

<https://doi.org/10.51301/ace.2024.i2.04>

Sapropel as a binding material for woodworking waste in the development of thermal insulation biocomposite

M.B. Karimova^{1*}, T.K. Kuvatbayeva¹, Vėjelis Sigitas²

¹Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

²Vilnius Gediminas technical university, Vilnius, Lithuania

*Corresponding author: meruertkarimova99@gmail.com

Abstract. When developing new innovative building materials, their performance is important, as well as their stability. It is difficult to make a completely environmentally friendly material for construction sections, because there is a lack of environmentally friendly materials on the market, good viscous materials are very expensive, and cheap ones have poor adhesive properties and performance. In this work, natural organic rot powder was used as an ecological binder. Before use, the organic Rottingthe powder was additionally mechanically activated. The effectiveness of its activation is assessed by its consistency and strength during stretching. Woodworking waste was used as a filler for thermal insulation biocomposite. In addition, wood waste was crushed to regulate the density and basic operational properties of the biocomposite. The density of the biocomposite was also regulated by the use of different amounts of Rottweiler and the degree of compaction of the composite mixture. The effect of the amount of wood rot, the compression ratio of the biocomposite mixture and the particle size of wood waste on the thermal conductivity and compressive stress of the biocomposite was determined.

Keywords: *sapropel, biocomposite, woodworking waste, thermal conductivity, compression stress.*

1. Кіріспе

Қазіргі уақытта қолданылатын желімдердің көпшілігінде улы заттар бар, қоршаған ортаны ластайды және адам мен жануарлардың денсаулығына үлкен қауіп төндіреді. Желімдердің негізгі топтары формальдегид пен винил негізінде жасалады, бұл желімнің жалпы тұтынуының 92% құрайды [1].

Құрылыс материалдары өнеркәсібінде, әсіресе жасанды ағаш бұйымдарын өндіруде ең көп қолданылатын байланыстырғыштардың бірі фенол негізіндегі байланыстырғыштар болып табылады [2-4]. Формальдегид негізіндегі байланыстырғыштар арзан және көптеген материалдарға өте күшті адгезияға ие, бірақ олар өте зиянды - канцерогендік әсерге ие [5,6]. Басқа синтетикалық байланыстырғыштар айтарлықтай қымбатырақ немесе жақсы жабысқақ қасиеттерді қамтамасыз етпейді. Қазба материалдарына, әсіресе цементке негізделген тұтқыр заттарды өндіру қоршаған ортаға айтарлықтай теріс әсер етеді [7-9]. Осы себептерге байланысты соңғы онжылдықтарда құрылыс материалдары өнеркәсібінде синтетикалық және қазба материалдарын табиғи материалдармен ауыстыру қажеттілігі артты [10].

Табиғи және экологиялық таза тұтқыр ретінде Шіріктүнбаді құрылыс материалдарын өндіруде қолдануға болады [11-13]. Шіріктүнба-мыңдаған жылдар бойы қалыптасқан Тұщы су объектілерінің биогендік шығу тегі органикалық шөгінділері, планктондық немесе бентикалық организмдер өлгеннен кейін пайда болады, оларды негізінен бактериялар, жәндіктердің личинкалары, құрттар мен ұлулар пелогенде және терең қабаттарда

оттегінің жетіспеушілігі жағдайында өңдейді [14]. Шіріктүнбадің түзілу жылдамдығы жылына шамамен 1-3 мм құрайды. Қалыңдығы бірнеше метр болатын қабаттың жасы 10.000 жыл немесе одан да көп. Шіріктүнбадің ең тән белгілерінің бірі-оның коллоидтық құрылымы. Органикалық коллоидтар суды көп сіңіре алады, 70-тен 97%-ға дейін. Коллоидтық құрылымына байланысты Шіріктүнба төмен фильтрацияға ие [15,16]. Шіріктүнбадің де ерекше қасиеттері бар: ол баяу кебеді, суды әрең буландырады, ал құрғаған кезде ол толығымен қатты болады, тіпті ұнтаққа ұнтақталған кезде де ол суды сіңірмейді (газдалған сортты қоспағанда) [14,17]. Мұздатылғаннан кейін Шіріктүнба үлпілдек болады, салыстырмалы түрде тез 30-35% ылғалдылыққа дейін кебеді, бірақ тұтқыр қасиеттерін жоғалтады [17-19].

Шіріктүнбаді әртүрлі ағаш қалдықтары, қағаз және картон өнеркәсібінің пайдаланылмаған қалдықтары, зығырды қайта өңдеу, ыдыраған шымтезек және композиттері бар ұқсас шикізат үшін байланыстырғыш ретінде пайдалануға болады. Шіріктүнба альбумин сияқты ақуыз негізіндегі желімдерді жақсы алмастырады және ақуыздарды ауыстыру мүмкіндіктері [16] Шіріктүнбаді қолданудың маңызды артықшылығы болар еді.

Соңғы бірнеше онжылдықта Шіріктүнбадің зерттеулеріне көп көңіл бөлінді. Бо-Гуш және басқалар, [20]. Шіріктүнба зерттеулері екі салаға бөлінетінін көрсетеді: іргелі және практикалық. Іргелі салаға палеоклиматтық қайта құру, геохимиялық және биохимиялық зерттеулер, сондай-ақ практикалық сала, атап айтқанда ауыл шаруашылығында, бальнеотерапияда, құрылыста және өнеркәсіпте қолдану кіреді. Құрамы бойынша Шіріктүнбаді үш түрге бөлуге болады:

органикалық, органоминералды және минералды минерал [21]. Шіріктұнбадің құрамына оны қолдану мүмкіндігі ғана емес, оның қасиеттері де байланысты.

Шіріктұнбаді тұтқыр затты өндіру үшін құрамында 85%-дан астам органикалық және 3.3%-дан астам азот бар Шіріктұнбаді қолдануға болады [16]. Шіріктұнбадердің органикалық бөлігінде 3-тен 11%-ға дейін битум, 40%-ға дейін гуминді заттар және басқа биологиялық белсенді заттар бар [17]. Шіріктұнбадің битумдық компоненттері ерекше назар аударады, өйткені олардың бактерицидтік, бактериостатикалық және антиоксиданттық белсенділігі жоғары [22]. Авторлар Шіріктұнбаді байланыстырушы ретінде пайдаланған биологиялық негіздегі композициялық материал микробиологиялық тұрақтылықтың ең жоғары көрсеткіштерінің бірін көрсететінін көрсетеді. Сонымен қатар, үлгілерде саңырауқұлақтар мен басқа организмдер табылған жоқ.

