

Влияние СВЧ-излучения на технологические свойства карбамидоформальдегидного клея Dorus FU 406

К.А. Шевчук^а, Н.О. Бегункова^б

Тихоокеанский государственный университет, ул. Тихоокеанская 136, Хабаровск, Россия

^аk.shevchuk@inbox.ru, ^бnatali-beg@mail.ru

Статья поступила 8.10.2016, принята 17.11.2016

Качество склеивания шпона как при производстве фанеры, так и при облицовывании древесных материалов зависит от комплекса факторов, среди которых следует выделить группу технологических, влияющих на расход клея и продолжительность склеивания. В статье рассматривается основанный на применении СВЧ-излучения технологический прием — модифицирующая обработка карбамидоформальдегидного клея с целью повышения эффективности и производительности клеено-носителя и клеильного оборудования за счет управления технологическими свойствами клеевого раствора. Экспериментально установлено, что воздействие СВЧ-излучения на карбамидоформальдегидный клей марки Dorus FU 406 позволяет снизить вязкость клеевого раствора и сократить продолжительность его желатинизации при 100 °С. При этом жизнеспособность СВЧ-обработанного клеевого раствора, которая характеризуется изменением вязкости во времени, удовлетворяет требованиям технологии и составляет 4 часа. Исследованиями также установлено, что воздействие СВЧ-излучения на клеевой раствор клея марки Dorus FU 406, содержащего в своем составе латентный отвердитель, способствует снижению pH-среды, чем и объясняется сокращение продолжительности его желатинизации при 100 °С. Опытами установлено, что, начиная с полутора часов выдержки клея после его обработки СВЧ-излучением, условная вязкость клеевого раствора стабилизируется и в течение последующих полутора часов становится практически стабильной и равной значениям необработанного клеевого раствора. Полученные результаты подтверждают возможность модификации клеевых растворов на водной основе посредством их обработки электромагнитным полем СВЧ диапазона и позволяют определить вектор дальнейших исследований, направленных на повышение эффективности технологий склеивания древесины.

Ключевые слова: клееная древесина; карбамидоформальдегидный клей; модификация; вязкость; отверждение.

Influence of microwave radiation on technological properties of urea-formaldehyde glue Dorus FU-406

К.А. Shevchuk^а, N.O. Begunkova^б

Pacific National University; 136 Tikhookeanskaya St., Khabarovsk, Russia

^аk.shevchuk@inbox.ru, ^бnatali-beg@mail.ru

Received 8.10.2016, accepted 17.11.2016

The quality of veneer, gluing both in plywood production and facing wood-base materials, depends on a complex of factors, among which it is necessary to allocate a group of technological ones that influence the expense of glue and duration of gluing. The article deals with the technological method of modifying processing of urea-formaldehyde glue. It is based on the using of microwave radiation for the purpose of increasing the efficiency of gluing equipment productivity. It is done by a proper management of technological properties of a gluing solution. It is experimentally proved that influence of microwave radiation on the urea-formaldehyde glue DORUS FU-406 allows to lower its viscosity and reduce the duration of its gelatination at 100 °C. In this case sustainability of the gluing solution meets the requirements of technology and lasts four hours. In the process of research it was also found out that microwave radiation influence provides reduction of pH mediums in DORUS FU-406 glue. This explains the reducing of the duration of its gelatination at 100 °C. It was established by the experiments that after 1.5 hours of glue exposure after its processing with microwave radiation viscosity of gluing solution becomes stable, and after another 1.5 hours it becomes equal to the meaning of non-processed gluing solution. The results obtained prove the possibility of modification water-based gluing solutions by processing them with microwave radiation and allow to define the vector of further researches, aimed at raising the efficiency of wood-gluing technologies.

Key words: glued wood; urea-formaldehyde glue; modification; viscosity; solidification.

Введение

В настоящее время для склеивания древесины получили широкое распространение две группы полимерных клеев: поливинилацетатные и карбамидоформальдегидные. Качество клеевого соединения во многом определяется режимными параметрами процесса

склеивания, которые устанавливаются исходя из свойств склеиваемого материала и свойств применяемого клея. Последними можно управлять за счет применения различных способов модификации полимерной основы клеев, придавая им ряд положительных технологических свойств [1–5].

