

УДК 674.8-036.61.8

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРЕССОВАНИЯ НА СВОЙСТВА ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФУРФУРОЛАЦЕТОНОВОГО МОНОМЕРА

С. А. Угрюмов, А. А. Федотов, С. А. Рыжов

Костромской государственный технологический университет,
Российская Федерация, 156005, Кострома, ул. Дзержинского, 17
E-mail: ugr-s@yandex.ru; aafedotoff@yandex.ru

Изучено влияние температуры прессования на основные физико-механические характеристики древесно-стружечных плит, изготовленных с применением олигомера фуранового ряда (фурфуролацетонного мономера ФА). Установлено, что с возрастанием температуры прессования до 200°C происходит повышение свойств плит за счёт более полного отверждения связующего. Плиты на основе мономера ФА, изготовленные при высоких температурах прессования, обладают высокой прочностью, повышенной водостойкостью, выдерживают длительное кипячение.

Ключевые слова: древесно-стружечная плита; фурановый олигомер; фурфуролацетонный мономер ФА; температура прессования; физико-механические свойства.

Введение. В настоящее время в плитном производстве широко используются карбамидоформальдегидные и фенолформальдегидные олигомеры. Физико-механические свойства получаемых на их основе плит не всегда удовлетворяют требованиям потребителей строительной сферы и мебельной промышленности в первую очередь по показателю водостойкости. Одним из возможных способов повышения эксплуатационных свойств плит является использование в качестве связующего альтернативных водостойких клеев, например, олигомеров фуранового ряда. Одним из распространённых представителей олигомеров фуранового ряда является мономер ФА, который в основном используется в строительной сфере в производстве стойких пластрасформов и полимербетонов [1,2]. Термодинамические и физико-химические свойства мономера ФА позволяют эффективно применять его в производстве древесных плит [3].

Предварительно проведённые опытные запрессовки показали, что для полного отверждения мономера ФА требуются сильные катализаторы отверждения и жёсткие режимы прессования [4–5].

Цель работы – оценка влияния температуры прессования на физико-механические характеристики древесно-стружечных плит, изготовленных с применением фурфуролацетонного мономера ФА.

Решаемые задачи: определение рациональной температуры горячего прессования древесно-стружечных плит на основе фурфуролацетонного мономера ФА.

Методика проведения экспериментальных исследований. В экспериментальных исследованиях были изготовлены и испытаны образцы древесно-стружечных плит, прессование которых велось при температурах от 160 до 220°C. Для изготовления образцов использовалась специальная резаная стружка лиственных и хвойных пород древесины с

© Угрюмов С. А., Федотов А. А., Рыжов С. А., 2015.

Для цитирования: Угрюмов С. А., Федотов А. А., Рыжов С. А. Исследование влияния температуры прессования на свойства древесно-стружечных плит, изготовленных с применением фурфуролацетонного мономера // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2015. – № 3 (27). – С. 65-73.

отбором фракции 10/2 и клеевые композиции на основе фурфуролацетонового мономера ФА в смеси с 5 % отвердителя – п-толуолсульфокислотой. Изготовление плит проводилось в лабораторном гидравлическом прессе П100-400 при следующих постоянных факторах:

- толщина плит 16 мм;
- расчётная плотность плит 800 кг/м^3 ;
- удельное давление прессования 2 МПа;
- продолжительность выдержки под давлением 8 мин (0,5 мин/1 мм толщины);
- расход связующего 12 % от массы абсолютно сухой стружки.

Физико-механические свойства плит определялись по ГОСТ 10634-78, ГОСТ

10635-78, ГОСТ 10636-78, огнезащищённость оценивалась по потере массы при горении методом «огневой трубы». Были также проведены испытания на прочность образцов при растяжении перпендикулярно к пласти плиты после вымачивания их в холодной воде в течение 24 часов, а также оценено разбухание по толщине и водопоглощение плит после кипячения.

Результаты экспериментальных исследований. Полученные сводные результаты оценки свойств древесно-стружечных плит представлены в табл. 1, 2.