Әлемдегі Шіріктұнбадің ресурстары үлкен болғанымен, оларды құрылыс материалдарын өндіру үшін пайдалану әлі де өзгеріссіз қалады. Шіріктұнбадің құрылыс материалдарын өндіруге жарамдылығын көрсету үшін бірнеше ғылыми зерттеулер жүргізілді. Зерттеушілер [12] атап өткендей, Шіріктұнбадің өзі жоғары байланыстыру қабілетіне, сондай-ақ пішінін, жабысқақ қасиеттерін және икемділігін сақтау қабілетіне ие. Шіріктұнбаден жасалған құрылыс материалдарын үш жолмен емдеуге болады: табиғи жағдайда кептіру, термиялық өңдеу немесе судың көп бөлігін кетіру үшін жоғары қысым. Обука [16] Шіріктұнбаді термиялық өңдеусіз байланыстырғыш ретінде пайдалану тиімді екенін көрсетеді, өйткені оның энергиясы аз және CO₂ шығарындылары аз, бұл оны қоршаған ортаға әсері төмен экологиялық оқшаулағыш материал ретінде пайдалануға өте қолайлы етеді. Шіріктұнбадің көмегімен автор биокомпозиттердің екі түрін алды: Шіріктұнба мен ағаш талшықтарынан жасалған композит және Шіріктұнба мен қайың ағаштарын тегістеуге арналған композит. Бұл биокомпозиттердің тығыздығы 319 және 470 кг/м³, жылу өткізгіштігі 0.060 және 0.061 Вт/(мК) және қысу кернеуі сәйкесінше 0.19 және 0.67 МПа болды. Жұмыста [13] Шіріктұнба-қарасора чиптерінің композиті циклдік араластырғыштардағы үш негізгі компонентті араластыру арқылы алынды: қарасора чиптері, Шіріктұнба және су белгілі бір пропорцияда. Дайындалған қоспаны қалыптарда нығыздап, бастапқыда зертханада қоршаған орта температурасында (19 ± 2)°С температурада байланыстырғыштың мөлшеріне байланысты 3-4 күн бойы кептірді. Осы кезеңнен кейін үлгілер қалыптардан алынды және үлгілердің тұрақты салмағына жеткенше зертханада 4-5 апта бойы кептіруді жалғастырды. 10°С өлшеу температурасындағы жылу өткізгіштік материалдардың тығыздығы 180-200 кг/м³ болған кезде 0.046-дан 0.054 Вт/(мК) дейін өзгерді.

Басқа автор [23] термиялық өңдеуді қолдана отырып, қарасора қабығын, Шіріктұнбаді және қағаз өндірісінің қалдықтарын салу үшін биокомпозиттер дайындады. Үлгілер екі кезеңде емделді: 190°С температурада 3 сағат және 160°С температурада 18 сағат. Автор 190°С температурада емделген үлгілердің суды ең аз сіңіретінін көрсетеді. Шіріктұнбаді байланыстырғыш негізінде жасалған биокомпозиттердің қысу кернеуі 0.90 - дан 2.02 МПа-ға дейін, ал тығыздығы 267-ден 361 кг/м³-ге дейін болды. Бұл жағдайда жылу өткізгіштік 0.059-дан 0.068 Вт/(мК)

дейін өзгерді. Сынау алдында үлгілер ауаның салыстырмалы ылғалдылығында (50±5)% және температурада (23±5)°С температурада 72 сағат бойы ұсталды.

Жұмыстың мақсаты-Шіріктұнбаді байланыстырушы материал ретінде және ағаш өңдеу қалдықтарын толтырғыш ретінде қолдана отырып, ең алдымен жылу оқшаулауға арналған, сонымен қатар беріктігі жоғары композициялық материал жасау.

2. Зерттеу әдістері мен материалдары

2.1. Материалдар

Шіріктұнба күзде судың температурасы 14°С болған кезде көлдің түбінен алынды. Шіріктұнба 3-5 м тереңдіктен арнайы жабдықтың көмегімен алынды - телескопиялық құбырға орнатылған модификацияланған батометр. Батометр-бұл гидрологиялық құрылғы, су қоймасының әртүрлі тереңдігінен су сынамаларын алуға арналған сынама. Барометр-бұл белгілі бір тереңдікте су астында жабылатын клапандары бар арнайы бейімделген ыдыс. Осылайша, үлгіні басқа тереңдіктегі материалдармен араластырмай, дәл көрсетілген тереңдіктен алады. Сынақтар үшін 200 литр Шіріктұнба алынды. Жиналған Шіріктұнба жабық контейнерлерде (20±5)°С температурада сақталды. Шіріктұнбадегі судың мөлшері оны кептіру пешінде 105°С температурада кептіру арқылы анықталды EN 12570 [24], ал Органикалық заттардың құрамы кептірілген Шіріктұнбаді пеште 500°С температурада қыздыру арқылы анықталды EN 13820 [25].

Кесте 1. Зерттеуде қолданылған Шіріктұнбадің сипаттамалары

Шіріктұнба сынамаларын алу орны	Су құрамы, массасы %	Органикалық заттардың құрамы, мас. %
Керепис көлі, Тракай ауданы, Литва	63.1	95.8

Шіріктұнбадің жақсы консистенциясы мен жақсы байланысы болуы үшін ол қосымша механикалық белсендіруге ұшырады. Осы мақсатта сыйымдылығы бар өнеркәсіптік араластырғыш қолданылды. Миксердің жылдамдығы минутына 12500 айналым болды. Шіріктұнбаді белсендіру ұзақтығы активтендіру тиімділігін бағалау үшін әр түрлі болды. Шіріктұнбадің консистенциясы тұнба сынағы арқылы анықталды. Сынақтар белсендірілмеген Шіріктұнбаде және әртүрлі ұзақтықтағы белсендірілген Шіріктұнбаде жүргізілді. Белсендірілген Шіріктұнба Фарфор контейнерлеріне әр түрлі уақыт аралығында орналастырылды және кептіру пешінде 170°С температурада 24 сағат ұсталды. Қатайтылған Шіріктұнба контейнерлерден алынып, өлшемі шамамен 30×30×15 мм болатын дұрыс пішінді үлгілер кесілді. Үлгілер металл пластиналарға полиуретанды желіммен жабыстырылды және ауаның салыстырмалы ылғалдылығы (50±5)% және температура (23±5)°С температурада кондиционері бар бөлмеде 24 сағат бойы емделді. Дайындалған үлгілер пресстердің арасына бекітіліп, максималды жүктемені тіркеді. Қатайтылған Шіріктұнбадің созылу беріктігі сынаманың өлшенген ауданы мен максималды жүктеме негізінде есептелді [26]. Сынақтар үшін Шіріктұнбаді белсендіру ұзақтығы әртүрлі үш үлгі пайдаланылды.