Таблица 1

Переменные факторы и уровни их варьирования

Наименование фактора	Обозначение	Уровень варьирования фактора		
		нижний (-)	основной (0)	верхний (+)
Продолжительность обработки, с	τ	4	12	20
Удельная мощность обработки, Вт/см ²	$P_{уд}$	0,54	1,86	3,18

Целью модификации клеев, применяемых в технологических процессах получения клееных древесных материалов, является изменение и качественное улучшение технологических свойств клеевых растворов, а также обеспечение заданных значений прочности, долговечности, экологичности и других параметров готовой продукции [6–13].

Среди разнообразных способов модификации клеев, применяемых для склеивания древесины, перспективной в практическом аспекте и интересной с научной точки зрения является обработка клеевых растворов электромагнитными полями [14–17].

Электрофизическое воздействие на полимерную основу клеевых растворов вызывает ускорение перемещений макромолекул друг относительно друга, в результате чего происходит разрыв химических связей, выравнивание размеров молекул и, как результат, изменение технологических свойств клея. Электромагнитные поля классифицируют по частотным диапазонам и длине волны. Физическую основу ионизирующего излучения составляют электромагнитные волны очень высоких частот, обладающие высокой энергией, достаточной для того, чтобы ионизировать молекулы вещества, в котором распространяется волна [18].

Анализ априорной информации и результаты предварительных экспериментов предопределили необходимость исследования влияния сверхвысокочастотной (СВЧ) обработки на вязкость, продолжительность желатинизации при 100 °С, рН-среду и жизнеспособность карбамидоформальдегидного клея, применяемого при склеивании древесных материалов.

Методика исследования. Реологический характер процесса образования адгезионных соединений определяется влиянием вязкости адгезива [19]. Реализацией серии предварительных экспериментов установлено, что вязкость клея Dogus MD 072 (поливинилацетатная дисперсия), обработанного СВЧ-излучением, незначительно изменяется в пределах $11,5 \pm 3,5$ МПа·с, определяемых «Техническими условиями применения». В связи с этим для исследования изменения технологических свойств клея (вязкость, продолжительность желатинизации при 100 °С, рН-среда и жизнеспособность) выбран карбамидоформальдегидный клей Dogus FU 406, клеевой раствор которого готовится с применением порошкообразной основы.

Клеевой раствор готовился согласно технологической инструкции по применению данного клея. Полученный раствор готовили до рабочей вязкости 120 ± 5 с по ВЗ-246.

При выполнении эксперимента клеевой раствор подвергали СВЧ-обработке в соответствии с разработанной методикой. Приготовленный клеевой раствор в объеме 110 см³ заливали в чашку Петри диаметром 155 мм, что обеспечивало высоту раствора в чашке, равную 5 мм. Затем чашку с клеевым раствором помещали в микроволновую печь и обрабатывали СВЧ-излучением по режимам в соответствии с уровнями варьирования переменных факторов эксперимента, значения которых приведены в табл. 1

В качестве выходных величин при проведении эксперимента приняты показатели, характеризующие основные технологические свойства клеевых растворов, учитываемые при горячем склеивании: η — условная вязкость клеевого раствора по ВЗ-246, с; $\tau_{100}^{ж}$ — продолжительность желатинизации клеевого раствора при 100 °С, с.

Результаты предварительных экспериментов позволяют сделать вывод о нелинейности зависимостей исследуемых параметров клея от режимных значений СВЧ-обработки. Исходя из данного условия, для получения регрессионных моделей, описывающих зависимости изменения показателей, характеризующих условную вязкость клеевого раствора по ВЗ-246 и продолжительность его желатинизации при 100 °С, от условий СВЧ-обработки, целесообразно применить композиционный В-план эксперимента. Определение значений выходных величин осуществляли по известным методикам. Матрица планирования и результаты эксперимента приведены в табл. 2.

