

<http://doi.org/10.32864/polymmattech-2023-9-4-65-71>

УДК 678.86:685.363.23

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПРЕССОВАНИЯ СПОРТИВНО-БЕГОВЫХ ПЛАСТИКОВЫХ ЛЫЖ

А. В. ПОЛХОВСКИЙ⁺, С. А. ПРОХОРЧИК

Белорусский государственный технологический университет, ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск, Беларусь

Цель работы — оптимизация параметров режима прессования при производстве спортивно-беговых пластиковых лыж.

Технологический процесс изготовления спортивно-беговых пластиковых лыж является многооперационным, где ключевой операцией выступает прессование. Прессуют лыжи на гидравлическом прессе в составных формах, регулируя нагрев и охлаждение. Поэтому важным является оптимизация основных параметров прессования, таких как время, температура и давление.

Прочность клеевого соединения образцов лыж, склеенных при различных значениях температуры и давления, испытывали согласно ГОСТ 33120. Для построения математической модели использовали В-план второго порядка, в качестве переменных факторов выбрали время 10–40 мин и температуру 100–120 °С, давление принимали равным 1 МПа. Прочность клеевого соединения принимали в качестве выходного параметра. Получена математическая модель влияния температуры и времени отверждения на прочность клеевого соединения. Применение статистической обработки позволило установить математические зависимости влияния температуры и времени отверждения эпоксидного препрега на прочность клеевого соединения спортивно-беговых пластиковых лыж. Установлено, что с увеличением температуры время полного отверждения связующего уменьшается.

Таким образом, оптимизирован режим прессования спортивно-беговых пластиковых лыж:

- нагрев 10 мин при температуре 120 °С и давлении 1 МПа;*
- выдержка 10 мин при температуре 120 °С и давлении 1 МПа;*
- охлаждение 10 мин при давлении 1 МПа до температуры 20 °С.*

Ключевые слова: технологические параметры, температура, время, препрег, прессование, математическая модель, В-план.

OPTIMIZATION OF THE TECHNOLOGICAL MODE FOR PRESSING SPORTS AND CROSS-COUNTRY PLASTIC SKI

A. V. POLKHOVSKY⁺, S. A. PROKHORCHIK

Belarusian State Technological University, Sverdlov St., 13a, 220006, Minsk, Belarus

The purpose of the work is to optimize the parameters of the pressing mode for sports cross-country plastic skis.

When developing the production process of sports and cross-country plastic skis, one of the main tasks was to optimize the technological mode of pressing. This kind of information is industry specific, so there were no open access data found. The production process of sports and cross-country plastic skis is multi-operational. The key operation is pressing which is carried out on a hydraulic press in composite moulds. The press matrices are heated and cooled with water. Therefore, it is highly relevant to define the main parameters such as time, temperature and pressure.

⁺ Автор, с которым следует вести переписку. E-mail: polhovskiy@belstu.by

The adhesive strength of ski samples glued at different temperatures and pressures was tested in accordance with GOST 33120. The second-order B-plan was used to create a mathematical model. The time of 10–40 minutes and the temperature of 100–120 °C were chosen as variables. The pressure was 1 MPa. The strength of the adhesive joint was an output parameter. A mathematical model of the effect of temperature and curing time on the strength of the adhesive joint is obtained. The use of statistical processing made it possible to establish mathematical dependences of the temperature and curing time influence of the epoxy prepreg on the strength of the adhesive joint of sports and cross-country plastic skis. It was found that the time of complete curing of the binder decreases at increasing temperature.

Thus the pressing mode of sports and cross-country plastic skis has been optimized. The heating is 10 minutes at a temperature of 120 °C and a pressure of 1 MPa. The exposure time is 10 minutes at a temperature of 120 °C and a pressure of 1 MPa. The cooling is 10 minutes at a pressure of 1 MPa to a temperature of 20 °C.

Keywords: technological parameters, temperature, time, prepreg, pressing, mathematical model, B-plan.

