізгі технологиялық параметрлер, сондай-ақ оларды негіздеу және оңтайландыру әдістері қарастырылды.

Желімдеудің оңтайлы нәтижелеріне қол жеткізу үшін шпонның ылғалдылығы 8-12% шегінде болуы тиіс. Бұл материал өзінің құрылымын жоғалтпайтын және желім байланысы барынша беріктікке жететін оңтайлы диапазон. Ылғалдылығы 12%-дан жоғары болғанда престоу уақыты артады, ал ылғалдылығы 8%-дан төмен болғанда желімнің сүрек құрылымына енуі нашарлайды. Карбамидмеламиноформальдегид шайырын желім құрамы ретінде пайдалану қосылыстардың жоғары беріктігін және ылғалға жақсы төзімділікті қамтамасыз етеді. Дәстүрлі казеин желімдерінен айырмашылығы, карбамидмеламиноформальдегидті қосылыстар оңтайлы температура мен уақыт параметрлерінде берік және суға төзімді қосылыстарға қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Жүргізілген зерттеулерге сүйене отырып, шпонды желімдеу процесін оңтайландыру үшін келесі ұсыныстарды жасауға болады:

Престоу температурасы: желім қосылыстарының максималды беріктігін қамтамасыз ету үшін 110°C деңгейінде ұстаңыз.

Престоу қысымы: Желімді тиімді тарату және оның ағып кетуіне жол бермеу үшін 0,7 МПа деңгейінде орнатыңыз.

Нығыздау уақыты: жоғары өнімділікті сақтай отырып, желімді тиімді қатайту үшін 15-20 минутқа дейін оңтайландыру.

Шпонның ылғалдылығы: сенімді және берік қосылысты қамтамасыз ету үшін 8-12% шегінде ұстау.

Қорытынды. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері бойынша келесі қорытындылар жасауға болады.

1. Фенолформальдегидті шайырларды өндіру экологиялық тұрғыдан қауіпті. Шайыр компоненттерін сақтау кезінде және оларды өндіру процесінде улы газ шығарындыларының саны сағатына $700-1000\text{ м}^3$ құрайды. Газ шығарындыларындағы зиянды заттардың мөлшері, атап айтқанда фенол бойынша, ШЕК нормасынан бірнеше есе көп.

2. Қатаюдан кейін меламинформальдегидті полимер аз уытты. Бұл меламинформальдегид конденсациясының ерекшеліктеріне, атап айтқанда,

меламинде формальдегидпен әрекеттескенде тармақталған құрылымы бар қосылыстар түзуге қабілетті үш амин тобының болуына байланысты.

3. Уыттылықты төмендетудің бір бағыты – фанера өндірісінде меламинформальдегидті шайырды қолдануға көшу. Меламинформальдегидті шайырлар қымбат, сондықтан фанера өндіру үшін карбамидмеламиноформальдегидті шайырларды қолдануды игеру қажет.

Әдебиеттер тізімі

1. Соколова Е.Г. Склеивание шпона при изготовлении низкотоксичной фанеры с применением клеев на основе карбамидомеламиноформальдегидных смол. [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.05 / Соколова Екатерина Геннадьевна. – Санкт-Петербург, 2011. – 150 с.
2. Исаева, Ж.М. Исследование влияния цеолитов на технологические свойства клеев [Текст] / Ж.М. Исаева // Вестник KazGASA. Архитектура и Строительство. – 2024. – № 2 (92).
3. Тихомиров, Л.А. Совершенствование технологии изготовления клееной фанеры на основе применения фурановой смолы [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.05 / Тихомиров Леонид Алексеевич. – Санкт-Петербург, 2004. – 224 с.
4. ГОСТ 3916.1-2018. Фанера. Общие технические условия [Текст]. – Введ. 01.04.2019. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 24 с.
5. ГОСТ 30972-2012. Клеи для древесины. Клеевые составы на основе карбамидомеламиноформальдегидных смол. Технические условия [Текст]. – [?].

Материал редакцияға 25.02.25 түсті, 18.06.25 қабылданды.