Таблица 2

Матрица плана и результаты проведенного эксперимента

№ опыта	Факторы		Результаты эксперимента	
	X_1	X_2	η , с, по ВЗ-246	$\tau_{100}^{ж}$ при 100 °С, с
1	-1	-1	108	95
2	+1	-1	95	73
3	-1	+1	91	80
4	+1	+1	81	75
5	-1	0	99	81
6	+1	0	78	63
7	0	-1	112	83
8	0	+1	90	80

Для определения рН клеевого раствора использован современный рН-метр HI 98103 Checker фирмы Hanna Instruments Deutschland GmbH (Германия), имеющий быструю, простую калибровку по трем точкам и высокую точность измерений с разрешением 0,01 рН. Калибровка рН-метра по трем буферным растворам с рН-среды 4,00; 6,86 и 7,00. После процедуры калибровки рН-метр применим в эксперименте.

Результаты исследований. По результатам эксперимента согласно методике [20] были построены регрессионные модели, адекватно описывающие зависимости исследуемых технологических параметров клея Dorus FU 406 от продолжительности и удельной мощности СВЧ-обработки:

– условная вязкость клеевого раствора по ВЗ-246, с:

$$\eta = 114,67 + 1,67 \cdot \tau - 4,93 \cdot P_{уд} - 0,11 \cdot \tau^2 + 0,21 \cdot P_{уд}^2 + 0,02 \cdot \tau \cdot P_{уд} \quad (1)$$

– продолжительность желатинизации при 100 °С, с:

$$\tau_{100}^ж = 112,12 - 1,40 \cdot \tau - 6,70 \cdot P_{уд} - 0,01 \cdot \tau^2 + 0,35 \cdot P_{уд}^2 + 0,11 \cdot \tau \cdot P_{уд} \quad (2)$$

Графическая интерпретация зависимостей условной вязкости клеевого раствора и продолжительности его желатинизации при 100 °С от режимных факторов СВЧ-обработки представлена на рис. 1 и 2.

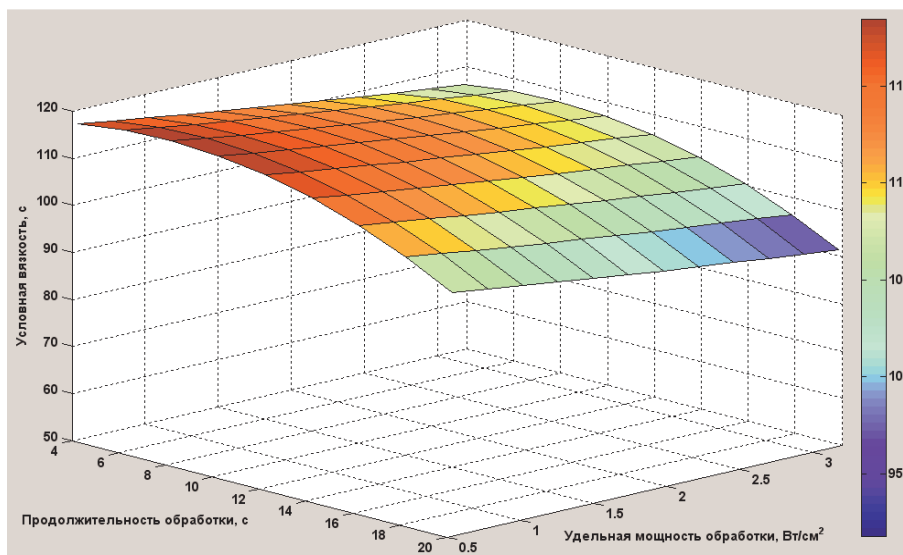


Рис. 1. Зависимость условной вязкости клеевого раствора Dorus FU 406 от продолжительности и удельной мощности обработки СВЧ-излучением