Ағаш өңдеу қалдықтары ағаш өңдеу цехынан шығарылды. Сынақ үшін қарағай ағашын қайта өңдеу

қалдықтары пайдаланылды. Өндірістік цехта пайда болған барлық ағаш қалдықтары өнеркәсіптік ұсақтағыштармен қосымша ұнтақталып, полиэтилен пакеттерге оралады. Зертханада ағаш бөлшектерінің біркелкі таралуын болдырмау үшін Ағаш өңдеу қалдықтары әр түрлі мөлшердегі електері бар балғамен ұнтақтағышпен қосымша ұнтақталды. Сынақтар үшін үш өлшемді ағаш қалдықтарының бөлшектері пайдаланылды. Ағаш қалдықтары бөлшектерінің гранулометриялық құрамы 2-кестеде келтірілген.

Кесте 2. Ұсақталғаннан кейінгі ағаш қалдықтарының бөлшектерінің сипаттамасы

Диірмен електерінің ұяшықтарының мөлшері, мм	Торлардағы ағаш қалдықтары бөлшектерінің қалдықтары, %						
	Елек ұяшығының өлшемі, мм						
	10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0
20	1.5	38.8	50.8	3.0	4.3	1.3	0.3
10	0	14.7	67.6	7.0	7.7	2.0	1.0
5	0	0	38.0	14.7	31.7	11.3	4.3

Әр түрлі електерді пайдаланып диірменде ұсақталғаннан кейін ағаш қалдықтарының бөлшектерінің суреті 1-суретте көрсетілген.



Сурет 1. Әр түрлі мөлшердегі електерді пайдаланып ұсақталғаннан кейін ағаш қалдықтарының бөлшектерінің бейнесі, мм: (а) – 5; (б) – 10; (в) – 20

Әр түрлі фракциялардағы ағаш қалдықтарының үйінді тығыздығы цилиндрлік металл контейнерде анықталды. Ағаш қалдықтары белгілі массасы 5 литрлік контейнерге 15 см биіктіктен контейнер істен шыққанға дейін құйылады. Металл сызғыштың көмегімен қаданы қырып, ағаш қалдықтары бар контейнерді өлшейді. Ағаш

қалдықтарының белгілі салмағы мен көлеміне сүйене отырып, материалдың сусымалы тығыздығы есептеледі. Тест нәтижесі үш өлшемнің нәтижелері бойынша анықталады.

2.2. Үлгілерді дайындау

Биокомпозиттерді қалыптастыруға арналған қоспалар механикалық белсендірілген Шіріктүнба мен ағаш қалдықтарынан әртүрлі арақатынаста дайындалды. Қоспаның компоненттері мәжбүрлі араластырғыш араластырғышта араластырылды. Дайындалған қоспалар алдын - ала дайындалған металл қалыпқа салынып, белгіленген шегіне дейін басылып, кептіру пешінде 6 сағат бойы 170°C температурада ұсталды. барлығы 9 түрлі қоспалар дайындалды-Шіріктүнбадің үш түрлі мөлшерімен ағаш қалдықтарының әр фракциясының үш қоспасы. Әрбір дайындалған қоспасы қажетті деңгейге дейін басылды. Биокомпозиттерді алу үшін қолданылатын қоспалардың құрамы мен қысу деңгейлері 3-кестеде келтірілген.

2.3. Тестілеу әдістері

Жылу өткізгіштік зерттеулері көлемді ағаш қалдықтарында және дайын биокомпозиттерде жүргізілді. Көлемді ағаш қалдықтары алдын - ала дайындалған қалыпқа құйылды, оның шеттері қатты стирофамнан, ал түбі перфорацияланған полиэтиленнен жасалған. Пішіннің ішкі өлшемдері 250×250 мм және биіктігі 50 мм болды. пішін үйінді түрінде ағаш қалдықтарымен толтырылды, осылайша пішінделген үлгінің бетін өлшеу тақтасымен нашар жанаспау үшін одан әрі басуға болады. Қысу жүктемесі 100 Па болды. Қалыпта алынған ағаш қалдықтарының тығыздығы үйінді тығыздығына өте жақын болды. Биокомпозиттің жылу өткізгіштігін зерттеу үшін 300×300×50 мм үлгілер дайындалды. Сынақ алдында барлық үлгілер қоршаған орта температурасында (50±5)% салыстырмалы ылғалдылықта және (2±23)°C. жылу өткізгіштік Fox 304 lasercomp (АҚШ) жылу ағынын өлшеу құралымен анықталды. Өлшеулердің орташа температурасы 10 °C, ал аспаптың өлшеу тақталарының жоғарғы және төменгі температурасы сәйкесінше 0 және 20 °C болды. Өлшеу EN 12667 [27] стандартының талаптарына сәйкес жүргізілді.

Кесте 3. Қалыптау қоспаларының құрамы және олардың сығылу дәрежесі

Қоспаның нөмірі	Пайдаланылған ағаш қалдықтарының үлесі, мм	Шіріктүнбадің құрамы,%, ағаш қалдықтарының массасынан	Сығымдау коэффициенті, қоспаның бастапқы массасының биіктігінен %
1-1	0-5	4	20
1-2		8	
1-3		12	
1-4		4	40
1-5		8	
1-6		12	
1-7	4	60	
1-8	8		
1-9	12		
1-10	4	80	
1-11	8		
1-12	12		
2-1	0-10	4	20

2-2		8	
2-3		12	
2-4		4	40
2-5		8	
2-6		12	
2-7		4	60
2-8		8	
2-9		12	
2-10		4	80
2-11		8	
2-12		12	
3-1	0-20	4	20
3-2		8	
3-3		12	
3-4		4	40
3-5		8	
3-6		12	
3-7		4	60
3-8		8	
3-9		12	
3-10		4	80
3-11		8	
3-12		12	

Сығымдау кернеуі 10% деформацияда анықталды, өйткені үлгілер сығылған кезде бұзылмайды, бірақ тығыздалады. Қысу кернеуі EN 826 [28] стандартының талаптарына сәйкес анықталды. Сынақтар үшін 100=100=50 мм үлгілер дайындалды. Сынақ алдында үлгілер салыстырмалы ылғалдылықтың (50±5)% және (2±23)°C температурасы бар ортада кем дегенде 72 сағат ұсталды. Бір құрамды сынау үшін үш үлгі пайдаланылды.

3. Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

3.1. Шіріктүнбаді зерттеу

Механикалық белсендірілген Шіріктүнбадің консистенциясын сынау нәтижелері 4-кестеде келтірілген.

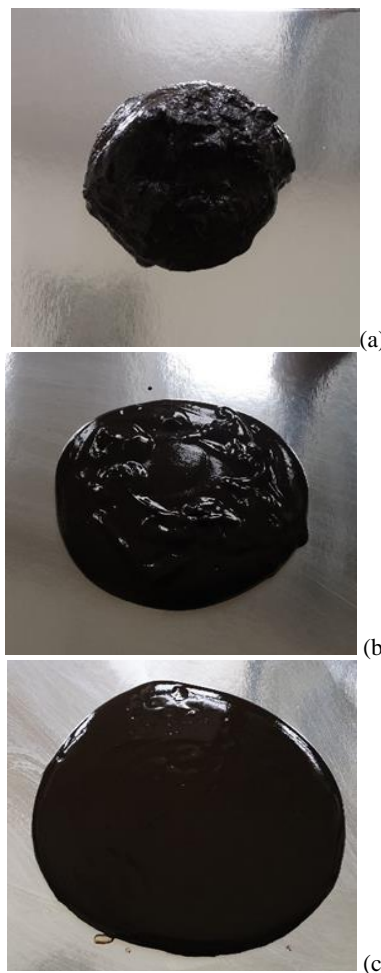
Кесте 4. Шіріктүнба консистенциясының сипаттамасы

Сыналатын үлгілердің саны	Іске қосу уақыты, мин	Консистенциясы, мм
1	0	112
2	1	152
3	2	167
4	3	168

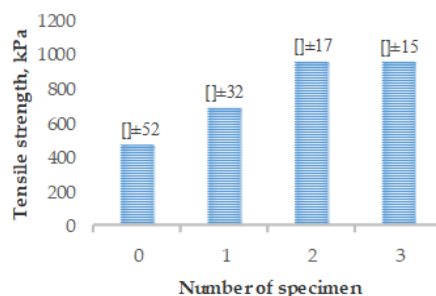
Зерттеу нәтижелері Шіріктүнбадің механикалық активтенуі оның консистенциясын 60% - дан астамға арттыратынын көрсетеді. Сонымен қатар, белсендірілген Шіріктүнбадің консистенциясы белсендіру ұзақтығына байланысты. 1 минут белсендірілгеннен кейін Шіріктүнбадің консистенциясы 2 минут немесе одан да көп уақыт белсендірілгеннен төмен болып қана қоймайды, сонымен қатар визуалды түрде (2-суретті қараңыз) ол біртекті массаға ұқсамайды. Белсенді емес Шіріктүнбадің пайда болуы қалың массаға ұқсайды. Механикалық активтендіру кезінде коллоидтық жүйенің метастабильді күйі ғана емес, сонымен қатар сапропел массасындағы ағаш қалдықтары, өсімдік тамырлары және т. б. сияқты толық ыдырамаған ұсақ бөлшектер де жойылады, ұсақталған.

Шіріктүнбадің адгезиялық байланыстарын бағалау 3-суретте графикалық түрде көрсетілген. Нәтижелерді талдау 2 және 3 минут ішінде механикалық түрде

белсендірілген Шіріктүнбадің ең жақсы тұтқыр қасиеттері бар екенін көрсетеді. Механикалық белсендірілген және қатайтылған Шіріктүнбадің созылу күші механикалық белсендірілмеген Шіріктүнбаге қарағанда шамамен екі есе жоғары және механикалық белсендірілген Шіріктүнбаге қарағанда 1 минут ішінде шамамен 1.4 есе жоғары. Бұл механикалық активтендіру Шіріктүнбадің адгезиялық қасиеттерін едәуір арттыратынын көрсетеді.



Сурет 2. Шіріктүнбаның жағылған түрлері: (а) – белсендірілмеген; (б) – механикалық белсендірілген 1 мин; (в) – механикалық белсендірілген 2 мин



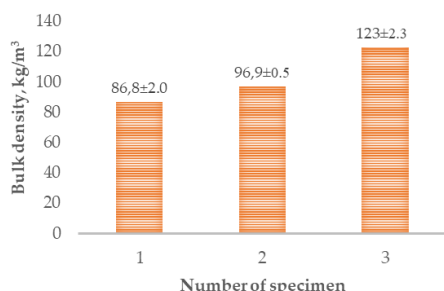
Сурет 3. Әр түрлі ұзақтықта белсендірілген Шіріктүнбадің созылу беріктігі

Ғалымдардың бұрын қаралған еңбектерінде [14,16,17] Шіріктүнбадің белсендіру әдістері мен ұзақтығы туралы қосымша мәліметтер жоқ, сондықтан Шіріктүнбадің нақты қашан іске қосылғаны белгісіз. Балчюнас [23] өз

зерттеуінде механикалық белсендіруді қолданды, бірақ белсендіру ұзақтығы мен әсері талданбады.

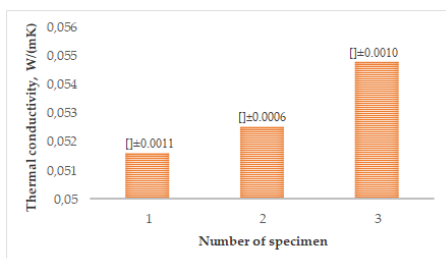
3.2. Ағаш қалдықтарын зерттеу

4-суретте әртүрлі мөлшердегі ағаш қалдықтары бөлшектерінің сусымалы тығыздығын зерттеу нәтижелері келтірілген. Әртүрлі мөлшердегі ағаш қалдықтарының үйінді тығыздығын зерттеу нәтижелері 40%-дан астам айырмашылықты көрсетеді. Ең үлкен фракция ең төменгі тығыздыққа ие, ал ең кіші фракция ең жоғары тығыздыққа ие. Жоғары тығыздық ұсақ бөлшектердегі ұсақ бөлшектердің көп болуымен анықталады (2-кестені қараңыз) және бөлшектердің өздері арасында кішігірім ауа саңылауларының пайда болуымен анықталады.