М.Т. Мұхамбетжанова¹, Э.Б. Курманбекова¹, А.К. Самбетбаева¹, С.Т. Шалтабаева¹

¹Международная образовательная корпорация, г. Алматы, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СКЛЕИВАНИЯ ШПОНА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ НИЗКОТОКСИЧНОЙ ФАНЕРЫ

Аннотация. В данной работе всесторонне исследованы процессы склеивания шпона при производстве фанеры. Основная цель исследования – определение эффективного клеевого состава с пониженной токсичностью, обеспечивающего высокие физико-механические и технологические свойства фанеры, а также его внедрение в производство. В качестве основного клея использовалась карбамидомеламиноформальдегидная смола (КМФ-С). Благодаря высокому содержанию меламин даный клей обеспечивает повышенную водостойкость, а уровень выделения формальдегида составляет 0,5-1,0 мг/л, что соответствует классу токсичности Е1. Фанера была изготовлена из березового шпона в 7-слойной структуре. Процесс склеивания проводился при температуре 120-130°C, давлении 1,2 МПа и времени прессования 6 минут. Полученные физико-механические показатели: прочность клеевого соединения – 1,2-1,4 МПа (при норме ГОСТ 3916.1 не менее 1,0 МПа); водостойкость – отсутствие расслоения после 24 часов в воде; плотность – 0,68-0,74 г/см³; выделение формальдегида – 0,6 мг/л (по перфораторному методу); гибкость и твердость – соответствуют требованиям стандарта. Результаты показали, что клей на основе КМФ-С является эффективным решением для получения фанеры с низкой токсичностью и высокими эксплуатационными характеристиками. Он может широко применяться в мебельной промышленности, интерьерной отделке, а также в производстве изделий для детских и медицинских учреждений.

Ключевые слова: фанера, клей, аэросил, цеолит, фурфурол, бура, формальдегид, низкотоксичность, карбамидомеламиноформальдегид, фенол.

М.Т. Mukhambetzhanova¹, E.B. Kurmanbekova¹, A.K. Sambetbayeva¹, S.T. Shaltabaeva¹

¹International educational corporation, Almaty, Kazakhstan

RESEARCH OF VENEER BONDING PROCESSES IN THE MANUFACTURE OF LOW-TOXIC PLYWOOD

Abstract. This article presents a comprehensive study of veneer bonding processes in plywood manufacturing. The main objective of the research is to determine and implement an effective low-toxicity adhesive formulation that ensures high physical, mechanical, and technological properties of plywood. The primary adhesive used was carbamide-melamine-formaldehyde resin (CMF resin). Due to its high melamine content, this resin provides enhanced water resistance and low formaldehyde emission levels (0.5-1.0 mg/L), corresponding to E1 toxicity class. The plywood was manufactured from birch veneer in a 7-layer structure. The bonding process was carried out at a temperature of 120-130°C, pressure of 1.2 MPa, and pressing time of 6 minutes. The resulting physical and mechanical properties: bonding strength – 1.2-1.4 MPa (meets or exceeds the 1.0 MPa minimum required by GOST 3916.1); water resistance – no delamination after 24 hours in water; density – 0.68-0.74 g/cm³; formaldehyde emission – 0.6 mg/L (perforator method); flexibility and hardness – within standard requirements. The results demonstrate that CMF resin is an effective solution for producing high-quality, low-toxicity plywood. This adhesive can be widely used in the furniture industry, interior construction, and in the manufacture of wood products for children's and medical facilities.

Keywords: plywood, adhesive, aerosil, zeolite, furfural, borax, formaldehyde, low toxicity, carbamide-melamine-formaldehyde, phenol.

References

1. Sokolova Ye.G. Skleivaniye shpona pri izgotovlenii nizkotoksichnoy fanery s primeneniym kleyev na osnove karbamidomelaminoformal'degidnykh smol. [Veneer bonding in the production of low-toxicity plywood using adhesives based on urea-melamine-formaldehyde resins.]: dis. ... Cand. of Technical Sciences: 05.21.05 / Sokolova Yekaterina Gennad'yevna. – St. Petersburg, 2011. – 150 p. [in Russian].
2. Isayeva, ZH.M. Issledovaniye vliyaniya tseolitov na tekhnologicheskiye svoystva kleyev [Study of the influence of zeolites on the technological properties of adhesives] // Bulletin of KazGASA. Architecture and Construction. – 2024. – No. 2 (92). [in Russian].
3. Tikhomirov, L.A. Sovershenstvovaniye tekhnologii izgotovleniya kleyenoy fanery na osnove primeneniya furanovoy smoly [Tekst]: dis. ... Cand. of Technical Sciences: 05.21.05 / Tikhomirov Leonid Alekseyevich. – St. Petersburg, 2004. – 224 p. [in Russian].
4. GOST 3916.1-2018. Fanera. Obshchiye tekhnicheskiye usloviya [Plywood. General specifications]. – Introduced. 01.04.2019. – Moscow: Standartinform, 2019. – 24 p. [in Russian].
5. GOST 30972-2012. Klei dlya drevesiny. Kleyevyye sostavy na osnove karbamidomelaminoformal'degidnykh smol. Tekhnicheskiye usloviya [Wood adhesives. Adhesive compositions based on urea-melamine-formaldehyde resins. Specifications]. – [?][in Russian].