

УДК: 630.812  
DOI: 10.52409/20731523\_2023\_3\_57  
EDN: FMBXRU



## Расчет клеефанерных панелей покрытия, вопросы их долговечности

З.А. Камалова<sup>1</sup>, А.И. Валиев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казанский государственный архитектурно-строительный университет,  
г. Казань, Российская Федерация

**Аннотация.** *Постановка задачи.* Одной из проблем широкого применения клеефанерных панелей покрытия в строительной отрасли является возможность использования типовых вариантов для разных климатических зон. Целью исследования является расчет клеефанерных панелей покрытия, изучение вопросов их долговечности. Основные задачи исследования заключаются в теплотехническом расчете с последующим подбором толщины утеплителя «теплых» клеефанерных панелей покрытия для разных климатических зон, прочностном расчете, оценке влияния теплового старения на физико-механические свойства наиболее напряженного материала панели (фанеры), влияющей на долговечность изделия.

*Результаты.* В работе рассмотрена типовая клеефанерная панель покрытия, выполнены расчеты, сделаны выводы о возможности ее применения для различных климатических зон, определен наиболее напряженный материал в панели, изучены изменения физических свойств, механической прочности фанеры в процессе теплового старения, выполнена оценка долговечности исходной и состаренной фанеры.

*Выводы.* Значимость полученных результатов в строительной отрасли заключается в определении работы типовых клеефанерных панелей покрытия для различных климатических зон, возможности дальнейшего изучения долговечности клеефанерных панелей покрытия, расширения области применения данных видов изделий.

**Ключевые слова:** клеефанерная панель покрытия, долговечность, тепловое старение, поперечный изгиб, прочность.

**Для цитирования:** Камалова З.А., Валиев А.И. Расчет клеефанерных панелей покрытия, вопросы их долговечности // Известия КГАСУ, 2023, № 3(65), с.57-65, DOI: 10.52409/20731523\_2023\_3\_57, EDN: FMBXRU

## Calculation of glue plywood covering panels, the issues of their durability

Z.A. Kamalova<sup>1</sup>, A.I. Valiev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kazan State University of Architecture and Engineering  
Kazan, Russian Federation

**Abstract.** One of the problems of wide application of glue plywood covering panels in the construction industry is the possibility of using typical panels for different climatic zones. The purpose of the study is to calculate the glue plywood panels, to study the issues of their durability. The main objectives of the study are the thermal calculation with subsequent selection of the insulation thickness of "warm" glue plywood panels for different climatic zones, strength calculation, evaluation of the effect of thermal aging on the physical and mechanical properties of the most stressed material of the panel (plywood), which affects the durability of the product.

Results. A typical glue plywood covering panel was considered in the work, calculations were performed, conclusions were made about the possibility of its use for various climatic zones, the

most stressed material in the panel was determined, changes in the physical properties and mechanical strength of plywood during the process of thermal aging were studied, and the durability of the original and aged plywood was assessed.

Conclusions. The significance of the results obtained for the construction industry lies in determining the performance of typical glue plywood covering panels for various climatic zones, the possibility of further studying the durability of glue plywood covering panels, and expanding the scope of application of these types of products.

**Keywords:** glue covering panel, durability, thermal aging, transverse bending, strength.

**For citation:** Kamalova Z.A., Valiev A.I. Calculation of glue covering panels, the issues of their durability//News KSUAE, 2023, № 3(65), p.57-65, DOI: 10.52409/20731523\_2023\_3\_57, EDN: FMBXRU

## 1. Введение

Клефанерные панели покрытия являются облегченными конструкциями и состоят из каркаса и обшивок. Малая масса и высокая несущая способность панелей обеспечивается совмещением в фанерной обшивке ограждающих и несущих функций.

Выделяют «холодные» и «теплые» клефанерные панели покрытия. Для «теплых» клефанерных панелей в качестве теплоизоляционного слоя применяют биостойкие, негоряемые материалы.

Выделяют методы прогнозирования изменения свойств композитов при старении [1-3], которые основаны на трансформации энергетических значений факторов естественного старения в лабораторные режимы испытаний [4-6], определяют срок службы материала ускоренным искусственным старением, вызывающим изменения в материале аналогичные изменениям при эксплуатации. [7-9]

Согласно ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований», долговечность – способность строительного объекта сохранять прочностные, физические и другие свойства, устанавливаемые при проектировании и обеспечивающие его нормальную эксплуатацию в течение расчетного срока службы.