На рис. 1, 2 представлены графические зависимости влияния температуры прессования на прочностные свойства плит.

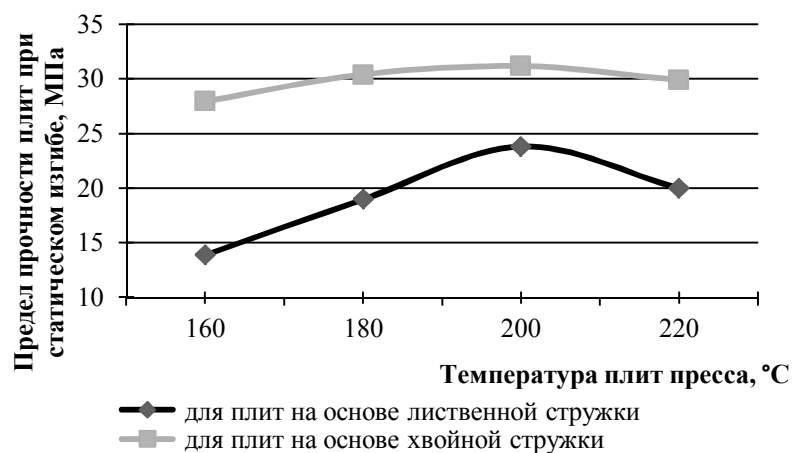


Рис. 1. Влияние температуры прессования на предел прочности плит при изгибе

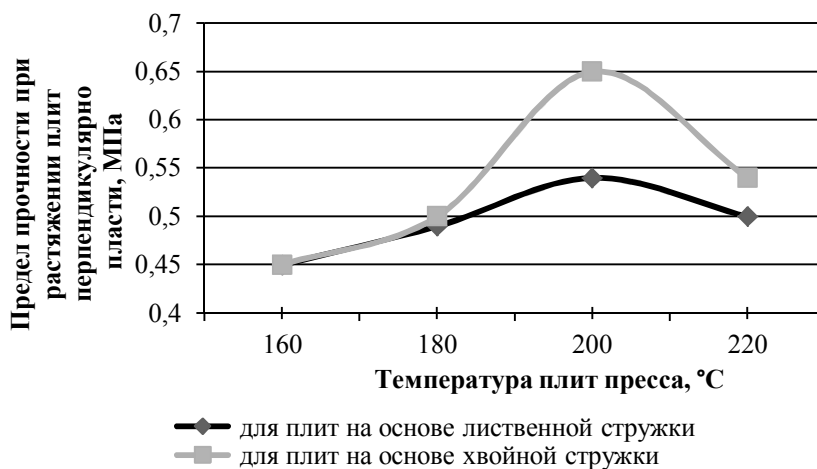


Рис. 2. Влияние температуры прессования на предел прочности плит при растяжении перпендикулярно пласти

Таблица 1

Физико-механические свойства древесно-стружечных плит

Порода используемой стружки	Температура прессования, °С	Фактическая плотность плит, кг/м ³	Предел прочности при статическом изгибе, МПа	Предел прочности при растяжении перпендикулярно к пласти, МПа	Предел прочности при растяжении перпендикулярно к пласти после вымачивания в течение суток, МПа	Разбухание по толщине, %	Объемное разбухание, %	Водопоглощение, %	Потеря массы при горении, %
Лиственная	160	807,6	13,9	0,45	0,21	21,2	23,7	46,5	16,9
	180	809,5	19,0	0,49	0,32	15,0	16,9	30,0	16,5
	200	800,2	23,9	0,54	0,41	8,5	9,5	15,1	16,7
	220	800,1	20,0	0,50	0,40	5,67	6,4	12,4	15,2
Хвойная	160	807,6	28,0	0,45	0,26	11,7	12,3	42,9	15,0
	180	806,0	30,4	0,50	0,40	10,8	11,3	32,9	14,3
	200	801,3	31,2	0,65	0,43	7,1	7,9	17,0	12,9
	220	808,3	29,9	0,54	0,38	5,45	6,1	14,5	12,6