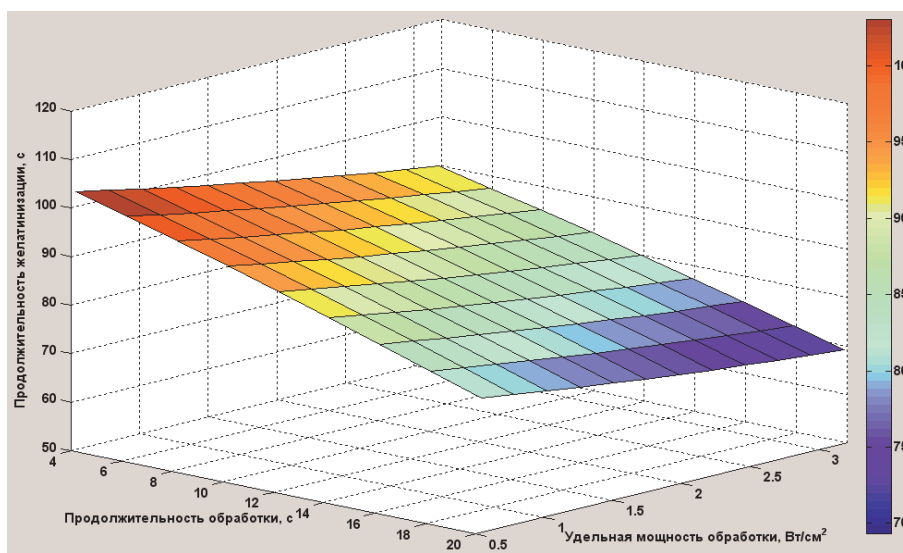


Рис. 2. Зависимость продолжительности желатинизации при 100 °С клеевого раствора Dorus FU 406 от продолжительности и удельной мощности обработки СВЧ-излучением

Анализ полученных графических зависимостей позволяет констатировать, что обработка клеевого водного раствора карбамидоформальдегидного клея Dorus FU 406 СВЧ-излучением оказывает модифицирующее действие, которое выражается в изменении вязкости и продолжительности желатинизации при 100 °С клеевого раствора.

Как продолжительность, так и удельная мощность обработки СВЧ-излучением вызывают снижение вязкости клеевого раствора. Можно предположить, что при воздействии СВЧ-излучения на клеевой раствор возрастает подвижность макромолекул в нем, а увеличение продолжительности обработки не дает возмож-

ности осуществления релаксационных процессов в объеме клеевого раствора.

Подтверждением данного вывода может служить то, что при рассмотрении графика зависимости условной вязкости от продолжительности и удельной мощности обработки СВЧ-излучением (рис. 1) однозначно видно незначительное изменение условной вязкости при постоянной продолжительности обработки и увеличении удельной мощности СВЧ-излучения. Тогда как увеличение продолжительности обработки при постоянной удельной мощности СВЧ-излучения способствует уменьшению условной вязкости клеевого раствора.

Аналогичная зависимость наблюдается в изменении продолжительности желатинизации при 100 °С клеевого раствора Dorus FU 406 после его обработки СВЧ-излучением. Принимая во внимание, что клеевой раствор Dorus FU 406 содержит отвердитель и в исходном состоянии имеет рН в пределах 5,8...6,0, воздействие СВЧ-излучения в процессе обработки водного клеевого раствора способствует диссоциации растворителя (воды) и активации латентного отвердителя, что сопровождается уменьшением рН-среды клеевого раствора, и тем самым сокращает продолжительность его желатинизации при температуре 100 °С.

С целью подтверждения влияния СВЧ-излучения на щелочно-кислотное равновесие среды клеевого раствора выполнен эксперимент по определению его рН и жизнеспособности.

В эксперименте по определению влияния СВЧ-обработки на характер изменения рН-среды клеевого раствора удельная мощность СВЧ-излучения была принята равной 1,86 Вт/м².

После проведения эксперимента и обработки результатов опытов получены графики зависимости рН клеевого раствора Dorus FU 406 от продолжительности СВЧ-обработки и выдержки во времени (рис. 3).

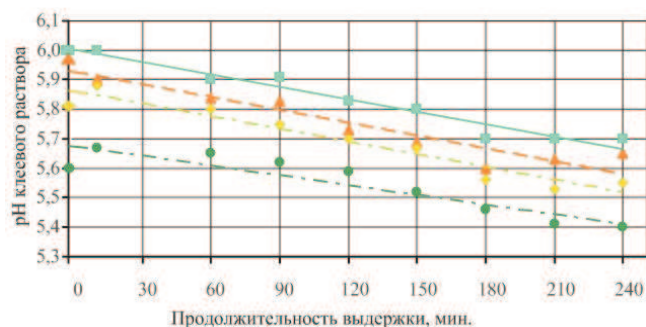


Рис. 3. Зависимость рН клеевого раствора Dorus FU 406 от продолжительности обработки СВЧ-излучением и выдержки во времени: —■— необработанный клеевой раствор; обработанные клеевые растворы: —▲— 4 с; —◆— 12 с; —●— 20 с