Сурет 4. Фракция кезінде ағаш қалдықтарының үйінді тығыздығын анықтау нәтижелері, мм: 1-0/20; 2 - 0/10 және 3 - 0/5

5-суретте әртүрлі мөлшердегі ағаш қалдықтары бөлшектерінің жылу өткізгіштігін анықтау нәтижелері келтірілген. Зерттеу нәтижелері бөлшектердің әртүрлі өлшемдері мен үлгілердің әртүрлі тығыздығы арасындағы жылу өткізгіштік айырмашылығын көрсетеді. Тығыздығы ең төмен және фракциясы ең жоғары ағаш қалдықтары ең төменгі жылу өткізгіштікке ие, ал тығыздығы ең жоғары бөлшектер ең жоғары жылу өткізгіштікке ие. Әдетте, тығыздығы төмен материалдар үшін жылу өткізгіштік бөлшектер арасындағы ауа саңылауларының мөлшерімен, ал тығыздығы жоғары материалдар үшін бөлшектер арасындағы байланыс аймақтарының санымен анықталады. Біздің жағдайда жылу өткізгіштіктің айырмашылығы аз, сондықтан ауа саңылауларының мөлшері емес, байланыс аймақтарының саны үлкен әсер етеді деп айтуға болады.

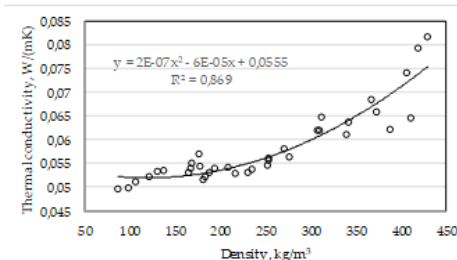


Сурет 5. Фракция кезіндегі ағаш қалдықтарының жылу өткізгіштігін зерттеу, мм: 1-0/20; 2 - 0/10 және 3 - 0/5

Басқа авторлардың еңбектерінде ұсынылған ағаш қалдықтарының жылу өткізгіштік көрсеткіштері біздің жұмысымыздағы зерттеулерге ұқсас [29]. Авторлар анықтаған ағаш қалдықтарының жылу өткізгіштігі 0.046-

дан 0.054 Вт/(мК) дейін болды. Авторлар 0.315 мм-ден аз бөлшектердің жылу өткізгіштікке теріс әсерін ерекше атап өтті. Біздің жұмысымызда қосымша ұнтақтауға байланысты ұсақ бөлшектер көп болған жоқ, ал ұсақ бөлшектер диірменнің ауа сүзгісінде қалды.

3.3. Биокөмпитті қысу кезіндегі жылу өткізгіштік және кернеу



Сурет 6. Биокөмпиттің жылу өткізгіштігінің оның тығыздығына тәуелділігі

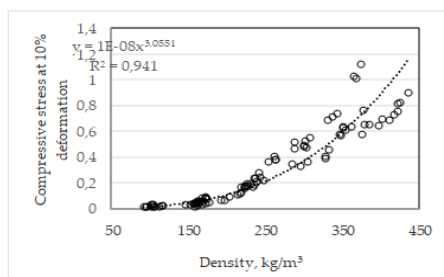
Әр түрлі мөлшердегі ағаш қалдықтарының бөлшектерін, әр түрлі қысу коэффициенттерін және байланыстырғыштың әр түрлі мөлшерін қолдана отырып, жылу өткізгіштік пен қысу беріктігін бағалау үшін бірқатар үлгілер дайындалды. Дайындалған үлгілер тығыздықтың үлкен айырмашылығымен сипатталды. Жылу өткізгіштігін сынау үшін үлгілердің тығыздығы 87 - ден 430 кг/м³-ге дейін, ал жылу өткізгіштігі 0.0496-дан 0.0817 Вт/(мК)-ге дейін өзгерді. Жылу өткізгіштік сынақтарының нәтижелері 6-суретте көрсетілген.

6-суретте нәтижелердің үлкен дисперсиясы көрінбейді, сондықтан биокөмпиттің жылу өткізгіштігіне әртүрлі факторлардың әсерін бағалау қиын. Толтырғыш фракциясының мөлшерінің, қалыптау қоспасының сығылу коэффициентінің және қоспадағы Шіріктүнба мөлшерінің биокөмпиттің жылу өткізгіштігіне әсерін дәлірек бағалау үшін біз нәтижелерді топтастырдық. Топтастырылған нәтижелерді талдау ұсақ толтырғыштың биокөмпиттің жылу өткізгіштігіне айтарлықтай әсер ететіндігін көрсетті. 0/5 мм фракциялық толтырғышты пайдаланған кезде бірдей қысу мен құрамдағы биокөмпиттің жылу өткізгіштік коэффициенті 0/10 немесе 0/20 мм фракциялық толтырғыштарды пайдаланғаннан 2-26% жоғары. ең аз айырмашылық биокөмпиттің ең аз тығыздығында және 20% қысуда байқалады, ал ең үлкен айырмашылық биокөмпиттің ең үлкен тығыздығында байқалады. биокөмпиттің тығыздығы және 80% қысу. 0/10 және 0/20 мм фракциялық толтырғыштардан түзілген биокөмпиттерді салыстыру кезінде жылу өткізгіштікте ешқандай айырмашылық жоқ немесе айырмашылық шамалы. Нәтижелерді талдау барлық жағдайларда 0/5 мм фракциялық толтырғыштарды пайдаланған кезде биокөмпиттің тығыздығы 1.31-1.55 есе жоғары екенін көрсетеді, бұл қалыптасқан биокөмпиттердің жылу өткізгіштігінің жоғары мәндерін түсіндіреді. Биокөмпиттердің тығыздығын салыстыру кезінде 0/10 және 0/20 мм фракциялық толтырғыштар қолданылған кезде, барлық жағдайларда тығыздықтағы айырмашылықтар тек 1.06-1.09 есе құрайды.

