

И.В. СТЕПИНА¹, М. СОДОМОН¹, А.А. КРУК¹, Е.С. СОЛОВЬЕВА¹

¹ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
г. Москва, Россия

ТЕРМОДЕСТРУКЦИЯ СТЕБЛЕЙ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО, МОДИФИЦИРОВАННЫХ МОНОЭТАНОЛАМИН (N→B)- ТРИГИДРОКСИБОРАТОМ

Аннотация. В представленной работе исследован процесс термодеструкции не модифицированных и модифицированных борзотным соединением измельченных стеблей борщевика Сосновского методом термогравиметрического анализа (ТГА) и дифференциальной сканирующей калориметрией (ДСК). Общая цель исследования - определение температуры разложения основных химических компонентов и величин потери массы обработанных и необработанных измельченных стеблей борщевика Сосновского для установления условий производства теплоизоляционных материалов на основе обработанных измельченных стеблей. Концентрация используемого модификатора составляла 10%, 30% и 50% моноэтаноламин (N→B)-тригидроксибората (МЭАТГБ). Полученные данные позволили сделать вывод о том, что использование 30% и 50% модификатора МЭАТГБ уменьшает величину потерь массы по сравнению с контрольными образцами. Таким образом, установлена оптимальная концентрация модификатора разная 30% для изготовления композитов из обработанных измельченных стеблей борщевика Сосновского с возможностью обработки и/или сушки при температуре менее 100°C.

Ключевые слова: борщевик Сосновского, термогравиметрический анализ, моноэтаноламин (N→B)-тригидроксиборат (МЭАТГБ), потеря массы, температура разложения

I.V. STEPINA¹, M. SODOMON¹, A.A. KRUK¹, E.S. SOLOVYEVVA¹

¹National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

THERMAL DEGRADATION OF STEMS OF BORSCHTIA SOSNOVSKII MODIFIED WITH MONOETHANOLAMINE (N→B)- TRIHIDROXYBORATE

Abstract. In the presented work, the process of thermodegradation of unmodified and borazote-modified crushed stems of Sosnovsky's Heracleum by thermogravimetric analysis (TGA) and differential scanning calorimetry (DSC) was investigated. The general purpose of the study is to determine the decomposition temperature of the main chemical components and the values of mass loss of unmodified and modified crushed stems of Sosnovsky's heracleum to establish the conditions for the production of thermal insulation materials based on modified crushed stems. The concentration of the used modifier was 10%, 30% and 50% of monoethanolamine(N→B)trihydroxyborate (MEATHB). The data obtained allowed us to conclude that the use of 30% and 50% MEATHB modifier reduced the magnitude of mass loss compared to the control samples. Thus, the optimal concentration of the modifier different 30% was established for the manufacture of composites from modified crushed stems of Sosnovsky's heracleum with the possibility of processing and/or drying at temperatures less than 100°C.