Экспериментальные данные свидетельствуют об изменении рН-среды клеевого раствора при воздействии на него СВЧ-излучением. Увеличение продолжительности СВЧ-обработки способствует снижению рН сразу после обработки, но при этом следует отметить, что дальнейшая выдержка как необработанного, так и обработанных клеевых растворов сопровождается снижением рН. Причем снижение рН клеевых раство-

ров имеет равновеличинный характер.

Для выявления наличия статистической взаимосвязи между изменением рН и продолжительностью желатинизации при 100 °С клеевого раствора, обработанного СВЧ-излучением, оценивался коэффициент корреляции между этими показателями.

Выполнение оценки наличия статистической взаимосвязи осуществлялось по известной методике [20], согласно которой коэффициент корреляции рассчитывается по формуле следующего вида:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)}{\sqrt{\left[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}}$$

С целью упрощения расчета сформирована матрица сравниваемых данных (табл. 3), в которой рН клеевого раствора обозначена через x , а продолжительность желатинизации при температуре 100 °С, рассчитанная по уравнению (2), — через y .

Результат вычислений свидетельствует о существенной корреляционной связи между изменением рН и продолжительностью желатинизации при температуре 100 °С клеевого раствора, обработанного СВЧ-излучением, поскольку значение коэффициента корреляции составило 0,93.

Таблица 3

Матрица данных для расчета коэффициента корреляции

Продолжительность СВЧ-обработки, с	x	y	$x \cdot y$	x^2	y^2
4	5,97	95,928	572,686	35,641	9202,047
8	5,95	90,666	539,461	35,403	8220,269
12	5,81	85,084	494,339	33,756	7239,304
16	5,83	79,183	461,634	33,989	6269,868
20	5,6	72,961	408,581	31,36	5323,293
Сумма	29,16	423,821	2476,7	170,148	36254,78

Значимость коэффициента корреляции оценивалась по критерию Стьюдента. Сравнение $t_{\text{расч}}$ с $t_{\text{табл}}$ позволило сделать вывод о наличии корреляционной связи между исследуемыми показателями, т. к. $t_{\text{расч}} = 4,38$ превышает $t_{\text{табл}} = 3,18$.

Поскольку обработка клея Dorus FU 406 СВЧ-излучением способствует снижению рН клеевого раствора, важным условием технологичности его применения является обеспечение требуемой жизнеспособности, которая определяется показателем вязкости и периодом времени от момента СВЧ-обработки клеевого раствора до момента, когда его уже нельзя применять вследствие недопустимого повышения вязкости.

Графики зависимостей (рис. 4) показывают, что вязкость клея Dorus FU 406, обработанного СВЧ-излучением, находится в интервале допустимых значений показателя в течение 240 мин. Данная продолжительность выдержки во времени клея, обработанного СВЧ-излучением, является технологически приемлемой.

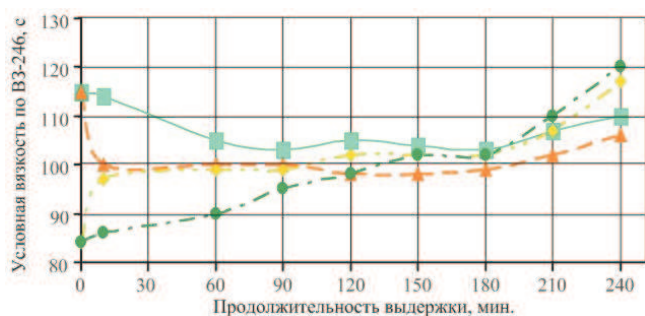


Рис. 4. Зависимость условной вязкости клеящего раствора Dogus FU 406 от продолжительности обработки СВЧ-излучением и выдержки во времени: —■— необработанный клеящий раствор; обработанные клеящие растворы: —▲— 4 с; —◆— 12 с; —●— 20 с

При этом необходимо отметить, что в интервале продолжительности выдержки клея после обработки СВЧ-излучением в течение от 1,5 до 3,0 час условная вязкость клеящего раствора стабилизирована и соответствует значению 100 ± 5 с по ВЗ-246. Причем данное значение вязкости соответствует как обработанным клеящим растворам, так и раствору, не подвергнутому обработке СВЧ-излучением.