Биокомпозиттік қоспадағы Шіріктұнба мөлшерінің артуы салыстырмалы түрде шамалы. Қоспадағы Шіріктұнба мөлшері үш есе артқан кезде емделген биокомпозиттің жылу өткізгіштігі тек 1.5-тен 10.1%-ға дейін артады. Сонымен қатар, Шіріктұнбадің көбеюі 0/5 ММ фракциядан жасалған биокомпозиттер үшін маңыздырақ 0/10 фракциясынан жасалған биокомпозиттер үшін жылу өткізгіштіктің максималды өсуі 9.3%, ал 0/20 фракциясының биокомпозиттері үшін тек 5.6%-ға артады.

Жылу өткізгіштіктің ең үлкен өсуі үлгілердің қысылуының жоғарылауымен байқалады. 20% престоуден кейін биокомпозиттердің жылу өткізгіштігі өте төмен және ағаш қалдықтарының жылу өткізгіштігіне жақын, ал кейбір жағдайларда одан да төмен, бірақ әр 20% престоу дәрежесінің одан әрі жоғарылауымен жылу өткізгіштіктің күрт өсуі байқалады. 80% престелген үлгілердің жылу өткізгіштігін 20% престелген үлгілермен салыстырған кезде 0/5 мм фракциялық толтырғышты пайдаланған кезде тіпті 43.3%-ға артуы және 0/10 және 0/20 мм толтырғыштарды пайдаланған кезде жылу өткізгіштіктің айтарлықтай аз өсуі байқалады, содан кейін сәйкесінше 26.7% және 26.4% - ға артады.перспективалы.

Қысу кернеуінің биокомпозиттердің тығыздығына тәуелділігі 7-суретте көрсетілген. Нәтижелерді талдау көрсеткендей, тығыздықтың 4 есе артуы қысу кернеуінің шамамен 80 есе артуына әкелді. Алынған престоу нәтижелері толтырғыш фракциясының мөлшеріне, қалыптау қоспасының сығылу дәрежесіне және қоспадағы Шіріктұнба мөлшеріне байланысты бағаланды. Нәтижелерді талдау көрсеткендей, бірдей престоу және бірдей толтырғыш фракциясын қолдану және Шіріктұнба мөлшерін үш есе арттыру арқылы биокомпозиттің қысу кернеуі шамамен 2 есе артады, бірақ тығыздық тек 1.06-1.30 есе артады. Сығымдау деңгейі қысу кернеуіне де айтарлықтай әсер етеді. Қысу деңгейінің 20% - ға артуы қысу кернеуін орта есеппен 3.5 есе арттырады. Толтырғыш бөлшектері ең үлкен ауа саңылаулары арқылы тығыздалады деп болжауға болады. Бұл болжам басқа көлемдегі толтырғышты қолданған кезде расталады. Нәтижелерді талдау көрсеткендей, 0/5 мм ұсақ фракцияны қолданған кезде сығылу күші 0/20 мм фракция бөлшектерін қолданғаннан 20 есе жоғары, ал 0/10 ММ фракция бөлшектерін қолданғаннан шамамен 15 есе жоғары болады. тығыздау деңгейі қоспадан артық судың бөлінуіне де айтарлықтай әсер етеді. 80%-дан астам қысу қоспадан судың қарқынды бөлінуіне әкеледі, кейбір Шіріктұнба бөлшектері де сумен бірге жойылуы мүмкін.



Сурет 7. 10% деформациядағы биокомпозиттің қысу кернеуінің оның тығыздығына тәуелділігі

Әр түрлі толтырғыштар және оларды алу әдістері биокомпозиттердің әртүрлі қасиеттеріне әкеледі. Осы себепті әр түрлі авторлардың нәтижелерін дәл салыстыру қиын. Шіріктұнба тұтқырымен алынған биокомпозиттердің тығыздығы да кең ауқымда өзгереді - 157-ден 540 кг/м³ [16,23,13]. Жұмыста [16] ағаш бөлшектері бар биокомпозиттердің жылу өткізгіштігі 0.06-0.061, ал қысу беріктігі 0.19-0.77 МПа құрайды, бұл біздің жұмысымыздағыдай тығыздықтағы биокомпозиттерге өте жақын.

4. Қорытынды

1. Шіріктұнбадің механикалық активтенуі оның таралуын 60% - дан астамға арттыратыны, біртекті масса алуға мүмкіндік беретіні және қатайтылған Шіріктұнбадің созылу беріктігін механикалық белсендірілмеген Шіріктұнбамен салыстырғанда екі еседен астам арттыратыны анықталды.

2. Әр түрлі мөлшердегі електермен диірменде ағаш қалдықтарын ұнтақтау кезінде пайда болған бөлшектердің тығыздығы мен жылу өткізгіштігі әртүрлі болып қана қоймай, сонымен қатар әртүрлі мөлшердегі бөлшектердің арақатынасын өзгертетіні анықталды.

3. Алынған биокомпозиттердің жылу өткізгіштігі қолданылатын толтырғыш фракциясына, Шіріктұнба мөлшеріне және басу дәрежесіне байланысты. 0/5 мм фракциялық толтырғышты пайдаланған кезде алынған биокомпозиттің тығыздығы 1.31-1.55 есе артады, ал барлық жағдайларда жылу өткізгіштік 0/10 немесе 0/20 ММ фракцияны қолданумен салыстырғанда 2-26% құрайды. 0/10 және 0/20 мм фракциялық толтырғыштардан түзілген биокомпозиттерді салыстыру кезінде жылу өткізгіштікте ешқандай айырмашылық жоқ немесе айырмашылық шамалы. Биокомпозиттік қоспадағы Шіріктұнба мөлшерінің артуы салыстырмалы түрде шамалы. Қоспадағы Шіріктұнба мөлшері үш есе артқан кезде емделген биокомпозиттің жылу өткізгіштігі тек 1.5-тен 10.1%-ға дейін артады. Жылу өткізгіштіктің ең үлкен өсуі үлгілердің қысылуының жоғарылауымен байқалады. 20% престоуден кейін биокомпозиттердің жылу өткізгіштігі өте төмен және ағаш қалдықтарының жылу өткізгіштігіне жақын, ал кейбір жағдайларда одан да төмен, бірақ әр 20% престоу одан әрі жоғарылаған сайын жылу өткізгіштіктің күрт өсуі байқалады. 80% престелген үлгілердің жылу өткізгіштігін 20% престелген үлгілермен салыстырған кезде 0/5 мм фракциялық толтырғышты пайдаланған кезде 43.3%-ға, ал 0/10 және 0/20 ММ толтырғыштарды пайдаланған кезде айтарлықтай аз өсім байқалады. жылу өткізгіштіктің артуы, содан кейін сәйкесінше 26.7% және 26.4% өсті.