Для древесных композитов резко проявляется температурно-временная зависимость прочности, предела текучести и отсутствует безопасное напряжение. [10-12] Исследование долговечности древесных композитов проводится с позиции термофлуктуационной концепции прочности и деформирования твердых тел. [13-15]

Целью исследования является расчет клефанерных панелей покрытия, оценка влияния теплового старения на физико-механические свойства наиболее напряженного материала панели (фанеры).

Для достижения цели необходимо:

- согласно теплотехническому расчету подобрать толщину утеплителя для разных климатических зон;
- выявить наиболее напряженный элемент панели;
- произвести оценку влияния теплового старения на физико-механические свойства,
- выполнить оценку долговечности.

## 2. Материалы и методы

Для расчета рассмотрена типовая клефанерная панель покрытия согласно типовой серии ПКД-01-04 со следующими исходными данными:

- размеры плиты в плане –  $l_n \times b_n = 6000 \times 1500$  мм;
- обшивки из фанеры по ГОСТ 3916.1. Расчётный модуль упругости фанеры  $E_f = 0,9 \times 10^4$  МПа;
- продольные и поперечные ребра по ГОСТ 8486. Модуль упругости древесины  $E_d = 1 \times 10^4$  МПа (сосна);
- клей, обеспечивающий высокую водостойкость соединений (карбамидный). Соотношение компонентов и условия отверждения клея определяют согласно техническим данным;

- утеплитель – минераловатные плиты по со значением теплопроводности 0,052 Вт/(м°С). Толщина плиты определена согласно теплотехнического расчёта см. таблицу 1);
- пароизоляция;
- кровля рулонная по СП 17.13330.

Каркас клефанерной панели покрытия состоит из 4-х продольных рёбер 194×46 мм и 5-ти поперечных рёбер 169×46 мм, обшивки из фанеры  $t=10,0$  мм(верхняя),  $t=6,0$  мм (нижняя).

Поперечное сечение панели покрытия представлено на рис. 1.

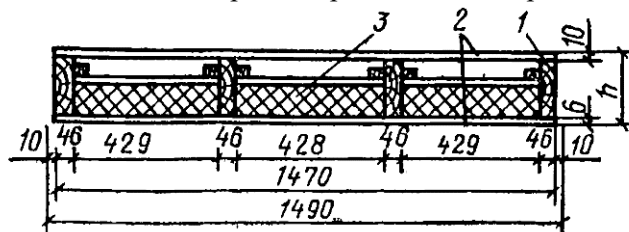


Рис. 1: Поперечное сечение клефанерной панели покрытия (типовая серия ПКД-01-04)

1—продольные ребра, 2— фанерные обшивки, 3— утеплитель.

Fig. 1: Cross-section of the glue-phenol coating panel. (standard series PKD-01-04)

1—longitudinal ribs, 2— plywood sheathing, 3— thermal insulation.

Тепловое старение наиболее напряженного материала панели (фанеры) производилось при температурах 40°С, 60°С, для оценки влияния старения на физико-механические свойства фанеры были проведены кратковременные и длительные испытания на поперечный изгиб. Образцы (200×50×3мм) подвергали тепловому старению, помещали на опоры с пролетом в 100мм и доводили до разрушения с фиксацией максимальной разрушающей нагрузки при кратковременных испытаниях, с подсчетом времени разрушения с заданным напряжением (0,7-0,9)  $\sigma_{раз}$  при длительном испытании на поперечный изгиб. Тепловое старение в лабораторной печи при температурах 40°С, 60°С, испытания на поперечный изгиб представлены на рис. 2.



Рис. 2: Тепловое старение в лабораторной печи при температурах 40°С, 60°С, испытания на поперечный изгиб (иллюстрация авторов)

Fig. 2: Thermal aging in laboratory oven at temperatures of 40°С, 60°С, transverse bending tests (illustration by the authors)

Исследование долговечности проводилось с позиции термофлуктуационной концепции прочности и деформирования твердых тел. Связь времени ( $t$ ) напряжения ( $\sigma$ ) и температуры ( $T$ ) описывается уравнением (1).

$$\lg(t) = \lg(t_m) + (U_0 - \gamma \cdot \sigma) / (2,3 \cdot R \cdot T) \cdot (1 - T/T_m) \quad (1)$$

где,  $t_m$ -период колебания кинетических единиц, с;

$U_0$ -эффективная энергия активации, кДж/моль;

$\gamma$ -структурно-механическая константа, кДж/(МПа·моль);

$\sigma$  -напряжение в материале, МПа;  
 $R$ -универсальная газовая постоянная, кДж/(моль·К);  
 $t$ -время до разрушения (долговечность), с.