Заключение

В результате проведенных экспериментов установлено, что обработка СВЧ-излучением клея Dogus FU 406 способствует изменению щелочно-кислотного равновесия среды клеящего раствора в сторону снижения pH и сокращению продолжительности его желатинизации при 100°C , при этом не оказывая существенного влияния на жизнеспособность клея.

Литература

1. Варанкина Г.С., Русаков Д.С. Модификация фенолформальдегидной смолы побочными продуктами сульфатно-целлюлозного производства // Изв. С.-Петерб. лесотехн. акад. 2012. Вып. 204. С. 112–118.
2. Варанкина Г.С., Чубинский А.Н. Обоснование механизма модификации феноло- и карбамидоформальдегидных клеев шунгитовыми сорбентами // Вестн. Моск. гос. ун-та леса – Лесной вестник. 2014. № 2. С. 108–112.
3. Preechatiwong W., Yingprasert W., Kyokong B. Effects of phenol-formaldehyde/isocyanate hybrid adhesives on properties of oriented strand lumber (OSL) from rubberwood waste // Songklanakarin Journal of Science and Technology. 2007. Vol. 29, № 5. P. 1367–1375.
4. Vick C.B. Phenolic adhesive bonds to aspen veneers treated with amino-resin fire retardants // Forest Products Journal. 1994. Vol. 44, № 1. P. 33–40.
5. Vick C.B. Coupling agent improves durability of PRF bonds to CCA-treated Southern Pine // Forest Products Journal. 1995. Vol. 45, № 3. P. 78–84.
6. Чубинский А.Н., Варанкина Г.С. Обоснование технологии склеивания модифицированным клеем // Изв. С.-Петерб. лесотехн. акад. 2012. Вып. 201. С. 185–193.
7. Чубинский А.Н., Варанкина Г.С. Формирование низко-токсичных древесностружечных плит с использованием модифицированных клеев // Изв. выс. учеб. заведений – Лесной журнал. 2013. № 6. С. 67–73.
8. Ugryumov S.A., Tsvetkov V.E. Enhancement of service characteristics of boon boards by modifying carbamide-formaldehyde binder with polyvinyl acetate dispersion // Polymer

Science Series D. N.-Y.: MAIK Nauka // Interperiodica distributed exclusively by Springer Science+Business Media LLC, 2008. № 4. P. 241–243.

9. Угрюмов С.А., Цветков В.Е. Повышение эксплуатационных характеристик костроплит путем модификации карбамидоформальдегидного связующего поливинилацетатной дисперсией // Клеи. Герметики. Технологии: сб. науч. ст. М., 2008. № 5. С. 20–23.

10. Aibudefe Pius. Modification of Adhesive Using Cellulose Micro-fiber (CMF) from Melon Seed Shell // Aibudefe Pius, Lawrence Ekebafé, Stella Ugbesia, Rosabel Pius // American Journal of Polymer Science. 2014. Vol. 4, № 4. P. 101–106.

11. Altinok M., Kilic A. Determination of bonding performances of modified polivinilacetat (PVAc) and KLEBIT 303 (K.303) adhesives in different hot-surroundings // Journal of Engineering Sciences. 2004. № 10 (1). P. 73–80.

12. Selbo M. L. Adhesive bonding of wood. U.S. Dep. Agr., Tech. Bull. 1975. № 1512. 124 p.

13. Goetze H., Schultz-Dewitz G. The Influence of Fillers and other Additional Substances on the Bonding Strength of Adhesives with Solid Wood // Particleboard Joint, Drevivsky-Vyskum. 1987. № 114. P. 41–46.

14. Попов В.М. Влияние технологических факторов на прочность клеевых соединений древесины, сформированных на основе магнитообработанных клеев // Лесотехнический журнал. 2015. № 3 (19). С. 175–182.