Таблица 2

Показатели разбухания и водопоглощения плит после кипячения

Порода используемой стружки	Температура прессования, °С	Разбухание по толщине, %, после кипячения в течение, час				Объемное разбухание, %, после кипячения в течение, час				Водопоглощение, %, после кипячения в течение, час			
		0,5	1	2	5	0,5	1	2	5	0,5	1	2	5
Лиственная	160	35,09	38,43	39,61	58,29	38,54	41,82	43,28	62,09	43,38	46,01	51,47	63,61
	180	18,28	19,96	21,49	35,82	20,52	22,31	24,17	39,62	34,03	36,25	48,24	55,68
	200	12,29	12,51	13,38	21,11	12,90	13,10	14,12	22,01	26,17	28,5	43,75	51,42
	220	8,46	9,24	11,74	15,96	8,76	9,65	12,31	16,59	15,56	18,63	36,47	48,93
Хвойная	160	14,30	15,66	18,83	26,87	14,72	16,20	16,01	27,35	37,28	39,63	60,16	78,89
	180	11,02	12,08	13,29	15,82	11,22	12,50	13,63	16,32	34,54	39,02	54,97	81,26
	200	9,48	10,53	11,06	12,64	10,79	11,66	12,09	14,73	33,16	37,48	59,03	83,62
	220	7,25	7,43	7,49	8,58	7,81	8,03	8,06	9,24	32,45	35,44	61,35	85,59

Прочностные показатели плит (предел прочности при статическом изгибе и при растяжении перпендикулярно пласти) имеют максимальные значения при температуре прессования 200°C. При температурах выше 200°C наблюдается некоторое снижение прочности. Мономер ФА отверждается при этом более полно [6,7], но в процессе прессования в центральной зоне плиты возрастает давление парогазовой смеси, которая интенсивно выходит при размыкании плит пресса с образованием механических разрывов отдельных клеевых связей [8].

После вымачивания образцов плит в течение суток их прочность снижается, но остаётся на достаточном уровне (рис. 3).

На рис. 4 – 6 представлены графические зависимости влияния температуры прессования на физические характеристики плит.

Показатели разбухания и водопоглощения, а также потери массы при горении существенно снижаются при повышении температуры прессования плит за счёт более полного отверждения связующего. При повышенных температурах (более 200°C) разбухание не превышает 8,5 %, потеря массы – не более 17 %.

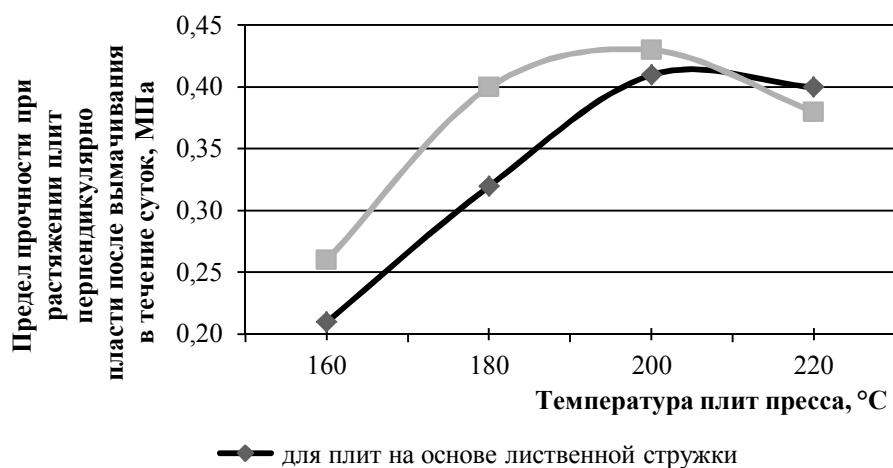


Рис. 3. Влияние температуры прессования на предел прочности плит при растяжении перпендикулярно к пласти после вымачивания в течение суток