Вычисление термофлуктуационных констант выполняли графоаналитическим методом путем построения зависимости  $(\lg(t)-\sigma)$  по данным длительных испытаний на поперечный изгиб, с последующим перестроением в  $(\lg(t)-10^3/T)$ . В точках пересечений прямых определяли константы  $t_m$  и  $T_m$ , по тангенсу угла наклона прямых по формуле  $U=4,2 \cdot 4,6 \cdot \Delta \lg(t)/(\Delta 10^3/T)$  рассчитали  $U$  при напряжениях  $\sigma$  с последующим построением зависимости  $(U-\sigma)$ .  $U_0$  определяли экстраполяцией на  $\sigma=0$ , значение  $\gamma$  определяли по тангенсу угла наклона прямой.

### 3. Результаты

Для разных климатических зон согласно СП 50.13330 и, исходя из экономических соображений, были выполнены теплотехнические расчеты в части определения оптимальных толщин утеплителя для клефанерных панелей покрытия. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Толщины слоя утеплителя для клефанерных панелей покрытия

Температурный район	I (г. Краснодар)	II (г. Астрахань)	III (г. Казань)	IV (г. Барнаул)	V (г. Владивосток)	VI (г. Благовещенск)	VII (г. Якутск)	VIII (г. Томпо)
$t_{от}$ – средняя температура наружного воздуха,	2.5	-0.8	-4.8	-7.5	-4.3	-10.7	-20.9	-23.3
$Z_{от}$ – продолжительность, сут, отопительного периода	145	164	208	213	198	210	252	269
ГСОП, °С·сут	2537.5	3411.2	5158.4	5857.5	4811.4	6447.0	10306.8	11647.7
Требуемое сопротивление теплопередаче $R_{отр}$	0,95	1,28	1,93	2,2	1,8	2,42	3,87	4,37
Условное сопротивление теплопередаче $R_0^{усл}$ С	1,15	1,53	2,11	2,5	2,11	3,08	4,23	5,0
Приведенное сопротивление теплопередаче $R_{0пр}$ , (м <sup>2</sup> °С/Вт)	1,06	1,41	1,95	2,3	1,95	2,83	3,89	4,6
Толщина утеплителя, мм	50	70	100	120	100	150	210	250

По теплотехническому расчету для типовой клефанерной панели серии ПКД-01-04 можно сделать вывод о невозможности применения на VII и VIII климатическом районе.

Типовую панель серии ПКД-01-04 возможно использовать в климатических районах: I-VI. Наиболее рациональным применение типовой панели ПКД-01-04 выявлено для IV и V климатических районов.

Данные таблицы 1 является рекомендательной частью по проектированию конструкций из клефанерных панелей.

Также были выполнены прочностные расчеты клефанерных панелей покрытия. За счет увеличения толщины утеплителя, снеговых, ветровых нагрузок целесообразно менять поперечные сечения. Расчеты в каждом случае индивидуальны, конструктивные

элементы отличны от типовой панели и не поддаются сравнению для разных температурных районов.

Для всех рассчитанных клефанерных панелей покрытия за счет различных значений модуля упругости конструктивных элементов, можно выделить наиболее напряженный материал изделия (верхней фанеры), которая располагается в зоне максимальных нормальных напряжений, возникающих при изгибе панели. В общем случае распределение нормальных напряжений при изгибе по поперечному сечению и по ширине клефанерной панели представлено на рисунке 3.