15. Попов В.М., Иванов А.В. Интенсивная технология получения клееной древесины повышенной прочности // Вестн. Моск. гос. ун-та леса – Лесной вестник. 2007. № 4. С. 89–91.

16. Калганова С.Г. Влияние СВЧ воздействия электромагнитного поля на кинетику отверждения эпоксидной смолы // Вестн. СГТУ. 2006. № 1 (10), Вып. 1. С. 90–96.

17. Калганова С.Г., Ковалева Н.Е., Бешапошникова В.И., Полушенко И.Г. Исследование влияния СВЧ электромагнитного поля на прочность клеевого соединения полимерных волокнистых материалов // Вестн. СГТУ. 2006. № 1 (11), Вып. 2. С. 85–89.

18. Кудряшов Ю.Б., Перов Ю.Ф., Рубин А.Б. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. 184 с.

19. Москвитин Н.И. Склеивание полимеров. М.: Лесная промышленность, 1968. 304 с.

20. Пижурун А.А., Розенблит М.С. Исследования процессов деревообработки. М.: Лесная промышленность, 1984. 232 с.

References

1. Varankina G.S., Rusakov D.S. Modification phenolformaldehyde resin byproducts kraft pulp production // Izvestia SPbLTA. 2012. Vyp. 204. P. 112–118.
2. Varankina G.S., Chubinskii A.N. Justification mechanism modification phenol and urea-formaldehyde adhesives shungite sorbents // Moscow state forest university bulletin - Lesnoy vestnik. 2014. № 2. P. 108–112.
3. Preechatiwong W., Yingprasert W., Kyokong B. Effects of phenol-formaldehyde/isocyanate hybrid adhesives on properties of oriented strand lumber (OSL) from rubberwood waste // Songklanakarin Journal of Science and Technology. 2007. Vol. 29, № 5. P. 1367–1375.
4. Vick C.B. Phenolic adhesive bonds to aspen veneers treated with amino-resin fire retardants // Forest Products Journal. 1994. Vol. 44, № 1. P. 33–40.
5. Vick C.B. Coupling agent improves durability of PRF bonds to CCA-treated Southern Pine // Forest Products Journal. 1995. Vol. 45, № 3. P. 78–84.
6. Chubinskii A.N., Varankina G.S. Substantiation of technology of adhesive bonding plywood modified // Izvestia SPbLTA. 2012. Vyp. 201. P. 185–193.

7. Chubinskii A.N., Varankina G.S. Formation chipboard and low toxicity using modified adhesives // Bulletin of higher educational institutions. Lesnoy zhurnal. 2013. № 6. P. 67-73.
8. Ugryumov S.A., Tsvetkov V.E. Enhancement of service characteristics of boon boards by modifying carbamide-formaldehyde binder with polyvinyl acetate dispersion // Polymer Science Series D. N.-Y.: MAIK Nauka // Interperiodica distributed exclusively by Springer Science+Business Media LLC, 2008. № 4. P. 241-243.
9. Ugryumov S.A., Tsvetkov V.E. Increase of production characteristics fire-boards by modification urea-formaldehyde binding a polyvinylacetate dispersion // Klei. Germetiki. Tekhnologii: sb. nauch. st. M., 2008. № 5. P. 20-23.
10. Aibudefe Pius. Modification of Adhesive Using Cellulose Micro-fiber (CMF) from Melon Seed Shell // Aibudefe Pius, Lawrence Ekebafé, Stella Ugbesia, Rosabel Pius // American Journal of Polymer Science. 2014. Vol. 4, № 4. P. 101-106.
11. Altinok M., Kilic A. Determination of bonding performances of modified polyvinylacetat (PVAc) and KLEBIT 303 (K.303) adhesives in different hot-surroundings // Journal of Engineering Sciences. 2004. № 10 (1). P. 73-80.
12. Selbo M. L. Adhesive bonding of wood. U.S. Dep. Agr., Tech. Bull. 1975. № 1512. 124 p.
13. Goetze H., Schultz-Dewitz G. The Influence of Fillers and other Additionel Substances on the Bonding Strenght of Adhesives with Solid Wood // Particleboard Joint, Drevivsky-Vyskum. 1987. № 114. P. 41-46.
14. Popov V.M. Influence of technological factors on the strength of the adhesive compounds of wood, formed on the basis of magneto-treated adhesives // Forestry Engineering Journal. 2015. № 3 (19). P. 175-182.
15. Popov V.M., Ivanov A.V. Intensive technology for producing laminated wood is elevated strength // Moscow state forest university bulletin - Lesnoy vestnik. 2007. № 4. P. 89-91.
16. Kalganova S.G. Electromagnetic field microwave influence on kinetic polymerizations epoxide pitches // Vestnik Saratov State Technical University. 2006. № 1 (10), Vyp. 1. P. 90-96.
17. Kalganova S.G., Kovaleva N.E., Beshshaposhnikova V.I., Polushenko I.G. Research of influence of the microwave oven of an electromagnetic field on hardness of a bond of the polymerous fibrous materials // Vestnik Saratov State Technical University. 2006. № 1 (11). Vyp. 2. P. 85-89.
18. Kudryashov Yu.B., Perov Yu.F., Rubin A.B. Radiating biophysics: radio-frequency and microwave electromagnetic radiations. M.: FIZMATLIT, 2008. 184 p.
19. Moskvitin N.I. Glueing of polymers. M.: Lesnaya promyshlennost', 1968. 304 p.
20. Pizhurin A.A., Rozenblit M.S. The researches of wood-working processes. M.: Lesnaya promyshlennost', 1984. 232 p.