Поступила в редакцию 04.06.2023

© А. В. Полховский, С. А. Прохорчик, 2023

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в [редакцию журнала](#)
Full text of articles can be purchased from the editorial office

Адрес редакции: ул. Кирова, 32а, 246050, г. Гомель, Беларусь
Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11

Address: Kirov St., 32a, 246050, Gomel, Belarus
Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11

E-mail: polmattex@gmail.com
Web: <http://mpri.org.by/izdaniya/pmt/>

Образец цитирования:

Полховский А. В., Прохорчик С. А. Оптимизация технологического режима прессования спортивно-беговых пластиковых лыж // Полимерные материалы и технологии. 2023. Т. 9, № 4. С. 65–71. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2023-9-4-65-71>

Citation sample:

Polkhovskiy A. V., Prokhorchik S. A. Optimizatsiya tekhnologicheskogo rezhima pressovaniya sportivno-begovykh plastikovykh lyzh [Optimization of the technological mode for pressing sports and cross-country plastic ski]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2023, vol. 9, no. 4, pp. 65–71. <http://doi.org/10.32864/polymmattech-2023-9-4-65-71>

Литература

1. Полховский А. В., Прохорчик С. А., Шетько С. В. Современные конструкции и материалы для лыж // Труды БГТУ. Серия 1. Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2019. № 1 (216). С. 163–168.
2. Адериха В. Н., Песецкий С. С. Слой скольжения беговых пластиковых лыж: специфика условий трения, текущее состояние и перспективы исследований и разработок (обзор) // Полимерные материалы и технологии. 2019. Т. 5, № 3. С. 6–23.
3. Шилько С. В., Рябченко Т. В., Петроковец Е. М., Черноус Д. А., Целуева С. Н. Деформационный анализ и оценка качества спортивных лыж из слоистых полимерных композитов // Теоретическая и прикладная механика: международный научно-технический сборник / редкол.: Ю. В. Василевич (гл. ред.) [и др.]. Минск, 2020. Вып. 35. С. 12–19.
4. Перепелкин К. Е. Армирующие волокна и волокнистые полимерные композиты. СПб. : Научные основы и технологии, 2009. 380 с.
5. ГОСТ 32794–2014. Композиты полимерные. Термины и определения. Введ. 2015-09-01. М. : Стандартинформ, 2015. 98 с.
6. Поциус А. В. Клеи, адгезия, технология склеивания. СПб. : Профессия, 2007. 376 с.
7. Комаров Г. В. Соединение деталей из полимерных материалов : учеб. пособие. СПб. : Профессия, 2006. 592 с.
8. Иржак В. И. Эпоксидные полимеры и композиты с эпоксидной матрицей. М. : РАН, 2022. 288 с.
9. Полховский А. В., Наркевич А. Л., Шетько С. В., Прохорчик С. А. Изучение кинетики нагрева формы при склеивании длинномерных изделий // Лесная инженерия, материаловедение и дизайн : материалы 86-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск, 31 января–12 февраля 2022 г. Минск : БГТУ, 2022. С. 231–233.
10. ГОСТ 33120–2014. Конструкции деревянные клееные. Методы определения прочности клеевых соединений. Введ. 2015-07-

01. М. : Стандартинформ, 2015. 17 с.
11. Блинова Е. И. Планирование и организация эксперимента. Минск : БГТУ, 2010. 129 с.
12. Андреев В. Н. Математическое планирование экспериментов. Л. : ЛТА, 1982. 40 с.
13. Беликов С. А., Карпушенко И. С. Планирование эксперимента и статистическая обработка результатов измерений : методические указания к лабораторным работам. Витебск : ВГТУ, 2011. 45 с.
14. Пижурин А. А., Розенблит М. С. Исследования процессов деревообработки. М. : Лесная промышленность, 1984. 232 с.