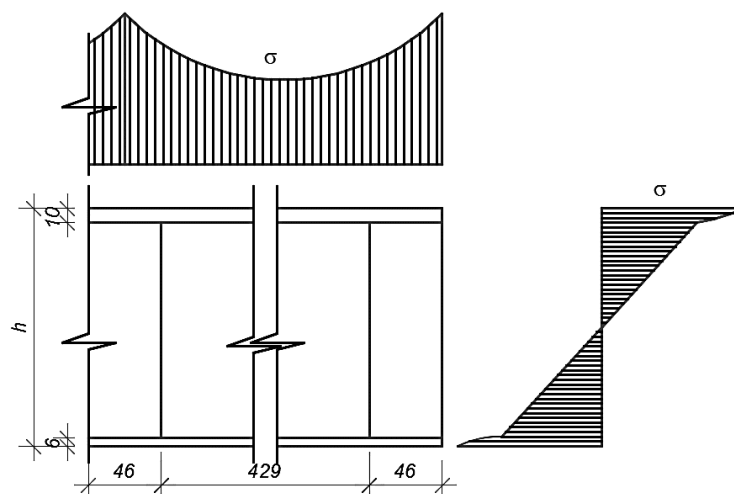


Рис. 3: Распределение нормальных напряжений при изгибе по поперечному сечению, по ширине панели (иллюстрация авторов)

Fig. 3: Distribution of normal stresses during bending along the cross section, along the width of the panel (illustration by the authors)

В качестве сравнительного расчета для климатических районов I-VI приведены результаты преимущественно прочностного расчета на устойчивость сжатой верхней обшивки с учетом коэффициента приведения ( $n = E_d/E_f = 1,11$ ) для панели с оптимальной высотой по экономическим соображениям ( $h = 210$  мм) приведен в таблице 2. Для климатического района VI условие прочности на устойчивость не выполняется ( $R_{ф.с} = 12$  МПа).

Таблица 2

Сравнительный прочностной расчет на устойчивость сжатой верхней обшивки

Температурный район	I (г. Краснояр)	II (г. Астрахань)	III (г. Казань)	IV (г. Барнаул)	V (г. Владивосток)
$M/(\varphi * W)$ , МПа	6,07	7,09	9,13	11,01	11,72

В процессе эксплуатации клефанерные панели покрытия находятся под действием кратковременных, длительных нагрузок, других внешних факторов (температур, УФ-облучений, агрессивных сред и т.д.).

В данной статье рассмотрены вопросы изменения долговечности клефанерных панелей покрытия. Выявлен наиболее напряженный материал (фанера), неблагоприятный фактор (длительное тепловое старение), который влияет на долговечность как отдельного элемента изделия, так и целого. С этой целью для испытаний использовалась трехслойная фанера (ФК IV/IV). Ранее изготовленные образцы (200x50x3 мм) подвергали искусственному старению при температуре 40°C (согласно СП 131.13330 абсолютная максимальная положительная температура воздуха для всех климатических районов

составляет 37-42 °С) и 60°С (более жесточенные условия эксплуатации с увеличением температуры на 20°С для сравнения) в течение заданного времени. Влияние искусственного изотермического термостарения определялась по изменению физико-механических свойств материала (рис. 4, 5).

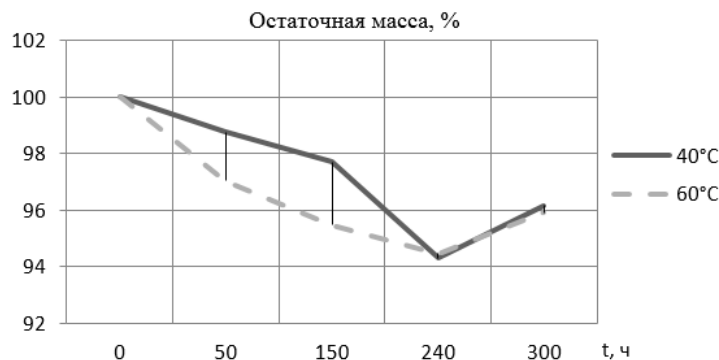


Рис. 4: Влияние теплового старения на физические свойства фанеры (иллюстрация авторов)  
Fig. 4: Effect of thermal aging on the physical properties of plywood (illustration by the authors)

Согласно результатам влияния теплового старения на физические свойства фанеры можно проследить потери массы образцов и для 50 часов искусственного изотермического термостарения при 40°С потери составили 1,24%, а при 60 °С – 2,96 %, что связано с испарением влаги из древесного шпона. Для 120 часов термостарения при 40°С потери составили 2,3%, а при 60 °С – 4,52 %.

Изменение механических свойств образцов в процессе искусственного изотермического термостарения представлено на рис. 4.

