

References

1. Deglise X. «Ecological management» of forests and wood products // Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin, 2017, Vol. 21, № 4. P. 6–9. DOI: 10.18698/2542-1468-2017-4-6-9.
2. Gorbacheva G. A., Sanaev V. G. Wood Science for the Architecture: From Tradition to the Future // Proceedings of the annual meeting of the IAWS «50 Years International Academy of Wood Science – Wood Science for the Future». Paris. 2016. P. 54.
3. Chadwic A., Williamson P. URL: <https://www.geolsoc.org.uk/Geoscientist/Archive/July-2015/Steps-and-cycles> (дата обращения: 23.03.2021).
4. Deroubaix G. Forest and wood products assets for climate change Mitigation: prospects for maximizing their effects // 2021 World Wood Day Virtual Symposium & The 3rd IUFRO Forest Products Culture Colloquium. 2021. P. 11–12.
5. Churkina G., Organschi A., Reyer C. P. O. et al. Buildings as a global carbon sink // Nature Sustainability, 2020, Vol. 3. P. 269–276. URL: <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0462-4>.
6. Amiri A., Ottelin J., Sorvari J., Seppo Junnila S. Cities as carbon sinks – classification of wooden buildings // Environmental Research Letters. 2020. 15. 094076. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aba134/pdf> (дата обращения: 23.03.2021).
7. Deglise X. Le bois un matériau de construction durable // Conférence Olympiades de la chimie / ENSIC, 12th January 2005.
8. Arregi A., Amutio M., Lopez G., Bilbao J., Olazar M. Evaluation of thermochemical routes for hydrogen production from biomass: A review // Energy Conversion and Management. 2018, Vol. 165. P. 696–719. URL: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.03.089>.
9. Kovalenko K., Kovalenko N. The problem of waste in the Russian Federation // MATEC Web of Conferences 2018, 193, 02030. URL: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819302030>.

УДК 630.812:582.632.1

С. Г. Елисеев,

к. т. н., доцент кафедры ТКМД, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева», г. Красноярск, РФ,
eliseevsg@sibsau.ru

В. Н. Ермолин,

д. т. н., зав. кафедрой ТКМД, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева», г. Красноярск, РФ,
vnermolin@yandex.ru

А. В. Намятов,

ассистент кафедры ТКМД, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева», г. Красноярск, РФ,
namyatov2010@yandex.ru

Е. В. Митина,

лаборант кафедры ТКМД, ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева», г. Красноярск, РФ,
eugeniya.mitina@yandex.ru

ПРОНИЦАЕМОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ *BETULA PUBESCENS* И ЕЕ ИЗМЕНЕНИЕ

*Проницаемость для жидкостей и газов является одной из важных физических характеристик древесины. На проницаемость древесины оказывают влияние анатомические и физиологические особенности древесных пород и наличие либо отсутствие пороков древесины. Одним из распространенных пороков древесины, влияющих на ее проницаемость, является побурение. В представленной работе проведены исследования влияния побурения древесины на проницаемость древесины *Betula pubescens*. Полученные данные свидетельствуют о резком снижении проницаемости березовой древесины пораженной побурением. Снижение проницаемости отмечено во всех структурных направлениях.*

Ключевые слова: *древесина, береза, проницаемость, пороки древесины, раневая реакция, побурение.*

S. G. Eliseev,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of TCMD, “Reshetnev Siberian State University of Science and Technology”, Krasnoyarsk, Russia,
eliseevsg@sibsau.ru

V. N. Yermolin,

Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of TCMD, “Reshetnev Siberian State University of Science and Technology”, Krasnoyarsk, Russia,
vnermolin@yandex.ru

A. V. Namyatov,

Assistant of the Department of TCMD, "Reshetnev Siberian State University of Science and Technology", Krasnoyarsk, Russia, namyatov2010@yandex.ru

E. V. Mitina,

laboratory assistant of the Department TCMD, "Reshetnev Siberian State University of Science and Technology", Krasnoyarsk, Russia, eugeniya.mitina@yandex.ru

BETULA PUBESCENS WOOD PERMEABILITY AND ITS CHANGE

Liquid and gas penetrability is one of the basic physical properties of wood. The penetrability of wood is influenced by the anatomic and physiological properties of wood species and the presence or absence of flaws in the wood. One of the common flaws that affect the penetrability of wood is brown streak. This paper presents the research of the effect made by the brown streak on the penetrability of Betula pubescens wood. The collected data prove the sharp reduction of penetrability in the birch wood affected by brown streak. The reduction of penetrability was found in all structural aspects.