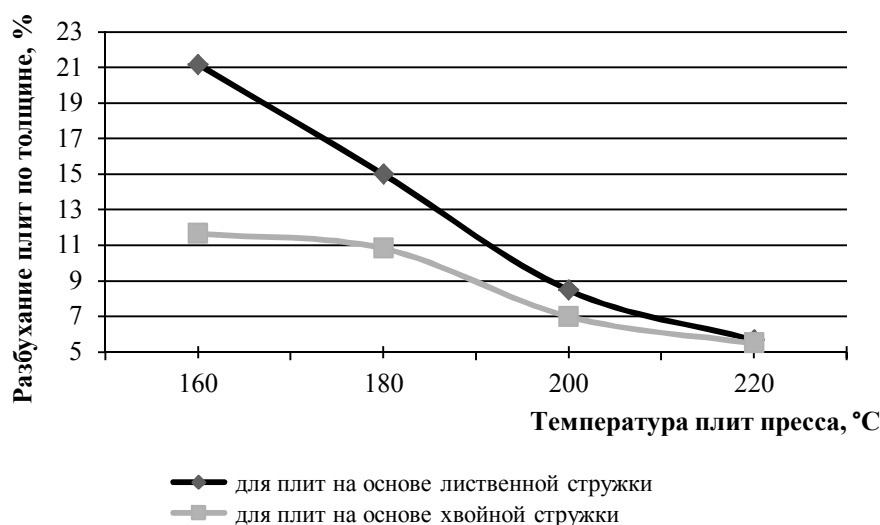


Рис. 4. Влияние температуры прессования на разбухание плит по толщине

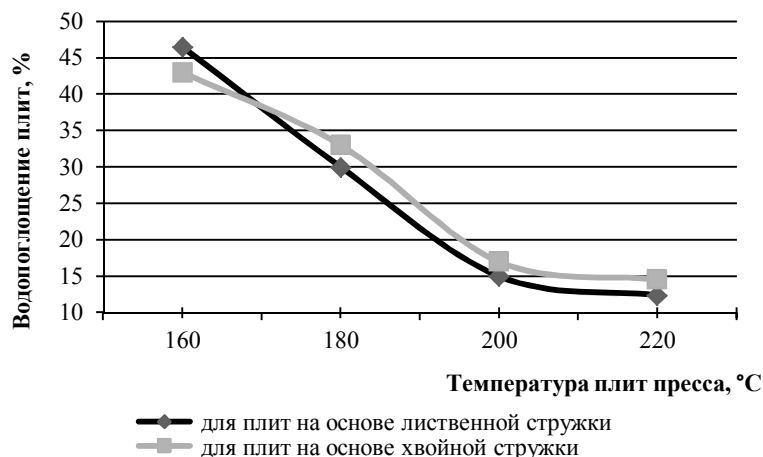


Рис. 5. Влияние температуры прессования на водопоглощение плит

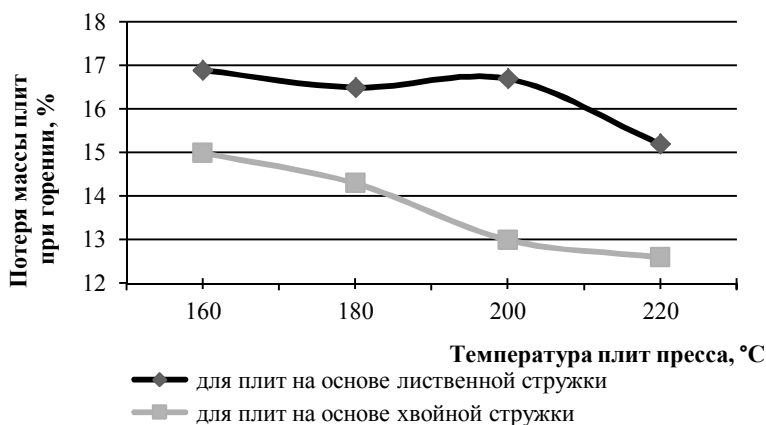


Рис. 6. Влияние температуры прессования на потерю массы плит при горении

Проведённые эксперименты показали, что данные плиты выдерживают длительное кипячение. На рис. 7 – 10 представлены графические зависимости

показателей разбухания и водопоглощения плит от температуры прессования после кипячения в течение от 0,5 до 5 час.