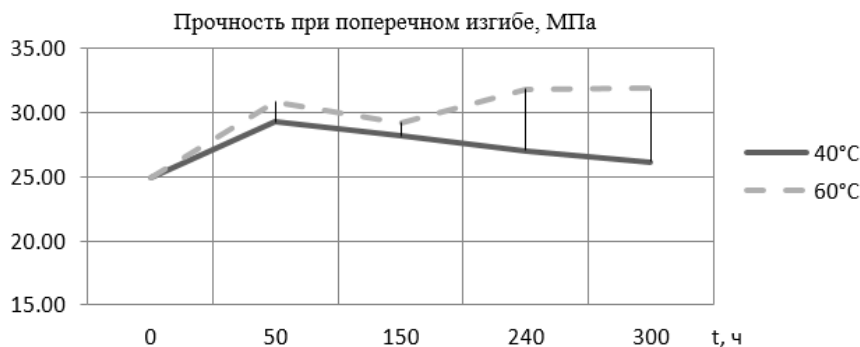


Рис. 5: Влияние термостарения на механические свойства фанеры (иллюстрация авторов)  
Fig. 5: Effect of thermal aging on mechanical properties of plywood (illustration by the authors)

Согласно результатам влияния теплового старения на механические свойства фанеры для 50 часов при 40°С наблюдается увеличение прочности фанеры на 14,8%, а при 60°С на 19,2%. Далее для температуры эксплуатации 40°С наблюдается уменьшение прочности, для температуры эксплуатации 60°С процессы термостарения неоднозначно сказываются на изменении прочности и требуют проведение дополнительных исследований.

Исследование долговечности фанеры в данной работе проводилось с позиции термофлуктуационной концепции прочности и деформирования твердых тел. Исходную фанеру и состаренную предварительно при 40°С, помещали на опоры испытательной машины, испытание проводилось при 20°С, задавалось напряжение  $(0,7-0,9)\sigma_{раз}$  по результатам кратковременных испытаний, с помощью секундомера высчитывалось время от нагружения до разрушения образца, в зависимости от времени теплового старения (0 ч. ; 150 ч.) получены по 5 точек, соответствующих 5 испытаниям. На рис.6 приведены результаты длительных испытаний на поперечный изгиб.

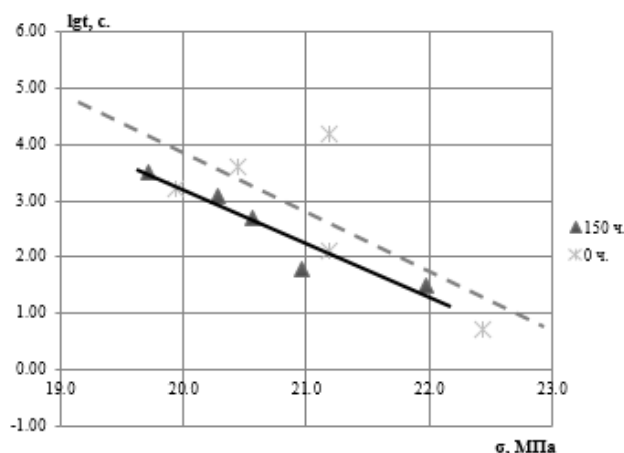


Рис. 6: Результаты длительных испытаний фанеры на поперечный изгиб (иллюстрация авторов)

Figure 6: Results of long-term transverse bending tests on plywood (illustration by the authors)

Графоаналитическим методом рассчитаны значения термофлуктуационных констант, результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3

Значения термофлуктуационных констант

Время, ч	$t_m$ , с.	$T_m$ , К	$U_0$ , кДж/моль	$\gamma$ , кДж/(моль*МПа)
0	$10^{5,1}$	207	-98	-1,2
150	$10^{1,9}$	360	618	5,2

По таблице 3 видно, что после 150 часов теплового старения при температуре 40°C снижается значение константы  $t_m$ , увеличивается значения константы  $T_m$ ,  $U_0$ ,  $\gamma$ .

По результатам подсчета долговечности ( $\lg(t)$ ) по значениям термофлуктуационных констант при заданном напряжении  $\sigma=21$  МПа исходной ( $\lg(t)=5,52$ ) и подверженной старению фанеры ( $\lg(t)=1,91$ ) можно проследить снижение долговечности.

Таким образом, проведенные нами испытания показали, что, используя результаты влияния термостарения на механические свойства, можно прогнозировать и привести данные по долговечности для различных температур и продолжительности с использованием графоаналитического метода.

