

Завдяки використанню конвективного складника теплової енергії від інфрачервоного нагрівача є можливість зменшити потужність котельні на 28 кВт, і внаслідок цього теплова потужність котельні для свинарника розмірами 96×12 м становитиме 72 кВт. За формулою (1) здійснюється перерахунок розрахункової витрати кожного виду палива за потужності котельні 72 кВт: розрахункова витрата деревини за потужності котельні 72 кВт становить 454 м³/рік, вугілля – 238 т/рік, газу – 40752 м³/рік. Було встановлено, що на 454 м³ деревини затрачається 4994 грн за опалювальний сезон, на 238 т вугілля – 71519 грн за опалювальний сезон, на 40752 м³ газу – 48902 грн за опалювальний сезон.

Для наочної оцінки порівняння затрат на паливо – деревину, вугілля, газ – було побудовано діаграму (рис. 3).

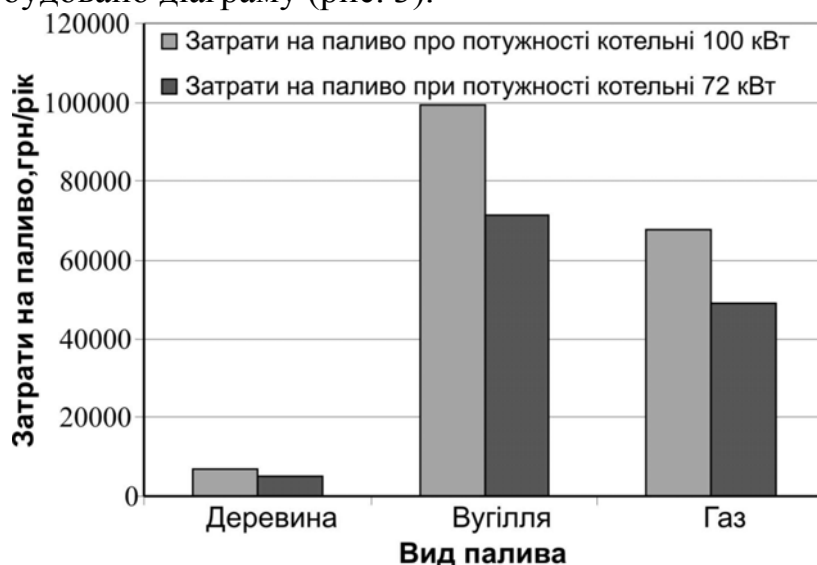


Рис. 3. Затрати на паливо котельні

Висновок. На підставі досліджень і обчислень можна зробити висновок, що завдяки використанню конвективного складника теплової енергії від інфрачервоного нагрівача можна економити приблизно 30 % тепла на всіх видах палива, це дає змогу зекономити затрати на паливо.

Література

1. [Електронний ресурс]. – Доступний з: <http://www.kaskadholod.com/index13.php>.
2. [Електронний ресурс]. – Доступний з: <http://www.ultradom.com.ua/uk/news/view/113>.
3. СНиП 2.01.01-82 Строительная климатология и геофизика. – М. : Стройиздат, 1983.
4. Сподилюк Н.А., Желих В.М. Оцінка впливу рухомості повітря на параметри мікроклімату приміщень з інфрачервоним опаленням // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : НЛТУ України. – 2007. – Вип. 17.3. – С. 145-149.

УДК 745.51

Доц. П.Н. Рыбицкий, канд. техн. наук;
ст. препод. Н.Г. Лукьянова; ассист. В.С. Клишова – Архангельский
государственный технический университет;
доц. О.Б. Ференц, канд. техн. наук – НЛТУ Украины, г. Львов

ИЗМЕНЕНИЕ ФАКТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ ПРИ СТРУЙНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ

Мебель из древесины – один из самых древних объектов, используемых человеком. В настоящее время человек стремится формировать свою среду обитания, ис-

пользуя, в большинстве случаев, натуральные материалы, поэтому мебель, выполненная из массива древесины, продолжает пользоваться спросом.