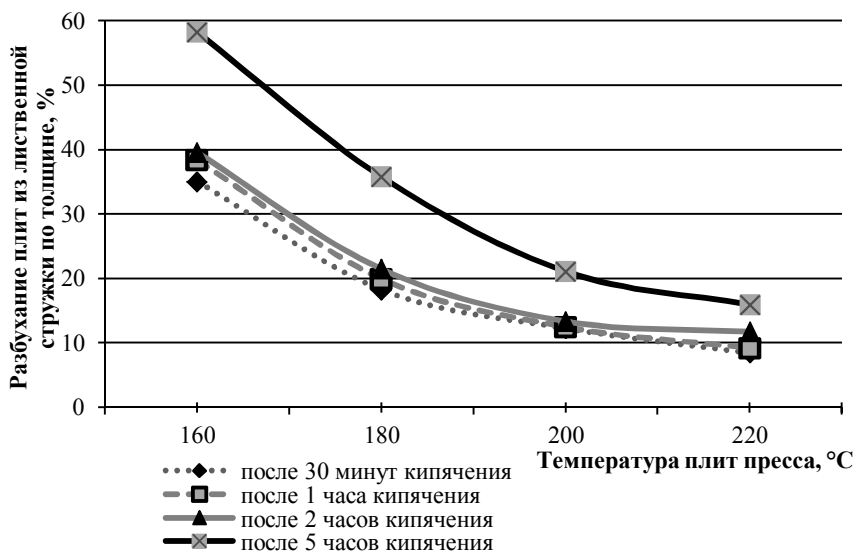


Рис. 7. Влияние температуры прессования на разбухание плит из лиственной стружки после кипячения

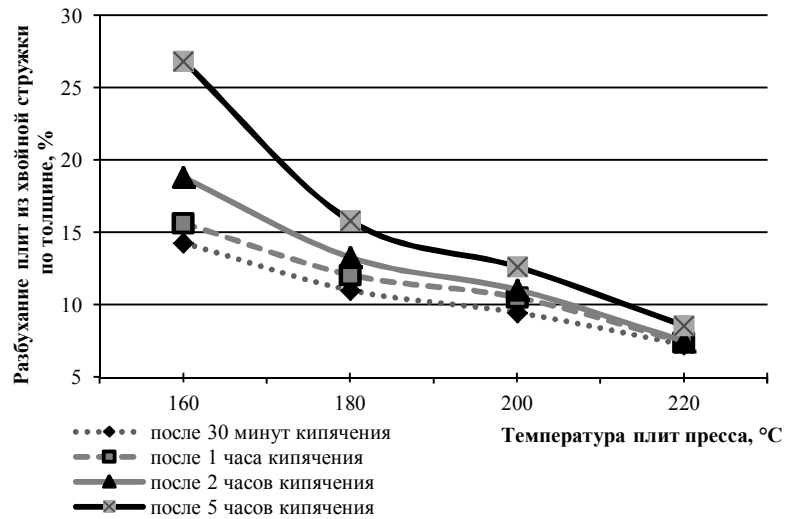


Рис. 8. Влияние температуры прессования на разбухание плит из хвойной стружки после кипячения

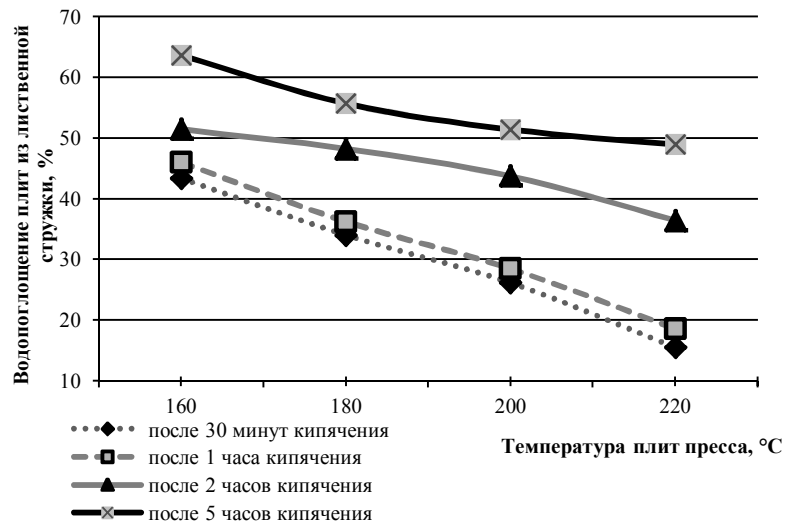


Рис. 9. Влияние температуры прессования на водопоглощение плит из лиственной стружки после кипячения