Keywords: wood, birch wood, penetrability, wood flaws, wound reaction, brown streak.

Проницаемость древесины для жидкостей и газов является одной из важных физических характеристик. Во многих случаях именно это свойство определяет принципиальную возможность использования древесины в конкретной производственной технологии. Так, естественная проницаемость древесины является определяющей для всех методов модификации древесины основанных на введении реагентов, определяет эффективность технологий химической переработки древесины, где скорость проникновения реагента в древесину лимитирует продолжительность процесса химической переработки и т. д. [1, 2].

Проницаемость древесины определяется как анатомическими и физиологическими особенностями конкретной древесной породы, так и наличием либо отсутствием ряда специфических пороков древесины, существенно влияющих на ее проницаемость, таких например, как ложное ядро, побурение, креневая и тяговая древесина, засмолок и др.

Побурение, один из широко распространенных пороков древесины лиственных пород, активно развивающийся в свежесрубленной древесине в теплое время года в процессе ее хранения [3]. При медленном отмирании заболони лиственной древесины в ней происходит раневая реакция, следствием которой является побурение. Сущность раневой реакции заключается в постепенном отмирании живых паренхимных клеток с образованием окрашенных гуммиподобных раневых веществ. Раневая реакция направлена на защиту живых участков древесины от высыхания или поражения грибами [4, 5].

Непременным атрибутом протекания раневой реакции в древесине и формирования побурения являются наличие в ней живых древесных клеток. Как известно, живые древесные клетки у ядровых и спелодревесных пород содержатся только в периферической части ствола и лишь у заболонных пород они располагаются по всему сечению ствола.

Учитывая то, что побурение не только изменяет внешний вид древесины, но и оказывает влияние на ее естественную проницаемость, было решено оценить уровень влияния побурения на проницаемость древесины заболонных пород на примере *Betula pubescens*.

Для проведения экспериментальных исследований из 3-х свежееизготовленных круглых лесоматериалов *Betula pubescens* были изготовлены 6 кряжей длиной 1,0 м и диаметром в верхнем торце от 26 до 32 см.

Кряжи были разделены на две группы. Первая группа кряжей в количестве 3 шт. (по одному от каждого лесоматериала) для гарантированного формирования побурения древесины после многослойной гидроизоляции торцов и мест повреждения коры, была помещена на стеллажи, где хранилась в течение 60 дней при температуре 22 °С.

Три кряжа второй группы были распилены по радиусу на 4 секции и помещены в сушильную камеру, где сушились при мягких режимах ($t = +40$ °С) до влажности 12 %.

После выдержки в течение 60 дней образцы первой группы также были распилены по радиусу на 4 секции и высушены в сушильной камере при аналогичной температуре и режимах.

При этом все образцы древесины имели характерные признаки побурения с практически равномерным распределением окраски по всему сечению кряжа.

Из подготовленной описанными выше способами древесины были изготовлены образцы для определения газопроницаемости. Исследование газопроницаемости проводилось с учетом стандартной методики, регламентированной ГОСТ 16483.34–77. Отличительной особенностью применяемой в исследовании методики являлось использование образцов нестандартной – прямоугольной формы и нестандартной струбцины для их фиксации.

Для определения поперечной проницаемости в радиальном и тангенциальном направлении изготавливались образцы прямоугольной формы размерами в мм 55×35×15 соответственно: высота

(вдоль волокон) × ширина × толщина. Для определения газопроницаемости вдоль волокон использовались образцы размерами в мм 55×35×200 (последний размер вдоль волокон). Образцы зажимались в стальной струбине с резиновыми прокладками. Боковые поверхности образцов (за исключением испытываемых) изолировались нанесением двух слоев краски ПФ-115 и двух слоев силиконового герметика. Влажность образцов в момент испытания составляла 12 %. Испытания проводились при давлении 0,5 МПа. Критерием оценки проницаемости испытываемой древесины являлся коэффициент газопроницаемости (K , м³/с·МПа). Результаты исследований приведены в таблице.