*Assoc. prof. P.N. Ribitskij; senior teacher N.G. Lukyanova;
assist. V.S. Klyshova – Arkchangel'sk state technical university;
assoc. prof. O.B. Ferents – NUFWT of Ukraine, L'viv*

Change of texture surface of wood of pine-tree at stream-abrasive treatment

Furniture from wood – one of the most ancient objects, utilized a man. Among directions of design modern furniture it is possible to select ethnographic direction. At planning of such furniture national traditions of folk furniture are taken into account. The complex of factors is described which influence on the decorativeness of texture and methods of forming of different types of texture. Most perspective, to the easily added mechanization and automation, the method of forming of texture is stream-abrasive treatment of surface.

Среди направлений дизайна современной мебели (минимализм, хай-тек, авангард и др.) можно выделить этнографическое (народное) направление. При проектировании такой мебели учитываются национальные традиции народной мебели. Характерным отличием этой мебели является простота формы и сдержанный декор в виде резьбы или росписи. Потемнение цвета древесины (патина) и рельеф (фактура), подчеркивающие ее естественную текстуру, придают большую декоративность данному виду мебели.

Восприятие и декоративность фактуры определяется комплексом факторов: цветовая гамма материала (фактура более отчетливо и однозначно определяется и воспринимается на светлой поверхности); размер (площадь) лицевой поверхности; расстояние, с которого она рассматривается; углы зрения в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Совокупность эстетических характеристик материала (цвет, текстура, фактура) воспринимаются комплексно, оказывая влияние друг на друга. Например, определенные виды фактуры могут заметно менять цветовые параметры, насыщенность, чистоту и светлоту. Рельеф, подчеркивающий естественную текстуру материала, создает игру света и тени на поверхности изделия, усиливая контраст цвета между ранней и поздней зонами годичного слоя. Получение подобной фактуры в естественных условиях путем выветривания, вымывания и истирания ранней зоны годичного слоя происходит в течение значительного периода времени.

Наиболее перспективным, легко поддающимся механизации и автоматизации, способом формирования такой фактуры является струйно-абразивная обработка поверхности [1]. Суть такой обработки заключается в том, что на обрабатываемую поверхность изделия в потоке сжатого воздуха подается абразивный материал, который, обладая заданной кинетической энергией, при соударении с поверхностью, изменяют ее фактуру.

Внешний вид, получаемой фактуры в первую очередь будет зависеть от макроструктуры обрабатываемого образца. В частности, от: ширины годичных слоев, степени равнослойности, содержания поздней и ранней древесины в годичных слоях и равноплотности.

Древесина сосны обыкновенной имеет 6,9...11,8 годичных слоев в 1 см с разницей в числе годичных слоев в двух смежных зонах 3,0...3,3 слоя, что

определяет степень равнослойности. Содержание поздней древесины у этой породы составляет 26...29 %. Кроме того, сосна обыкновенная относится к числу пород, обладающих малой равноплотностью, что характерно для пород, обладающих резкой разницей строения ранней и поздней зон годичного слоя. Микротвердость поздней зоны годичного слоя древесины сосны составляет 105,4 МПа, что в 5,1 раза больше микротвердости древесины ранней зоны [2].

Для качественной оценки получаемой фактуры следует использовать следующие параметры [3]:

- среднее арифметическое высот отдельных наибольших неровностей на поверхности

$$R_{m \max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H_{\max i} ; \quad (1)$$

- высота неровности профиля по десяти точкам

$$R_z = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^5 h_{\max i} - \sum_{i=1}^5 h_{\min i} \right) ; \quad (2)$$

- среднее арифметическое значение абсолютных отклонений профиля от его средней линии в пределах базовой длины

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i| , \quad (3)$$

где: $H_{\max i}$ – расстояние от низшей до высшей точки i -й наибольшей неровности; n – число наибольших неровностей (не менее 5); $h_{\max i}$ – расстояние от пяти наивысших точек профиля до базовой линии, мкм; $h_{\min i}$ – расстояние от пяти наинизших точек профиля до базовой линии, мкм; y_i – высота ординаты профиля, мкм; n – число измеренных ординат.

Среднее арифметическое высот отдельных наибольших неровностей $R_{m \max}$ определяется при перемещении индикаторного глубиномера поперек волокон. То есть, параметр $R_{m \max}$ определяет снимаемую величину ранней зоны годичного слоя. Эта величина не должна превышать 0,29 ширины годичного слоя. В противном случае возможно нарушение плоскостности поверхности из-за удаления части древесины поздней зоны годичного слоя. Параметры R_z и R_a измеряют профилометром "Surftest SJ-201" при его перемещении вдоль волокон. Соотношение R_a/R_z , характеризующее профили сечения рельефной поверхности, должно быть в пределах 0,131...0,50, что будет соответствовать параболической или синусоидальной форме профиля рельефа.