4. Биокомпозит тығыздығының төрт есе артуы қысу кернеуін шамамен 80 есе арттыратыны анықталды. Қоспаның сығылу деңгейі, қоспадағы Шіріктұнба мөлшері және толтырғыш фракциясы бөлек бағаланды, бұл әр көрсеткіштің қысу кернеуіне әсерін дәлірек бағалауға мүмкіндік берді. Сығымдау кернеуі 0/20 мм фракциялық бөлшектерді қолданғаннан 20 есе жоғары және 0/10 ММ фракциялық бөлшектерді қолданғаннан шамамен 15 есе жоғары екендігі анықталды. Қысу деңгейінің 20%-ға артуы қысу кернеуін орта есеппен 3.5 есе арттырады, ал Шіріктұнба құрамының үш есе артуы биокомпозиттің қысу кернеуін шамамен 2 есе арттырады.

References / Эдбнэтгэр

- [1] Liu, Y., Li, K. (2007). Development and characterization of adhesives from soy protein for bonding wood. *International journal Adhes* 2007, 27, 59-67. <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2005.12.004>
- [2] Huang, S., Song, S., Nielsen, C.P., Zhang, Y., Xiong, J., Weschler, L.B., Xie, S. & Li, J. (2022). Residential building materials: An important source of ambient formaldehyde in mainland China. *Environ. Int.*, (158), 106909. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106909>
- [3] Kwak, K., Paek, D. & Park, J.T. (2020). Occupational exposure to formaldehyde and risk of lung cancer: a systematic review and meta-analysis. *Am. J. Ind. Med.*, (63), 312-327. <https://doi.org/10.1002/ajim.23093>
- [4] Duong, A., Steinmaus, C., McHale, C.M., Vaughan, C.P. & Zhang, L. (2011). Reproductive and developmental toxicity of formaldehyde: a systematic review. *Mutat. Res. Rev. Mutat. Res.*, (728), 118-138. <https://doi.org/10.1016/j.mrrev.2011.07.003>
- [5] Soltanpour, Z., Mohammadian, Y. & Fakhri, Y. (2022). The exposure to formaldehyde in industries and health care centers: A systematic review and probabilistic health risk assessment. *Environ. Res.*, 204 (Part B), 112094. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112094>
- [6] Huang, L., Fantke, P., Ritscher, A. & Jolliet, O. (2022). Chemicals of concern in building materials: A high-throughput screening. *J. Hazard. Mater.*, 424 (Part C), 127574. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.127574>
- [7] Mohamad, N., Muthusamy, K., Embong, R., Kusbiantoro, A. & Hashim, M.H. (2022). Environmental impact of cement production and Solutions: A review. *Mater. Today Proc.*, (48), 741-746. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.212>
- [8] Galusnyak, S.C., Petrescu, L. & Cormos, C.C. (2022). Environmental impact assessment of post-combustion CO2 capture technologies applied to cement production plants. *J. Environ. Manage.*, (320), 115908. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115908>
- [9] Belbute, J.M., Pereira, A.M. (2020). Reference forecasts for CO2 emissions from fossil-fuel combustion and cement production in Portugal. *Energy Policy*, (144), 111642. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111642>
- [10] Fava, F., Totaro, G., Diels, L., Reis, M., Duarte, J., Carioca, O. B. & Ferreira, B.S. (2015). Biowaste biorefinery in Europe: Opportunities and research & development needs. *N Biotechnol*, (32), 100-108. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2013.11.003>
- [11] Balčiūnas, G., Žvironaitė, J., Vėjelis, S., Jagniatinskis, A. & Gaiducis, S. (2016). Ecological, thermal and acoustical insulating composite from hemp shives and spropel binder. *Ind. Crops. Prod.*, (91), 286-294. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.06.034>
- [12] Obuka, V., Šinka, M., Kļaviņš, M., Stankeviča, K. & Korjajins, A. (2015). Spropel as a Binder: Properties and Application Possibilities for Composite Materials. *2nd International Conference on Innovative Materials, Structures and Technologies*, Riga, Latvia. <https://doi:10.1088/1757-899X/96/1/012026>
- [13] Brencis, R., Pleiksnis, S., Skujans, J., Adamovics, A. & Gross, U. (2017). Lightweight Composite Building Materials with Hemp (*Canna-bis Sativa* L.). *Chem. Eng. Trans.*, (57), 1375-1380. <https://doi.org/10.3303/CET1757230>
- [14] Stankeviča, K., Vincevica-Gaile, Z. & Klavins, M. (2016). Freshwater spropel (gytja): its description, properties and opportunities of use in contemporary agriculture. *Agron. Res.*, (14), 929-947
- [15] Daugvilienė, D. (2014). Inovatyvios technologijos spropeliui perdirbti į trašas ar dirvožemio gerinimo medžiagą sukūrimas ir šios technologijos praktinis pritaikymas. Retrieved from: https://zum.lrv.lt/uploads/zum/documents/files/LT_versija/Veiklos_sritys/Mokslas_mokymas_ir_konsultavimas/Moksliniu_tyrimu_ir_taikomosios_veiklos_darbu_galutines_ataskaitos/Sapropelis.pdf
- [16] Obuka, V. (2021). Spropel for the development of biocomposite materials: properties and application possibilities (doctoral dissertation). *University of Latvia, Raiņa bulvāris, Rīga, Latvia*
- [17] Kozlovskā, J. (2012). Research of spropel use for heat production and environmental assessment (doctoral dissertation); *Technika: Vilnius, Lithuania*
- [18] Ciūnys, A., Lazauskienė, L.L. & Katkevičius, L. (1994). Spropelis—mūsų lobis. *Vilnius: Baltic Eco*
- [19] Žvironaitė, J., Ciūnys, A. & Gerdžiūnas, P. (2022). Ežerų valymo produkto – spropelio panaudojimo galimybių tyrimai. *Aplinkos inžinerija*, (10), 168-175
- [20] Bogush, A.A., Leonova, G.A., Krivonogov, S.K., Bychinsky, V.A., Bobrov, V.A., Maltsev, A.E., Tikhova, V.D., Miroshnichenko, L.V., Kondratyeva, L.M. & Kuzmina, A.E. (2022). Biogeochemistry and element speciation in spropel from freshwater Lake Dukhovoe (East Baikal region, Russia). *Appl. Geochemistry*, (143), 105384. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2022.105384>
- [21] Krivonos, O.I., Terekhova, E.N. & Belskaya, O.B. (2021). Catalytic hydroprocessing of organic matter of spropels. The effects of spropel nature on the yield and composition of products. *Catal. Today*, (378), 126-132. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2021.02.011>
- [22] Obuka, V., Šinka, M., Nikolajeva, V., Kostjukova, S., Ozola-Davidane, R. & Klavins, M. (2021). Microbiological Stability of Bio-Based Building Materials. *J. Ecol. Eng.*, (22), 296-313. <https://doi.org/10.12911/22998993/134033>
- [23] Balčiūnas, G. (2015). Investigation of building composites with fibre hemp shives (doctoral dissertation). *Technika: Vilnius, Lithuania*
- [24] EN ISO 12570. (2000). Hygrothermal performance of building materials and products - Determination of moisture content by dry-ing at elevated temperature. *European Committee for Standardization: rue de Stassart 36, B-1050 Brussels*
- [25] EN 13820. (2003). Thermal insulating materials for building applications - Determination of organic content. *European Committee for Standardization: rue de Stassart 36, B-1050 Brussels*
- [26] EN 1607. (2013). Thermal insulating products for building applications - Determination of tensile strength perpendicular to faces. *European Committee for Standardization: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels*
- [27] EN 12667. (2001). Thermal performance of building materials and products - Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods - Products of high and medium thermal resistance. *European Committee for Standardization: rue de Stassart 36, B-1050 Brussels*
- [28] EN 826. (2013). Thermal insulating products for building applications - Determination of compression behaviour. *European Committee for Standardization: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels*
- [29] Augaitis, N., Vaitkus, S., Czlonka, S. & Kairyte, A. (2020). Research of Wood Waste as a Potential Filler for Loose-Fill Building Insulation: Appropriate Selection and Incorporation into Polyurethane Biocomposite Foams. *Materials*, (13), 5336. <https://doi.org/10.3390/ma13235336>