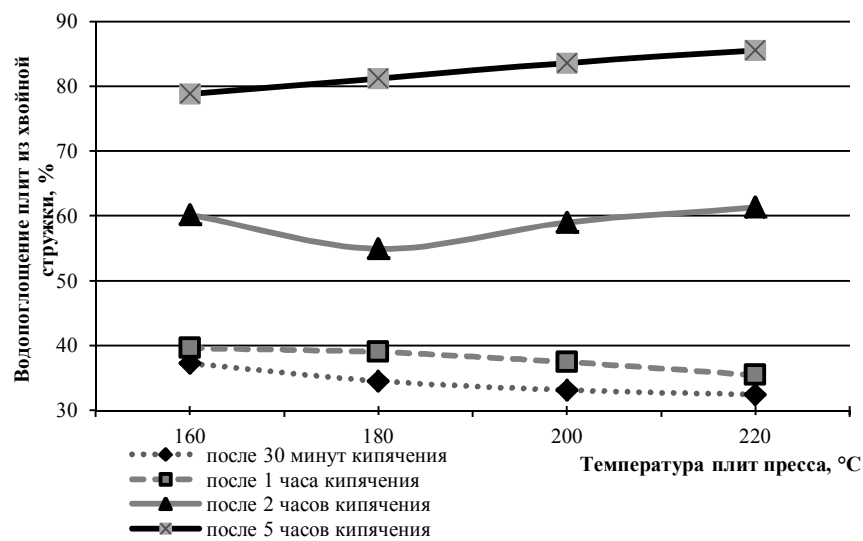


Рис. 10. Влияние температуры прессования на водопоглощение плит из хвойной стружки после кипячения

Анализ полученных данных показал, что плиты, изготовленные при температуре прессования 200°C и выше имеют высокие прочностные показатели, малые значения разбухания и водопоглощения, сохраняют водостойкость при длительном кипячении.

Вывод. Производство древесных плит на основе фурфуролацетонового мономе-

ра ФА при высоких температурах прессования позволяет получить конструкционный материал с повышенной прочностью и длительной водостойкостью, что позволит эффективно использовать его в строительных целях и иных сферах с переменными температурно-влажностными условиями.

Список литературы

1. *Оробченко, Е.В.* Фурановые смолы / Е.В. Оробченко, Н.Ю. Прянишникова. – Киев: Издательство технической литературы, 1963. – 166 с.
2. *Технология пластических масс* / Под ред. В.В. Коршака. Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Химия, 1985. – 560 с.
3. *Угрюмов, С.А.* Фурановые смолы в производстве клееных древесных материалов / С.А. Угрюмов. – Кострома: КГТУ, 2012. – 142 с.
4. *Угрюмов, С.А.* Оценка влияния технологических факторов на свойства древесно-стружечных плит на основе фурановой смолы / С.А. Угрюмов, А.А. Федотов // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2012. – № 2 (16). – С. 36-42.
5. *Федотов, А.А.* Технология производства древесно-стружечных плит с повышенными физико-механическими свойствами на основе фурфуролацетонового мономера ФА / А.А. Федотов, С.А. Угрюмов // Энциклопедия инженера-химика. – 2013. – № 11. – С. 16-19.
6. *Кононов, Г.Н.* Химические процессы, протекающие при горячем прессовании в структуре древесно-стружечных плит на основе фурфуролацетонового мономера ФА / Г.Н. Кононов, А.А. Федотов, С.А. Угрюмов // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2013. – № 3 (19). – С. 65-72.
7. *Кононов, Г.Н.* Химическое взаимодействие древесных частиц со связующим на основе фуранового олигомера в структуре древесно-стружечных плит / Г.Н. Кононов, С.А. Угрюмов, А.А. Федотов // Энциклопедия инженера-химика. – 2014. – № 1. – С. 24-27.
8. *Федотов, А.А.* Химические процессы структурирования фурфуролацетонового мономера ФА / А.А. Федотов, С.А. Угрюмов // Клеи. Герметики. Технологии. – 2013. – № 4. – С. 25-28.