При струйно-абразивной обработке рассмотренные выше показатели $R_{m \max}$, R_z и R_a зависят от различных факторов: породы древесины, ее влажности и вида разреза, длины траектории движения частицы, давления струи, времени обработки, вида и дисперсности абразивного материала и т.д.

Экспериментальные исследования по зависимости высоты рельефа и шероховатости поверхности от рабочего давления струи воздуха и размера абразивного материала проведены при постоянных факторах:

- порода древесины – сосна обыкновенная;
- разрез древесины – тангенциальный;
- влажность древесины – менее 10 %;

- продолжительность обработки – 30 с;
- длина траектории движения абразивной частицы – 100 мм;
- абразивные частицы – песок речной.

В качестве переменных факторов приняты:

- рабочее давление струи воздуха – 0,25; 0,5; 0,75; 1,0 МПа;
- размер абразивного материала – $x > 0,5$; $0,25 < x < 0,5$; $0,1 < x < 0,25$; $x < 0,1$ мм.

Для испытания были выбраны образцы древесины сосны в виде брусков размером 350×70×20мм, пласти которых имели тангенциальное направления волокон (угол между обрабатываемой поверхностью и слоями годичного прироста составляет 45°). Изначально все бруски были частью одной доски, не имеющей пороков, и располагались в ней друг за другом, то есть все бруски имели одинаковое макростроение – ширина годичного слоя по радиусу составляет 2 мм. На образцах были определены начальные значения показателей $R_{m \max}$ (индикаторный глубиномер) и R_z (профилометр "Surftest SJ-201"). Каждый из четырех брусков в четырех точках подвергался воздействию абразива определенного размера ($x > 0,5$; $0,25 < x < 0,5$; $0,1 < x < 0,25$; $x < 0,1$ мм), длина траектории которого составляла 100 мм. В каждой точке частицы абразива подавались в потоке воздуха определенного рабочего давления (0,25; 0,5; 0,75; 1,0 МПа) в течение 30 сек. По окончании обработки повторно определялось значение параметра $R_{m \max}$ – глубина рельефа, а также параметра R_z для ранней и поздней зон годичного слоя.

Изменение параметра $R_{m \max}$ в зависимости от рабочего давления и размера абразивного материала приведено на рис. 1 и характеризуется следующими уравнениями:

- при размере абразивного материала более 0,5 мм

$$R_{m \max} = -0,0367p^3 + 0,3171p^2 - 0,3562p + 0,112; \quad (4)$$

- при размере абразивного материала от 0,25 до 0,5 мм

$$R_{m \max} = -0,1219p^3 + 1,0728p^2 - 2,0921p + 1,1587; \quad (5)$$

- при размере абразивного материала от 0,10 до 0,25 мм

$$R_{m \max} = -0,0867p^3 + 0,8164p^2 - 1,8069p + 1,1; \quad (6)$$

- при размере абразивного материала менее 0,10 мм

$$R_{m \max} = -0,0737p^3 + 0,666p^2 - 1,2983p + 0,7372. \quad (7)$$

Все зависимости обладают высокой степенью достоверности R^2

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y})^2}, \quad (8)$$

где: y_i – фактическое значение результативного признака; $\hat{y}_i$ – теоретическое значение результативного признака, полученное по уравнению регрессии; $\bar{y}$ – среднее значение результативного признака; m – число наблюдений.

При значениях $R^2 > 0,7$ считается, что вариация результативного признака у обусловлена в основном влиянием включенных в регрессионную мо-

дель факторов x . Полученные уравнения 4...7 с достаточной степенью точности описывают реальный процесс формирования профиля поверхности. Коэффициент детерминации R^2 находится в пределах 0,9535...0,995.