References

1. Polkhovskiy A. V., Prokhorchik S. A., Shet'ko S. V. So-vremennyye konstruktssii i materialy dlya lyzh [Modern designs and materials for skis]. *Trudy BGTU. Seriya 1. Lesnoe khozyaystvo, prirodnopol'zovanie i pererabotka voz-obnovlyаемых resursov* [Proceedings of BSTU. Issue 1. Forestry. Environmental management. Reprocessing of renewable resources], 2019, no. 1 (216), pp. 163–168.
2. Aderikha V. N., Pesetskiy S. S. Sloj skol'zheniya begovykh plastikovykh lyzh: spetsifika usloviy treniya, tekushchee sostoyanie i perspektivy issledovaniy i razrabotok (obzor) [Sliding layer of cross-country plastic skis: specifics of friction conditions, current status and prospects for research and development (review)]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2019, vol. 5, no. 3, pp. 6–23.
3. Shil'ko S. V., Ryabchenko T. V., Petrokovets E. M., Chernous D. A., Tselueva S. N. Deformatsionnyy analiz i otsenka kachestva sportivnykh lyzh iz sloistykh polimernykh kompozitov [Deformation analysis and quality assessment of sports skis made of layered polymer composites]. *Teoreticheskaya i prikladnaya mekhanika: mezhdunarodnyy nauchno-tekhnicheskyy sbornik* [Theoretical and Applied Mechanics: an international scientific and technical collection]. Minsk, 2020, is. 35, pp. 12–19.
4. Perepelkin K. E. *Armiruyushchie volokna i voloknistyye polimernye kompozity* [Reinforcing fibers and fibrous polymer composites]. Saint-Petersburg : Nauchnye osnovy i tekhnologii Publ., 2009. 380 p.
5. GOST 32794–2014. Kompozity polimernyye. Terminy i opredeleniya [State Standard 32794–2014. Polymer composites. Terms and Definitions]. Moscow : Standartinform Publ., 2015. 98 p.
6. Potsius A. V. *Klei, adgeziya, tekhnologiya skleivaniya* [Adhesives, adhesion, bonding technology]. Saint-Petersburg : Professiya Publ., 2007. 376 p.
7. Komarov G. V. *Soedinenie detaley iz polimernykh materialov* [Connection of parts made of polymeric materials]. Saint-Petersburg : Professiya Publ., 2006. 592 p.
8. Irzhak V. I. Epoksidnye polimery i kompozity s epoksidnoy matritsey [Epoxy Resins and Epoxy Matrix Composites]. Moscow : RAN Publ., 2022. 288 p.
9. Polkhovskiy A. V., Narkevich A. L., Shet'ko S. V., Prokhorchik S. A. Izuchenie kinetiki nagreva formy pri skleivanii dlinnomernykh izdeliy [Studying the kinetics of mold heating when gluing long products]. *Materialy 86-y nauchno-tekhnicheskoy konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, nauchnykh sotrudnikov i aspirantov «Lesnaya inzheneriya, materialovedenie i dizayn»* [Proceedings of the 86th Scientific and Technical Conference “Forest Engineering, Materials Science and Design”]. Minsk : BGTU Publ., 2022, pp. 231–233.
10. GOST 33120–2014. Konstruktsii derevyannyye kleenyye. Metody opredeleniya prochnosti kleevykh soedineniy [State Standard 33120–2014. Constructions wooden glued. Methods for determining the strength of adhesive joints]. Moscow : Standartinform Publ., 2015. 17 p.
11. Blinova E. I. *Planirovaniye i organizatsiya eksperimenta* [Planning and organization of the experiment]. Minsk : BGTU Publ., 2010. 129 p.
12. Andreev V. N. *Matematicheskoe planirovaniye eksperimentov* [Mathematical design of experiments]. Leningrad : LTA Publ., 1982. 40 p.
13. Belikov S. A., Karpushenko I. S. *Planirovaniye eksperimenta i statisticheskaya obrabotka rezul'tatov izmereniy : metodicheskyye ukazaniya k laboratornym rabotam* [Experiment planning and statistical processing of measurement results. Guidelines for laboratory work]. Vitebsk : VGTU Publ., 2011. 45 p.
14. Pizhurin A. A., Rozenblit M. S. *Issledovaniya protsessov derevoobrabotki* [Research of woodworking processes]. Moscow : Lesnaya promyshlennost' Publ., 1984. 232 p.