Keywords: Sosnovsky's heracleum, thermogravimetric analysis, monoethanolamine (N→B) trihydroxyborate (MEATHB), mass loss, decomposition temperature.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). М.: ГЕОС, 2009. 494 с.
2. Шестаков Д.И., Минакова А.Р., Симонова Е.И. Исследование возможности использования борщевика Сосновского как сырья для производства целлюлозы // Материалы XVI Всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов: посвящается 90-летию Уральского государственного лесотехнического университета (УЛТИ УГЛТА УГЛТУ). – УГЛТУ, 2020. С. 525-527.
3. Тотурбиев Б.Д., Мамаев С.А., Тотурбиев А.Б. Низкообжиговая, энергосберегающая, экологически безопасная технология производства керамических материалов на основе глинистых сланцев // Геология и Геофизика Юга России. 2022. №1 (12). С. 148-161.
4. Семенова Э.Е., Артамонов Н.П. Анализ применения современных энергосберегающих материалов при реконструкции торговых центров // Инженерные системы и сооружения. 2016. №.3-4 (24-25). С. 57-60.
5. Золотарев А.С. Разработка современных экологичных теплоизоляционных материалов на основе переработки отходов растениеводства // Научный журнал молодых ученых. 2022. №.5 (30). С. 45-50.
6. Сапрыкин Н.В. Повышение эффективности капитального ремонта и реконструкции зданий на основе энергосбережения // Научный журнал молодых ученых. 2019. №3 (16). С. 53-55.
7. Колосова А.С., Пикалов Е.С. Современные эффективные теплоизоляционные материалы на органической основе // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2021. №. 4. С. 74-85.
8. Aditya L. et al. A review on insulation materials for energy conservation in buildings // Renewable and sustainable energy reviews. 2017. Vol. 73. Pp. 1352-1365.
9. Cosentino L., Fernandes J., Mateus R. A Review of Natural Bio-Based Insulation Materials // Energies. – 2023. Vol. 16. No. 12. Pp. 4676.
10. Смирнова О.Е., Отточко С.Ю. Возможности изготовления теплоизоляционных материалов на основе органических отходов // Труды Новосибирского государственного архитектурно-строительного университета (Сибстрин). 2017. №. 2 (20). С. 120-130.
11. Шабалина О.Н., Горбушина Т.Н., Гордина А.Ф. Разработка теплоизоляционного материала с применением костры льна // Сборник материалов IV Всероссийской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и молодых ученых с международным участием (Молодые ученые - ускорению научно-технического прогресса в XXI веке). Ижевск : Изд-во ИННОВА, 2016. С. 864-868.
12. Содомон М., Степина И.В. Теплофизические свойства композитного материала на основе растительного сырья // Техника и технология силикатов. 2022. № 4 (29). С. 342-349.
13. Котенева И.В. Боразотные модификаторы для защиты древесины строительных конструкций : монография / И. В. Котенева. – Москва : МГСУ, 2011. 191с.
14. Yang H. et al. Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolysis // Fuel. 2007. №. 12-13 (86). Pp. 1781-1788.
15. Poletto M., Júnior H.L.O., Zattera A.J. Thermal decomposition of natural fibers: kinetics and degradation mechanisms // Reactions and mechanisms in thermal analysis of advanced materials. 2015. Pp. 515-545.
16. Микова Н.М., Фетисова О.Ю., Павленко Н.И., Чесноков Н.В. Изучение термического поведения органосольвентных лигнинов, выделенных из древесины пихты и осины // Химия в интересах устойчивого развития. 2018. №. 4 (26). С. 411-418.
17. Destaing F. Contribution à l'étude du comportement mécanique de matériaux composites biosourcés lin/PA11 élaborés par thermocompression : Caen. Université de Caen Bass-Normandie. 2012.
18. Маляр Ю.Н., Шарыпов В.И., Казаченко А.С., Левданский А.В. Изучение органосольвентных лигнинов с методами гель-проникающей хроматографии и термического анализа // Журнал Сибирского федерального университета. Химия. 2019. №. 1 (12). С. 73-86.
19. Степина И.В., Содомон М., Кононов Г.Н., Петухов В.А. Компонентный состав модифицированного растительного сырья // Инженерный вестник Дона. 2022. №. 9 (93). С. 223-231.

REFERENCES

1. Vinogradova Y.K., Mayorov S.R., Khorun L.V. Chernaya kniga flory Sredneĭ Rossii (Chuzherodnyye vidy rastenĭ v ekosistemakh Sredneĭ Rossii) [Black Book of Flora of Middle Russia (Alien plant species in ecosystems of Middle Russia)]. M.: GEOS, 2009. 494 p. (rus)
2. Shestakov D.I., Minakova A.R., Simonova E.I. Issledovaniye vozmozhnosti ispol'zovaniya borshchevika Sosnovskogo kak syr'ya dlya proizvodstva tsellyulozy [Investigation of the possibility of using Sosnovsky's borsch as a

raw material for cellulose production]. *Materialy XVI Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii studentov i aspirantov: posvyashchayetsya 90-letiyu Ural'skogo gosudarstvennogo lesotekhnicheskogo universiteta (ULTI UGLTA UGLTU)*. [Proceedings of the XVI All-Russian Scientific and Technical Conference of Students and Postgraduates: Dedicated to the 90th Anniversary of the Ural State Forestry University]. UGLTU, 2020. Pp. 525-527. (rus)

3. Toturbiev B. D., Mamaev S. A., Toturbiev A. B. Nizkoobzhigovaya, energosberegayushchaya, ekologicheski bezopasnaya tekhnologiya proizvodstva keramicheskikh materialov na osnove glinistykh slantsev [Low-firing, energy-saving, environmentally safe technology for the production of ceramic materials based on clay shale]. *Geology and Geophysics of Southern Russia*. 2022. Vol. 12. No 1. Pp. 148-161. (rus)

4. Semenova E.E., Artamonov N.P. Analiz primeneniya sovremennykh energosberegayushchikh materialov pri rekonstruktsii torgovykh tsentrov [Analysis of the application of modern energy-saving materials in the reconstruction of shopping centers]. *Engineering systems and facilities*. 2016. Vol. 24-25. No 3-4. Pp. 57-60. (rus)

5. Zolotarev A.C. Razrabotka sovremennykh ekologichnykh teploizolyatsionnykh materialov na osnove pererabotki otkhodov rasteniyevodstva [Development of modern environmentally friendly heat-insulating materials based on the processing of crop wastes]. *Scientific Journal of Young Scientists*. 2022. Vol.30. No 5. Pp. 45-50. (rus)

6. Saprykin N.V. Povysheniye effektivnosti kapital'nogo remonta i rekonstruktsii zdaniy na osnove energosberezheniya [Improving the efficiency of capital repair and reconstruction of buildings on the basis of energy saving]. *Scientific Journal of Young Scientists*. 2015. Vol. 16. No 3. Pp. 251-255. (rus)

7. Kolosova A.S., Pikalov E.C. Sovremennyye effektivnyye teploizolyatsionnyye materialy na organicheskoy osnove [Modern effective thermal insulation materials on organic basis]. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2021. No 4. Pp. 74-85. (rus)

8. Aditya L. et al. A review on insulation materials for energy conservation in buildings. *Renewable and sustainable energy reviews*. 2017. Vol. 73. Pp. 1352-1365.