Следует отметить увеличение параметра $R_{m \max}$ (глубины рельефа) при увеличении рабочего давления струи. Резкий рост $R_{m \max}$ отмечен при увеличении рабочего давления с 0,25 до 0,75 МПа. При увеличении рабочего давления с 0,75 до 1,0 МПа значительных изменений параметра $R_{m \max}$ не наблюдается (изменения не более 2 %). Причем изменение параметра $R_{m \max}$ для всех фракций абразива происходит в близком числовом диапазоне. Исключение составляет обработка абразивом с размером частиц от 0,25 до 0,5 мм, здесь увеличение параметра $R_{m \max}$ идет значительно быстрее. Значение параметра $R_{m \max}$ на 73 % выше при обработке древесины абразивом с размером частиц от 0,25 до 0,5 мм при давлении 0,5 МПа, чем при обработке абразивами других размеров. Соотношение размеров трахеид (в тангенциальном разрезе – для ранней зоны 29,4 мкм, для поздней – 32,5 мкм), толщины стенок трахеид (для ранней зоны 1,5 мкм, для поздней – 5,9 мкм) и размеров частиц (от 0,25 до 0,5 мм) приводит к увеличению $R_{m \max}$ при рабочем давлении от 0,5 до 0,75 МПа. При последующем увеличении давления шероховатость существенно не меняется.

Обрабатываемый образец имеет ширину годичного слоя в радиальном направлении 2 мм. Этот показатель на тангенциальном срезе увеличивается до 2,5 мм. Поскольку глубина рельефа (показатель $R_{m \max}$) не должна превышать 0,29 ширины годичного слоя, то все показания, превышающие 0,73 мм на тангенциальном срезе, не будут удовлетворять эстетическим требованиям, предъявляемым к обработанной поверхности. Рекомендованное рабочее давление для получения качественного рельефа находится в пределах 0,25...0,5 МПа. Увеличивать рабочее давление выше 0,5 МПа не рекомендуется, поскольку в этом случае показатель $R_{m \max}$ сопоставим с шириной годичного слоя. Кроме того, происходит частичное удаление поздней зоны годичного слоя, что приводит к отклонению от плоскостности обрабатываемой поверхности.

Динамика изменения параметра R_z для ранней и поздней зон годичного слоя показана на рис. 2 и 3 соответственно. Для древесины поздней зоны годичного слоя, обработанной абразивом различных размеров ($0,25 < x < 0,5$; $0,1 < x < 0,25$; $< 0,1$ мм) при различных рабочих давлениях, можно отметить колебание параметра R_z в пределах от 15 до 25 мкм, что удовлетворяет требованиям, предъявляемым к поверхности, подлежащей облагораживанию прозрачными лакокрасочными материалами. Исключение составляет обработка абразивом, размер которого превышает 0,5 мм. В этом случае с увеличением рабочего давления от 0,25 МПа до 1,0 МПа происходит непрерывный рост параметра R_z .

Значение параметра R_z на древесине ранней зоны годичного слоя увеличиваются, причем динамика роста различна, в зависимости от размера абразива, которым обрабатывали образец. Так, при обработке поверхности абразивом, размер которого не превышает 0,25 мм, параметр R_z увеличивается не более чем в 2,7 раза и колеблется в пределах 17...46 мкм. При обработке

поверхности абразивом, размер которого больше 0,25 мм, параметр R_z может увеличиваться более чем в 5 раз и достигать значения 53 мкм.

Таким образом, для обработки древесины сосны струйно-абразивным методом наиболее подходят фракции абразива, размер которых не превышает 0,25 мм. В этом случае, качество обработанной поверхности будет удовлетворять требованиям технологических режимов облагораживания изделий из древесины. Кроме того, при формировании фактуры все параметры оценки ее качества – $R_{m\ max}$, R_z – определяют в зависимости от давления (в пределах от 0,25 до 0,75 МПа). Требуемую шероховатость боковых поверхностей образовавшегося рельефа R_z получают при давлении 0,25 МПа. Следовательно, обеспечение параметров фактуры достигается двухэтапной обработкой поверхности: сначала формируется глубина профиля абразивом более крупного размера, а затем – шероховатость поверхности профиля путем изменения длительности обработки при давлении 0,25 МПа и выборе абразива более мелкого размера.