Статья поступила в редакцию 20.08.15.

Информация об авторах

УГРЮМОВ Сергей Алексеевич – доктор технических наук, профессор кафедры лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств, Костромской государственной технологической университет. Область научных интересов – техника и технологии производства синтетических олигомеров, клееных древесных материалов. Автор 330 публикаций.

ФЕДОТОВ Александр Андреевич – кандидат технических наук, доцент кафедры лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств, Костромской государственной технологической университет. Область научных интересов – технологические процессы производства клееных древесных материалов. Автор 70 публикаций.

РЫЖОВ Сергей Алексеевич – аспирант кафедры лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств, Костромской государственной технологической университет. Область научных интересов – технология и оборудование производства клееных древесных материалов.

UDC 674.8-036.61.8

INFLUENCE OF THE TEMPERATURE OF PRESSING ON THE PROPERTIES OF PARTICLE BOARDS MADE WITH FURAN RESIN BINDERS**S. A. Ugryumov, A. A. Fedotov, S. A. Ryzhov**Kostroma State University of Technology,
17, Dzerzhinskogo St., Kostroma, 156005, Russian Federation
E-mail: ugr-s@yandex.ru; aafedotoff@yandex.ru**Key words:** particle board; furan resin; furfural acetone monomer FA; pressing temperature; physical and mechanical properties.**ABSTRACT**

Introduction. Physical and mechanical properties of carbamide-formaldehyde-based and phenolformaldehyde-based boards do not meet requirements of consumers of construction sector and furniture industry. Water resistance is the major problem of the boards. One possible way for improving the performance properties of the boards is to use alternative water-resistant adhesives (e.g. oligomers of furan series) as a binder. Thermodynamic and physical and chemical properties of monomer FA can implement it in production of wooden boards. **The purpose** of the research is to assess the influence of pressing temperature on physical and mechanical properties of particle boards made with the use of furfural-acetone monomer FA. **Objectives:** definition of the efficient temperature of hot pressing of wood particle boards on the base of furfural-acetone monomer FA. **The technique of experimental studies.** The samples of particle boards were manufactured and tested. Pressing of boards was carried out at the temperatures 160 – 220°C. Special cut chips of deciduous and coniferous wood with a selection of fraction 10/2 and the adhesive composition on the base of furfural-acetone monomer FA in the mixture with 5% hardener – n-toluensulfonate were used. Production of boards was carried out in a laboratory hydraulic press under the following constant factors: thickness of the boards – 16 mm; calculated density – 800 kg/m³; compression molding pressure – 2 MPa; duration of holding pressure – 8 min; binder consumption – 12 % of weight of absolutely dry chip. **Results.** Strength characteristics of boards have a maximum value at the temperature of pressing 200°C. At the temperature above 200°C, there is a decrease in strength. After soaking the samples of the boards, their strength is reduced. Indicators of swelling and water absorption and mass loss during combustion are significantly reduced when the temperature of pressing boards grows. This phenomenon is explained by more complete curing of the binder. At the temperature above 200°C, swelling does not exceed 8,5 %, loss of weight – not more than 17 %. **Conclusion.** Production of wood boards on the base of furfural-acetone monomer FA at high temperatures of pressing allows to obtain a structural material with high strength and good water resistance that can be effectively used in construction and other areas of production with variable temperature and humidity conditions.