#### 4. Обсуждения

Типовая клефанерная панель серии ПКД-01-04 не предусматривает возможность использования во всех климатических зонах. Перед применением необходим целостный расчет конструкции. Данные статьи являются рекомендательной частью по проектированию конструкций из клефанерных панелей.

Тепловое старение, вызывающее изменения физико-механических свойств фанеры, оказывает влияние на работоспособность панели при эксплуатации, что необходимо учитывать при проектировании конструкций из клефанерных панелей покрытия. Результаты исследований сопоставимы с результатами, приведенными в [1-3, 12, 15], так при тепловом старении при 60°C потери массы образцов из фанеры составили 3,5%, а при 80°C — 4,8%. Результаты влияния термостарения на механические свойства является исходными данными для прогнозирования долговечности для различных температур и продолжительности с использованием графоаналитического метода [4].

#### 5. Заключение

На основании результатов исследования можно сделать следующие выводы:

1. Типовую панель серии ПКД-01-04 возможно использовать только в климатических районах: I-VI. Наиболее рациональным применение типовой панели выявлено для IV и V климатических районов с учетом подобранной толщины утеплителя.

2. Прочностной расчет клефанерных панелей покрытия выявил наиболее напряженный, «слабый» материал изделия (фанера), которая располагается в зоне максимальных нормальных напряжений, возникающих при изгибе панели, влияет на долговечность как отдельного элемента изделия, так и целого. Представлены результаты влияния теплового старения на физико-механические свойства фанеры при кратковременных и длительных испытаниях на поперечный изгиб.

#### Список библиографических ссылок/ References

1. Ярцев, В.П., Киселева О.А. Физико-механические испытания строительных композитных материалов: Методические указания к лабораторным работам / В.П. Ярцев, О.А. Киселева. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2003. – 24 с. [Yartsev V.P., Kiseleva O.A. Physico-mechanical tests of building composite materials: Methodical instructions for laboratory works / V.P. Yartsev, O.A. Kiseleva. - Tambov: TSTU, 2003. - 24 p.]
2. Дружинина, В.Н. Термическое и световое старение древесноволокнистых плит / В.Н. Дружинина, С.А. Мамонтов, О.А. Киселева // Журнал Academia «Архитектура и строительство». - № 1, 2014. - С. 94-97. [Druzhinina V.N. Thermal and light aging of wood-fiber boards / V.N. Druzhinina, S.A. Mamontov, O.A. Kiseleva // Academia Journal "Architecture and Construction". - № 1, 2014. - P. 94-97.]
3. Мамонтов, С.А. Методика прогнозирования долговечности материалов, эксплуатируемых в условиях естественного климатического старения / С.А. Мамонтов, О.А. Киселева // Современные тенденции развития науки и технологий: Сб. материалов 4 – ой Международ. науч.-практ. конф. - Белгород, 2015. - Часть IV- С. 124-128. [Mamontov S.A. Method of prognostication of durability of materials operated in conditions of natural climatic aging / S.A. Mamontov, O.A. Kiseleva // Modern trends in science and technology: Proceedings of the 4th International Scientific-Practical Conference -Belgorod, 2015 - Part IV - P. 124-128.]
4. Мамонтов, С.А. Новый графоаналитический метод прогнозирования долговечности состаренных древесных композитов / С.А. Мамонтов, О.А. Киселева // Современные тенденции развития науки и технологий: Сб. материалов 4 – ой Международ. науч.-практ. конф.- Белгород, 2015.- Часть IV- С. 128-132. [Mamontov S.A. New graph-analytical method of forecasting the durability of aged wood composites / S.A. Mamontov, O.A. Kiseleva // Modern trends in science and technology: Proceedings of the 4th International Scientific-Practical Conference - Belgorod, 2015 - Part IV - P. 128-132.]
5. Сулейманов, А.М. Актуальные задачи в прогнозировании долговечности полимерных строительных материалов // А.М. Сулейманов /Строительные материалы, № 5. – 2015. – С.10-13. [Suleymanov A.M. Actual problems in predicting the durability of polymeric building materials // A.M. Suleymanov / Building Materials, № 5. - 2015. - P.10-13.]
6. Bulgakov A.G., Mamontov S., Mamontov A., Rapatsky Yu.L. Characteristics of aging of wood-fiberboard from the position of IR spectroscopy. Journal of Applied Engineering Science. - 2020. - Vol. 18. № 4. - P. 624-630
7. Chen, Wenbo & He, Hui & Zhu, Hongxiang & Cheng, Meixiao & Li, Yunhua & Wang, Shuangfei. (2018). Thermo-Responsive Cellulose-Based Material with Switchable Wettability for Controllable Oil/Water Separation. Polymers. DOI:10. 592. 10.3390/polym10060592.
8. Zhang, Hui & Xu, Yaoguang & Li, Yuqi & Lu, Zexiang & Cao, Shilin & Fan, Mizi & Huang, Liulian & Chen, Lihui. (2017). Facile Cellulose Dissolution and Characterization in the Newly Synthesized 1,3-Diallyl-2-ethylimidazolium Acetate Ionic Liquid. Polymers. 9. 526. 10.3390/polym9100526.
9. Voronych, Oleksandra & Kurta, Sergiy & Starchevskyy, Volodymyr & Fedorchenko, Sofiya. (2016). Technology of Recycling, Properties and Use of Polyvinylchloride-Coated Paper Waste. Chemistry and Chemical Technology. 10. 10.23939/chcht10.02.219.
10. Ghavidel, Amir & Scheglov, Anna & Karius, Volker & Mai, Carsten & Tarmian, Asghar & Viöl, Wolfgang & Vasilache, Viorica & Sandu, Ion. (2020). Indepth studies on the