Табл. 1. Взаимосвязь высоты неровности профиля годичного слоя от размера абразивного материала и рабочего давления струи воздуха

Размер абразивного материала, мм	Высота неровностей профиля R_z , мкм, годичного слоя	
	ранней зоны	поздней зоны
>0,5	$R_z = 0,6957p^3 - 8,5021p^2 + 36,45p - 3,3776$; $R^2 = 0,9424$	$R_z = -0,707p^3 + 7,3017p^2 - 17,269p + 34,94$; $R^2 = 0,9725$
$0,25 < x < 0,5$	$R_z = -2,5677p^3 + 21,582p^2 - 39,018p + 29,24$; $R^2 = 0,9727$	$R_z = 1,1943p^3 - 12,729p^2 + 42,349p - 21$; $R^2 = 0,9695$
$0,1 < x < 0,25$	$R_z = -0,0577p^3 + 1,3857p^2 + 0,6214p + 16,636$; $R^2 = 0,9703$	$R_z = -0,8163p^2 + 6,4357p + 12,255$; $R^2 = 0,9842$
<0,1	$R_z = -1,194p^3 + 9,1804p^2 - 14,498p + 25,361$; $R^2 = 0,9743$	$R_z = -1,4377p^3 + 13,17p^2 - 34,736p + 42,298$; $R^2 = 0,9593$

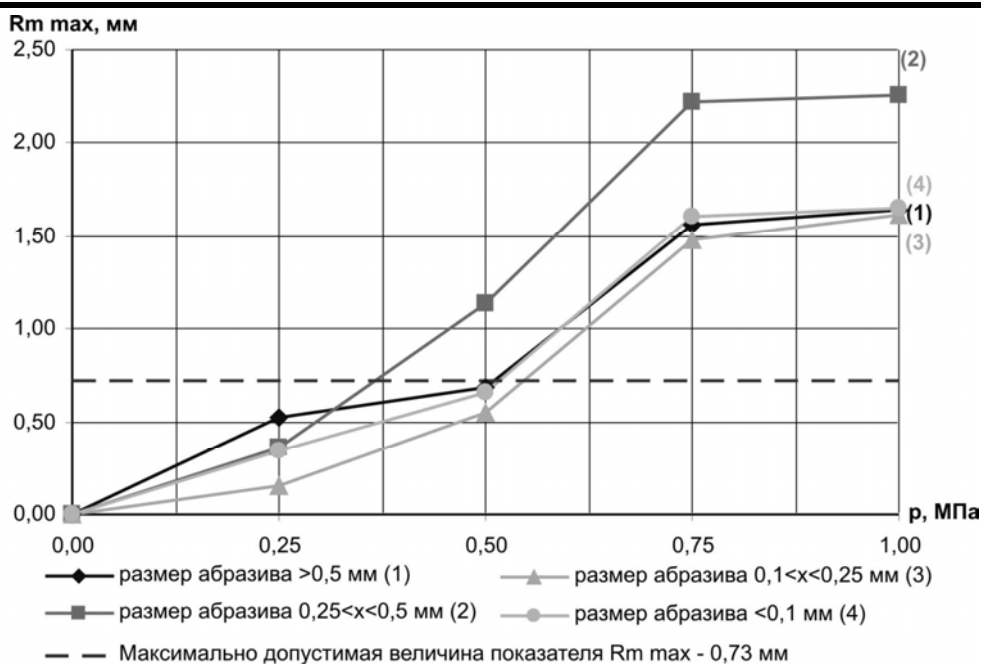


Рис. 1. Влияние размера абразивного материала и рабочего давления струи воздуха на параметр $R_{m\ max}$

Для обеспечения заданной шероховатости рельефа под прозрачные покрытия, в качестве абразива на втором этапе целесообразно использовать соль кальцинированную, благодаря чему достигается шероховатость поверхности меньше 20 мкм при рабочем давлении 2,5...5,0 МПа.

Полученные результаты исследований в виде аналитических выражений (табл. 1) целесообразно использовать для обоснования режимов формирования фактуры поверхности изделия заданных параметров из древесины сосны. Необходимое рабочее давление струи абразива можно также определить аналитически, решая одно из уравнений 4...7 и приведенные в табл. 1, или графически, по представленным на рис. 1...3 графикам.