REFERENCES

1. Orobchenko E.V., Pryanishnikova N.Yu. *Furanovye smoly* [Furan Resin]. Kyiv: Izdatelstvo tekhnicheskoy literatury, 1963. 166 p.
2. Tekhnologiya plasticheskikh mass: pod red. V.V.Korshaka. Izd.3-e, pererab. i dop. [Technology of Plastic Masses: under the editorship of V.V. Korshak. Ed. 3rd, rev. and extra]. Moscow: Khimiya, 1985. 560 p.
3. Ugryumov S.A. *Furanovye smoly v proizvodstve kleenykh drevesnykh materialov* [Furan Resins in Production of Glued Wood-Based Materials]. Kostroma: KSTU, 2012. 142 p.
4. Ugryumov S.A., Fedotov A.A. Otsenka vliyaniya tekhnologicheskikh faktorov na svoystva drevesno-struzhechnykh plit na osnove furanovoy smoly [Evaluation of the Influence of Technological Factors on the Properties of Particle Boards on the Base of Furan Resins]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser. Les. Ecologiya. Prirodopolzovanie* [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management]. Yoshkar-Ola: Volga Tech, 2012. No 2(16). Pp. 36 – 42.
5. Fedotov A.A., Ugryumov S.A. Tekhnologiya proizvodstva drevesno-struzhechnykh plit s povyshennymi fiziko-mekhanicheskimi svoystvami na osnove furfurolatsetonovogo monomera FA [Technology of Production of Particle Boards with Improved Physico-Mechanical Properties on the Base of Furfu-

ral-Acetone Monomer FA]. *Entsiklopediya inzhenera-khimika* [Encyclopedia of Chemical Engineer]. Moscow: Nauka i tekhnologiya, 2013. No. 11. Pp. 16-19.

6. Kononov G.N., Fedotov A.A., Ugryumov S.A. Khimicheskie protsessy, protekaushchie pri goryachem pressovanii v strukture drevesno-struzhechnykh plit na osnove furfurolatsetonovogo monomera FA [Chemical Processes Occurring during Hot Pressing in the Structure of Particle Boards on the Base of Furfural-Acetone Monomer FA]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser. Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie* [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management]. Yoshkar-Ola: Volga Tech, 2013. No 3(19). Pp. 65-72.

7. Kononov G.N., Ugryumov S.A., Fedotov A.A. Khimicheskoe vzaimodeystvie drevesnykh chastits so svyazuyushchim na osnove furanovogo oligomera v strukture drevesno-struzhechnykh plit [Chemical Reaction of Wood Particles with a Binder based on Furan Oligomer in Structure of Particle Boards]. *Entsiklopediya inzhenera-khimika* [Encyclopedia of Chemical Engineer]. Moscow: Nauka i tekhnologiya, 2014. No. 1. P. 24-27.

8. Fedotov A.A., Ugryumov S.A. Khimicheskie protsessy strukturirovaniya furfurolatsetonovogo monomera FA [Chemical Processes of Structuring Furfural-Acetone Monomer FA]. *Klei. Germetiki. Tekhnologii*. [Adhesives. Sealants. Technology]. Moscow: Nauka i tekhnologiya, 2013. No. 4. Pp. 25-28.

The article was received 20.08.15.

Citation for an article: Ugryumov S. A., Fedotov A. A., Ryzhov S. A. Influence of the temperature of pressing on the properties of particle boards made with furan resin binders. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management*. 2015. No 3 (27). Pp. 65-73.

Information about the authors

UGRYUMOV Sergey Alexeyevich – Doctor of Engineering Sciences, Professor at the Chair of Timber Cutting and Wood Processing Industries, Kostroma State University of Technology. Research interests – techniques and technologies of production of synthetic oligomers, bounded wood products. The author of 330 publications.

FEDOTOV Alexander Andreyevich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor at the Chair of Timber Cutting and Wood Processing Industries, Kostroma State University of Technology. Research interests – production process for bounded wood products. The author of 70 publications.

RYZHOV Sergey Alexeyevich – Postgraduate student at the Chair of Timber Cutting and Wood Processing Industries, Kostroma State University of Technology. Research interests – techniques and technologies of production of synthetic oligomers, bounded wood products.