- modifying effects of natural ageing on the chemical structure of European spruce (*Picea abies*) and silver fir (*Abies alba*) woods. *Journal of Wood Science*. 66.
11. Gu, Y.; Bian, H.; Wei, L.; Wang, R. Enhancement of Hydrotropic Fractionation of Poplar Wood Using Autohydrolysis and Disk Refining Pretreatment: Morphology and Overall Chemical Characterization. *Polymers* 2019, 11, 685.
  12. Мамонтов, С.А. Учёт факторов старения и длительного механического воздействия при прогнозировании долговечности древесных композитов / С.А. Мамонтов, А.А. Мамонтов, О.А. Киселева // БСТ: Бюллетень строительной техники,- 2021, - № 9 (1045) - С. 38-41. [Mamontov S.A., Mamontov A.A., Kiseleva O.A. Taking into account the factors of aging and long-term mechanical action when forecasting the durability of wood composites / S.A. Mamontov, A.A. Mamontov, O.A. Kiseleva // BST: Bulletin of Construction Engineering,- 2021, - № 9 (1045) - P. 38-41.]
  13. Абдрахманова, Л.А. Эффективность углеродных наноструктур в составе древесно-полимерных композитов на основе поливинилхлорида / Л.А. Абдрахманова, Р.Р. Галеев, А.Г. Хантимиров, В.Г. Хозин// Нанотехнологии в строительстве: научный интернет- журнал. - 2021. - Т. 13, № 3. - С. 150-157. [Abdrakhmanova L.A. Effectiveness of carbon nanostructures in the composition of wood-polymer composites based on polyvinyl chloride / L.A. Abdrakhmanova, R.R. Galeev, A.G. Khantimirov, V.G. Khozin // Nanotechnology in construction: scientific online journal. - Vol. 13, № 3. - P. 150-157.]
  14. Saldaev V.A., Storodubtseva T.N., Safin R.G. Wood-filled polyurethane foam and modeling properties of the heat-insulating material obtained from IT. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. electronic edition. Vladivostok, 2018.- С. 042044.
  15. Мамонтов С.А., Киселева О.А. Тепловое и световое старение фанеры строительного назначения // Вестник гражданских инженеров. - 2014. - № 5(46). - С. 85 - 89. [Mamontov S.A. Thermal and light aging of plywood for construction purposes // Bulletin of Civil Engineers. - 2014. - № 5(46). - P. 85 - 89.]

#### Информация об авторах

**Камалова Загиря Абдулловна**, кандидат технических наук, доцент, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г.Казань, Российская Федерация

E-mail: zagira\_kamalova@mail.ru

**Валиев Алмаз Илсурович**, аспирант, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г.Казань, Российская Федерация

E-mail: almazon050@mail.ru

#### Information about the authors

**Zagira A. Kamalova**, candidate of technical sciences, associate professor, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation

Email: zagira\_kamalova@mail.ru

**Almaz I. Valiev**, post-graduate student, Kazan State University of Architecture and Engineering, Kazan, Russian Federation

Email: almazon050@mail.ru