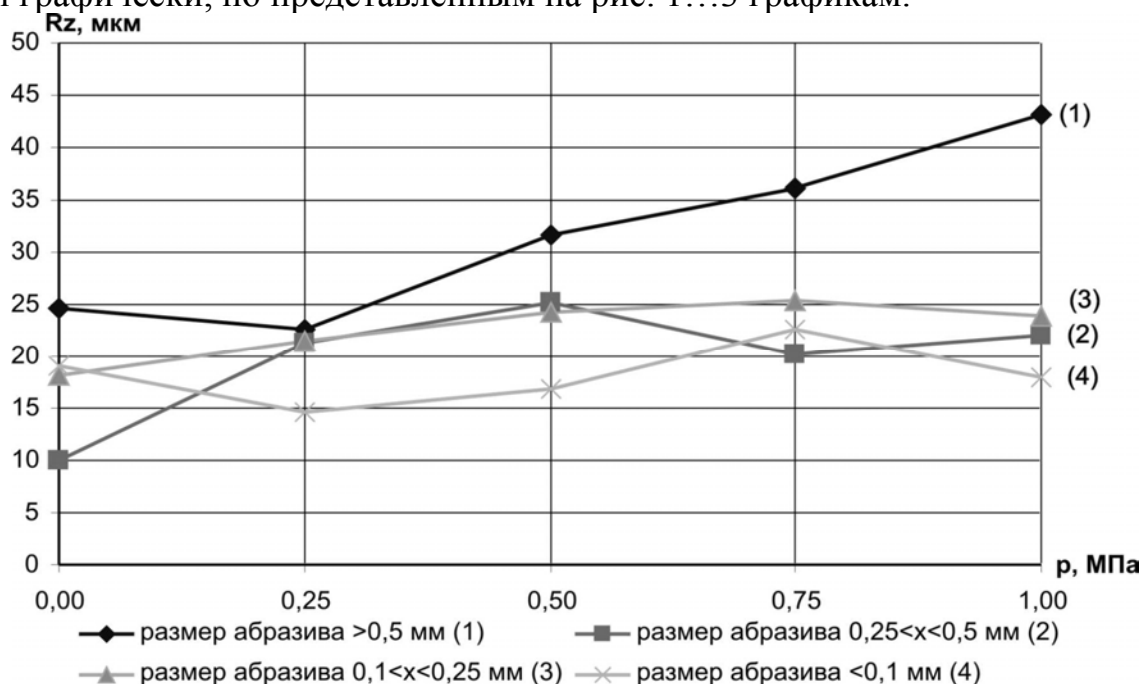


Рис. 2. Влияние размера абразивного материала и рабочего давления струи воздуха на параметр R_z для поздней зоны годичного слоя