Шіріктұнба жылу оқшаулағыш биокөмпозитті жасау кезіндегі ағаш өңдеу қалдықтарын байланыстырушы материал

М.Б. Каримова^{1*}, Т.К. Куатбаева¹, Vėjelis Sigita²

¹Satbayev University, Алматы, Қазақстан

²Гедиминас Вильнюс техникалық университеті, Вильнюс, Литва

*Корреспонденция үшін автор: meruertkarimova99@gmail.com

Аңдатпа. Жаңа инновациялық құрылыс материалдарын әзірлеу кезінде олардың өнімділігі, сондай-ақ олардың тұрақтылығы маңызды. Құрылыс бөлімдері үшін толығымен экологиялық таза материал жасау қиын, өйткені нарықта экологиялық тұтқыр материалдар жетіспейді, жақсы тұтқыр материалдар өте қымбат, ал арзандары жабысқақ қасиеттері мен өнімділігі нашар. Бұл жұмыста табиғи органикалық Шіріктұнба экологиялық байланыстырғыш ретінде пайдаланылды. Қолданар алдында органикалық Шіріктұнба қосымша механикалық түрде белсендірілді. Оны белсендіру тиімділігі созылу кезіндегі консистенциясы мен беріктігі бойынша бағаланады. Ағаш өңдеу қалдықтары жылу оқшаулағыш биокөмпозит үшін толтырғыш ретінде пайдаланылды. Сонымен қатар, биокөмпозиттің тығыздығы мен негізгі пайдалану қасиеттерін реттеу үшін ағаш қалдықтары ұсақталды. Биокөмпозиттің тығыздығы сонымен қатар Шіріктұнбадың әртүрлі мөлшерін және көмпозиттік қоспаның тығыздалу дәрежесін қолдану арқылы реттелді. Жұмыста Шіріктұнба мөлшерінің, биокөмпозиттік қоспаның сығылу коэффициентінің және ағаш қалдықтарының бөлшектерінің мөлшерінің биокөмпозиттің жылу өткізгіштігі мен қысу кернеуіне әсері анықталды.

Негізгі сөздер: шіріктұнба, биокөмпозит, ағаш өңдеу қалдықтары, жылу өткізгіштік, қысу кернеуі.

Сапрпель как связующий материал для отходов деревообработки при разработке теплоизоляционного биокөмпозита

М.Б. Каримова^{1*}, Т.К. Куатбаева¹, Vėjelis Sigita²

¹Satbayev University, Алматы, Казахстан

²Вильнюсский технический университет Гедиминаса, Вильнюс, Литва

*Автор для корреспонденции: meruertkarimova99@gmail.com

Аннотация. При разработке новых инновационных строительных материалов важны их эксплуатационные характеристики, а также их экологичность. Трудно произвести полностью экологичный материал для строительства перегородок, потому что на рынке не хватает экологических связующих материалов, хорошие связующие материалы очень дороги, а более дешевые обладают худшими адгезионными свойствами и эксплуатационными характеристиками. В этой работе в качестве экологического связующего использовался натуральный органический сапрпель. Перед использованием органический сапрпель был дополнительно механически активирован. Эффективность его активации оценивается по консистенции и прочности на растяжение. Отходы деревообработки использовались в качестве наполнителя для теплоизоляционного биокөмпозита. Кроме того, древесные отходы были измельчены для регулирования плотности и основных эксплуатационных свойств биокөмпозита. Плотность биокөмпозита также регулировалась с использованием различных количеств сапрпеля и степени уплотнения композитной смеси. В работе было определено влияние количества сапрпеля, степени сжатия биокөмпозитной смеси и размера частиц древесных отходов на теплопроводность и напряжение сжатия биокөмпозита.

Ключевые слова: сапрпель, биокөмпозит, отходы деревообработки, теплопроводность, напряжение сжатия.

Received: 19 January 2024

Accepted: 15 June 2024

Available online: 30 June 2024