Т а б л и ц а

Газопроницаемость древесины березы

Структурное направление	Количество испытанных образцов, шт.	Среднее значение коэффициента газопроницаемости, м ³ /с·МПа · 10 ⁻⁶
Первая группа образцов (древесина с побурением)		
вдоль волокон	15	586,08 ± 18,05
радиальное	15	0,44 ± 0,021
тангенциальное	15	0,48 ± 0,022
Вторая группа образцов (контроль)		
вдоль волокон	15	1328,78 ± 28,09
радиальное	15	2,54 ± 0,084
тангенциальное	15	1,47 ± 0,065

Из представленных в таблице и на рисунке данных видно, что раневая реакция вызывает значительное снижение газопроницаемости древесины. Так, в продольном направлении проницаемость древесины с побурением оказалась в 2,3 раза ниже в сравнении с контрольными образцами. В тангенциальном направлении было отмечено трехкратное снижение проницаемости. А наиболее резкое снижение проницаемости наблюдалось в радиальном направлении почти в 6 раз ниже, чем у древесины без побурения.

Помимо этого, была отмечена следующая особенность. В контрольной древесине (не имевшей побурения) показатели проницаемости в радиальном направлении были в 1,7 раза выше тангенциального.

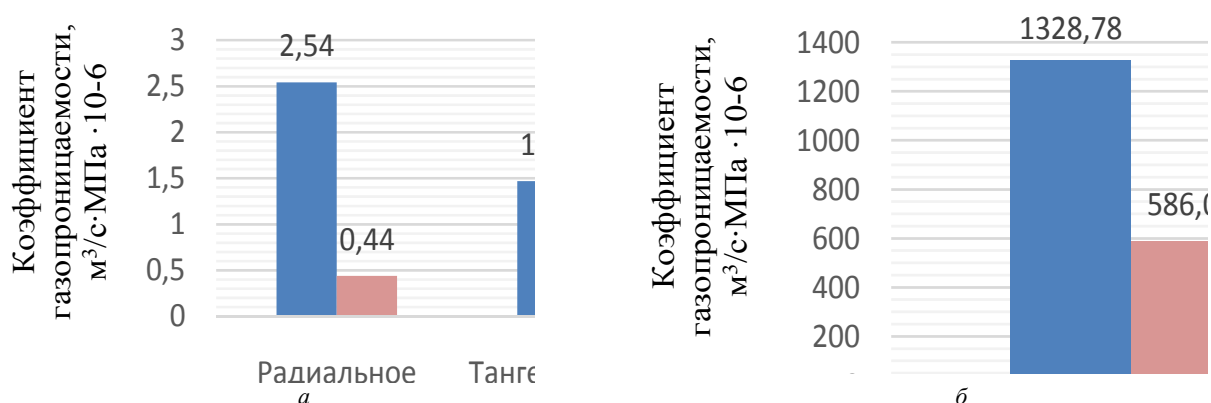


Рис. Проницаемость древесины березы: а – поперек волокон; б – вдоль волокон

Полученные данные согласуются и с результатами исследований, представленными в работе [6]. В то время как у древесины с побурением отмечается не только резкое снижение поперечной проницаемости, но и изменение ее соотношения по направлениям. Установлено, что у такой древесины проницаемость в тангенциальном направлении на 9,1 % выше радиальной.

Учитывая полученные экспериментальные данные можно сделать следующие выводы:

- раневая реакция древесных клеток резко снижает проницаемость древесины березы по всем структурным направлениям, что чаще всего является отрицательным фактором при использовании березовой древесины;
- наиболее резкое снижение проницаемости отмечается в радиальном направлении;
- высушивание свежераспиленных пиломатериалов позволяет в полной мере сохранить естественную проницаемость березовой древесины, поскольку предотвращает возможность развития раневой реакции и формирования побурения.

Список литературы

1. Яценко-Хмелевский А. А. Основы и методы анатомического исследования древесины. М.; Л. : Изд-во Акад. наук СССР, 1954. 338 с.