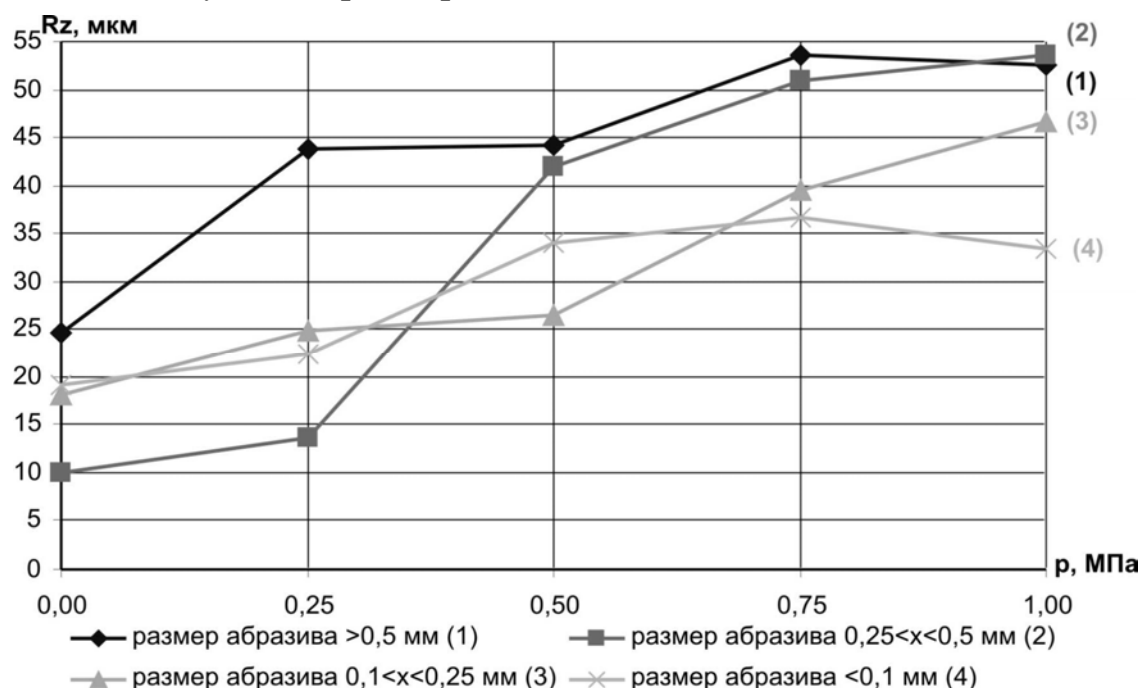


Рис. 3. Влияние размера абразивного материала и рабочего давления струи воздуха на параметр R_z для ранней зоны годичного слоя

Литература

1. Лукьянова Н.Г. Возможности создания эффекта старения на поверхности изделий из древесины // Дизайн и производство мебели : научно-производ. журнал. – 2005. – № 3(8). – С. 21-24.
2. Боровиков А.М., Уголев Б.Н. Справочник по древесине: справочник / под ред. Б.Н. Уголева. – М. : Лесн. пром-сть, 1989. – 296 с.
3. ГОСТ 7016-82 (СТ СЭВ 3503-81). Древесина. Параметры шероховатости [Текст]. – Взамен ГОСТ 7016-75; введ. 1983-07-01. – М. : Госстандарт Союза ССР : Изд-во стандартов, 1983. – 6 с.

УДК 69.022.321 *Доц. О.П. Гнип, канд. техн. наук; доц. С.М. Щербіна, канд. техн. наук; доц. В.М. Мішин, канд. техн. наук; здобувач О.С. Броннік; доц. Г.Я. Шевчук, канд. техн. наук – Одеська державна академія будівництва та архітектури, НУ "Львівська політехніка"*

КІНЕТИКА ЗМІНИ ВОЛОГОСТІ СТІН З ВАПНЯКУ-ЧЕРЕПАШНИКА У РАЗІ КАПІЛЯРНОГО ВСМОКТУВАННЯ ВОЛОГИ І ЇЇ ВИПАРОВУВАННЯ

Проаналізовано причини прискореного фізичного зносу стін будівель у процесі експлуатації. Розроблено експериментальну установку для дослідження процесів капілярного зволоження на фрагменті стіни. Досліджено кінетику висоти та інтенсивності зволоження стін у разі капілярного всмоктування вологи.

Ключові слова: зволоження, капілярне всмоктування, вапняк-черепашник.

Assoc. prof. O.P. Gnyp; assoc. prof. Shcherbina; assoc. prof. V.M. Mishin; competitor O.S. Bronnik; assoc. prof. Shevchuk – State academy building and architecture (Odessa), NU "L'vivs'ka Politekhnik"

Kinetica changing humidity walls from carbonate – shell at capillarity absorb moisture and hear evaporation

Research causes acceleration physical pull down walls buildings in process exploitation. Elaborate experimental installation for research process capillarity moisten on fragment wall. The research kinetica height and intensity moisten walls by capillarity absorb moisture.

Keywords: moisten, capillarity absorb, carbonate-shell

Постановка проблеми. Однією з основних причин прискореного фізичного зносу стін є періодичне їх зволоження в поєднанні з температурними знакозмінними перепадами. Збільшення вологи спричинює збільшення теплопровідності, приводить до зменшення міцності та довговічності огорожувальних конструкцій будівель. Крім того, збільшення вологості стін значно погіршує мікроклімат приміщень. Найстійкішим видом вологості є ґрунтова волога, що утворюється унаслідок зволоження стін вологою з ґрунту у разі пошкодження гідроізоляції або у разі підсипання ґрунту навколо будівлі вище гідроізоляції.

Висота змочування і капілярного підняття вологи в конструкції залежить від діаметра капілярів, за якими волога піднімається тим вище, чим вони тонші. Оскільки стіни кам'яних будівель здебільшого зведені з дрібнопористих матеріалів (керамічна та силікатна цегла, вапняк-черепашник, ніздрюваті бетони), висота підняття води по їхніх капілярах перебуває в межах