УДК 621.762

DOI: 10.18324/2077-5415-2016-4-202-208

Параметры гидрохимической и высокотемпературной технологии утилизации фторуглеродсодержащих отходов

В.А. Ершов

Иркутский национальный исследовательский технический университет, ул. Лермонтова 83, Иркутск, Россия
ershov@istu.edu, ivansys@istu.edu

Статья поступила 12.10.2016, принята 21.11.2016

В статье рассмотрена автоматизированная система управления технологическим процессом лабораторной установки переработки фторуглеродсодержащих отходов производства первичного алюминия. Разрабатываемая технология позволит понизить класс опасности этих отходов с получением товарного продукта (фтористый алюминий, сульфат натрия, регенерированный электролит и т. д.). Автоматизированная система управления технологическим процессом включает в себя оборудование лабораторной установки и работает совместно с системой автоматизации, поставляемой комплектно со следующим оборудованием: дробилка, стиратель, муфельная печь, флотомашина, репульпатор, вакуум-фильтр, сушильный шкаф. Представлены характеристика технологических операций и основные технологические параметры, контролируемые и управляемые системой управления лабораторной установки. Рассмотрен перечень входных аналоговых сигналов программируемого логического контроллера и основные требования к функционалу алгоритмов управления. Представлено техническое и программное обеспечение системы лабораторной установки. Оборудование автоматизированной системы управления технологическим процессом имеет модульную архитектуру, предусматривающую возможность расширения и развития функций процесса. Программное обеспечение лабораторной установки имеет гибкую структуру и легко адаптируется к изменениям характеристик технологического процесса, обеспечивает модификацию алгоритмов решения задач и наборов участвующих в них переменных, переконфигурирование схем регулирования и управления. Вывод управляющих воздействий, рассчитанных по законам регулирования, осуществляется через модули вывода аналоговых токовых сигналов. Вывод дискретных управляющих воздействий и блокировок для управления электрооборудованием выполняется через модули вывода дискретных сигналов. Рассмотрены основные управляющие и управляемые воздействия, которые необходимо регулировать и поддерживать в заданных пределах, чтобы получить конечный продукт с необходимыми качественными характеристиками. Имеющийся опыт эксплуатации показал, что автоматизированная система управления технологическим процессом лабораторной установки переработки фторуглеродсодержащих отходов обладает удобным интерфейсом, позволяющим персоналу постоянно иметь полную информацию о выполняемых операциях, проводить испытания каждой ее составляющей в условиях, приближенных к производственным, что подтверждает правильность технических решений, принятых при ее создании.

Ключевые слова: автоматизация; отходы производства; алюминий; управление; технологический процесс.