9. Cosentino L., Fernandes J., Mateus R. A Review of Natural Bio-Based Insulation Materials //Energies. – 2023. Vol. 16. No 12. Pp. 4676.

10. Smirnova O.E., Ottochko S.Yu. Vozmozhnosti izgotovleniya teploizolyatsionnykh materialov na osnove organicheskikh otkhodov [Possibilities of manufacturing of thermal insulation materials based on organic waste]. *Proceedings of the Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin)*. 2017. Vol. 20. No 2. Pp. 120-130. (rus)

11. Shabalina O.N., Gorbushina T.N., Gordina A.F. Razrabotka teploizolyatsionnogo materiala s primeneniym kostry l'na [Development of thermal insulation material with the use of flax bark]. *Molodyye uchenyye-uskoreniyu nauchno-tekhnicheskogo progressa v XXI veke*. [Proceedings of the IV All-Russian Scientific and Technical Conference of Postgraduate Students, Masters Students and Young Scientists with International Participation (Young Scientists - Acceleration of Scientific and Technical Progress in the XXI Century)]. Izhevsk : Izd-vo INNOVA, 2016. Pp. 864-868. (rus)

12. Sodomon M., Stepina I.V. Teplofizicheskie svoystva kompozitnogo materiala na osnove rastitel'nogo syr'ya [Thermophysical properties of composite material based on plant raw materials]. *Silicate engineering and technology*. 2022. Vol. 29. No 4. Pp. 342-349. (rus)

13. Koteneva I.V. Borazotnyye modifikatory dlya zashchity drevesiny stroitel'nykh konstruktsiy. [Borazotnye modifiers for wood protection of building structures]. Moscow : MSCU, 2011. 191p. (rus)

14. Yang H. et al. Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolysis. *Fuel*. 2007. Vol. 86. No 12-13. Pp. 1781-1788.

15. Poletto M., Júnior H.L.O., Zattera A.J. Thermal decomposition of natural fibers: kinetics and degradation mechanisms. *Reactions and mechanisms in thermal analysis of advanced materials*. 2015. Pp. 515-545.

16. Mikova N.M., Fetisova O.Yu., Pavlenko N.I., Chesnokov N.V. Izucheniye termicheskogo povedeniya organosol'ventnykh ligninov, vydelennykh iz drevesiny pikhty i osiny [Study of thermal behavior of organosolvent lignins isolated from fir and aspen wood]. *Chemistry for sustainable development*. 2018. Vol. 26. No 4. Pp. 411-418. (rus)

17. Destaing F. Contribution à l'étude du comportement mécanique de matériaux composites biosourcés lin/PA11 élaborés par thermocompression : Diss. – Caen, 2012. (French).

18. Malyar Yu. N. et al. Izucheniye organosol'ventnykh ligninov s metodami gel'-pronikayushchey khromatografii i termicheskogo analiza [Study of organo-solvent lignins using gel permeation chromatography and thermal analysis]. *Journal of the Siberian Federal University. Chemistry*. 2019. Vol. 12. Vol. 1. Pp. 73-86. (rus)

19. Stepina I.V., Sodomon M., Kononov G.N., Petukhov V.A. Komponentnyy sostav modifitsirovannogo rastitel'nogo syr'ya [Component composition of modified plant raw materials]. *Don Engineering Bulletin*. 2022. Vol. 93. No 9. Pp. 223-231.

Информация об авторах:

Степина Ирина Васильевна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
г. Москва, Россия,
доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры Строительного материаловедения.
E-mail: sudeykina@mail.ru

Содомон Марк

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
г. Москва, Россия,
аспирант кафедры Строительного материаловедения.
E-mail: sodomonmarc@yahoo.fr

Крук Артем Анатольевич

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
г. Москва, Россия,
студент кафедры Строительного материаловедения.
E-mail: krukartem24020@gmail.com

Соловьева Екатерина Сергеевна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
г. Москва, Россия,
студент кафедры Строительного материаловедения.
E-mail: solovyevaakatya@gmail.com

Information about authors:

Stepina Irina V.

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia,
docent, candidate of technical sciences, lecturer of the department of Building Materials Science.
E-mail: sudeykina@mail.ru

Sodomon Mark

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia,
postgraduate student of the department of Building Materials Science.
E-mail: sodomonmarc@yahoo.fr

Kruk Artem An.

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia,
student of the department of Building Materials Science.
E-mail: krukartem24020@gmail.com

Solovieva Ekaterina S.

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia,
student of the department of Building Materials Science.
E-mail: solovyevaakatya@gmail.com