2. Ермолин В.Н. Основы повышения проницаемости жидкостями древесины хвойных пород: моногр. Красноярск : СибГТУ, 1999. 100 с.
3. Чураков Б.П., Чураков Д.Б., Лесная фитопатология. СПб. : Лань, 2012. 448 с.
4. Вакин, А.Т., Полуобяринов О.И., Соловьев В.А. Пороки древесины. М. : Лесная промышленность, 1980. 112 с.
5. Соловьев, В.А. Дыхательный газообмен древесины. Л. : Изд-во ЛГУ, 1983. 300 с.
6. Цыбулько И.С., Елисеев С.Г., Ермолин В.Н. Газопроницаемость древесины березы // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения, 2012, № 1. С. 164 –167.

УДК 674

Le Duong Hung Anh

Ph.D. student, Doctoral School of Wood Sciences and Technologies, University of Sopron, Sopron, Hungary
duong.hung.anh.le@phd.uni-sopron.hu

Pásztor Zoltán

Doctor, Head of Innovation Center, University of Sopron, Sopron, Hungary
pasztory.zoltan@uni-sopron.hu

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF TEMPERATURE ON THE THERMAL CONDUCTIVITY OF RAW COCONUT FIBERS

The high energy consumption in building is a major contributor to climate change and atmosphere pollution worldwide. Insulation materials derived from natural fibers are an excellent alternative to reduce the energy demand due to their low cost, low environmental impacts during the production stage and high bio-degradation rate at the end of life. This paper presents the potential of coconut fibers for building application by investigating their thermal conductivity over the temperature range of -10°C to 50°C. Test data showed the thermal conductivity values were between 0.0379 W/(m.K) and 0.0665 W/(m.K) and that is lower than other conventional and natural fiber materials. Furthermore, the λ -values increased with an increase in mean temperature both case of 30 mm and 50 mm thickness. Finally, the relationship between thermal conductivity and mean temperature expressed by fitting data to a polynomial function.

Keywords: *thermal conductivity, coconut fiber, mean temperature, thermal dependence*

Introduction

Since the energy consumption of buildings accounts for a considerable part of the global total energy, there is a strong demand to improve the energy efficiency in buildings and constructions. According to Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010, on the energy performance of buildings, new construction will have to consume nearly zero energy and that energy will be to a very large extent from renewable resources [Parliament, 2010]. This is because the construction sector has been identified as the largest energy consumer, generating up to 1/3 of global annual greenhouse gas emissions, contributing up to 40% of the global energy, and consuming of 25 % of the global water worldwide [Lemmet, 2009]. The increased consumption of natural resources for lighting, refrigeration, ventilation, recycling, heating and cooling system in commercial buildings due to the acceleration of urbanization, results in the enormous expenditure for used energy. Energy expenditure in buildings can be considerably reduced with the use of natural fibrous insulation materials. Natural fibers such as coconut fiber, sugarcane fiber, cotton, rice straw and others consist of lignocelluloses fibers are promising alternatives for use as biodegradable, renewable, and environmentally friendly building thermal insulation. Natural fibers are also increasing use as insulating materials, again mainly because of perceived superior environmental credentials compared with other traditional insulation materials. The most beneficial effect of the insulation based natural fibers is not only its low value of thermal conductivity but also the natural character of these fibers. Another advantage is that it is a renewable material which has no strong impact on the environment and health. When compared with conventional materials such as foam polystyrene or mineral wool, they have sometimes even better thermal performances. Some disadvantages are their high wettability and absorbability due to their open pore structure as well as being flammable. Besides, they are easily attacked by biological fungi and parasites [Zach et. al., 2013]. Nevertheless, they can be used as a potential insulation material in construction if they are modified properly by some physical or chemical treatments.

Coconut fiber is extracted from the husk of coconuts, is cheap and locally available in many tropical and semitropical countries. The common name, scientific name and plant family of coconut fibre is coir, *cocos nucifera* and *arecaceae* (Palm), respectively [Ali et. al., 2012]. The general advantages of coconut fibre include moth-proof; resistant to fungi and rot, provide excellent insulation against temperature and sound, flame-retardant, unaffected by moisture and dampness, tough and durable, resilient, spring back to shape even after