

ДИНАМИКА БИОДЕГРАДАЦИИ ДРЕВЕСИНЫ В ПОГИБШИХ ДРЕВОСТОЯХ ПИХТЫ СИБИРСКОЙ

С.Г. Елисеев, С.Н. Казицин

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф.

Решетнева, г. Красноярск, Россия,

e-mail: s-555s@yandex.ru, sergeikaz060890@yandex.ru

Аннотация. В работе представлены результаты исследований биодegradации сухостойной древесины пихты сибирской (*Abies sibirica*) в зависимости от давности гибели в насаждениях, погибших вследствие воздействия сибирского шелкопряда (*Dendrolimus sibiricus*) и полиграфа уссурийского (*Polygraphus proximus*). В качестве индикатора биодegradации древесины использовался показатель ударной вязкости при изгибе. По результатам проведенных исследований установлено, что показатель ударной вязкости древесины резко снижается только в первые 3-5 лет, что по-видимому обусловлено наиболее интенсивной биодegradацией древесины в этот период. В дальнейшем динамика биодegradации стволовой древесины сухостойных деревьев резко замедляется.

Ключевые слова. Древесина, биодegradация, сухостой, свойства древесины.

DYNAMICS OF WOOD BIODEGRADATION IN DEAD SIBERIAN FIR STANDS

S.G. Eliseev, S.N. Kazitsin

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology,

Krasnoyarsk, Russia, e-mail: s-555s@yandex.ru, sergeikaz060890@yandex.ru

Abstract. The paper presents the results of studies of biodegradation of Siberian fir (*Abies sibirica*) dry wood depending on the age of death in stands killed by Siberian silkworm (*Dendrolimus sibiricus*) and Ussuri polygraph (*Polygraphus proximus*). As an indicator of biodegradation of wood-sina the index of impact bending toughness was used. According to the results of the studies, it was found that the impact toughness of wood sharply decreases only in the first 3-5 years, which is apparently due to the most intensive biodegradation of wood during this period. In the future, the dynamics of biodegradation of stem wood of dry trees slows down sharply.

Keywords: Wood, biodegradation, dry wood, wood properties.

В условиях потепления климата происходит коренное изменение лесорастительных условий. Это приводит, как улучшению условий произрастания для древесных растений на территориях где лес ранее не произрастал, так и к массовой гибели насаждений на исконно лесных территориях. Массовая гибель древостоев происходит вследствие изменения гидрологического режима почв, лесных пожаров, болезней и вспышек массового размножения насекомых вредителей [1,2,3,4,5,6].

В настоящее время на территории Красноярского края наблюдается массовая гибель темнохвойных лесных насаждений от воздействия насекомых вредителей: сибирского шелкопряда (*Dendrolimus sibiricus*) и уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus*). Оба представленных вида из-за повышения средних температур в сибирском регионе распространяются за пределами своего коренного ареала обитания. Так сибирский шелкопряд в настоящее время активно осваивает северные территории Красноярского края, где ранее он не обитал, а полиграф уссурийский и вовсе является инвазивным видом для данного региона, естественный ареал обитания которого является дальний восток [7,8]. Из-за повреждения лесных насаждений данными видами вредителей на территории региона к настоящему времени скопилось огромное количество сухостойной древесины на площади более 1,4 млн. га (по данным Центра защиты леса Красноярского края). Основной древесной породой страдающей от воздействия этих видов вредителей является пихта сибирская (*Abies sibirica*).

Поскольку гибель насаждений зачастую происходит на значительных территориях с достаточно слабо развитой инфраструктурой, вырубка погибших насаждений в сжатые сроки не представляется возможной. Поэтому сухостойные насаждения длительное время занимают значительные территории и создают угрозу развития катастрофических пожаров.

Одной из проблем использования сухостойной древесины является отсутствие достоверных данных по динамике биодеструкции древесины при массовой гибели насаждений. Практический опыт показывает, что погибшие деревья утрачивают свою товарную стоимость как пиловочное сырье стремительно – в первые 2-3 года после гибели. При этом практически отсутствуют данные об изменении физико-механических свойств древесины в зависимости от давности гибели вследствие воздействия дереворазрушающих грибов.

Для определения динамики биодegradации древесины в погибших древостоях пихты сибирской были заложены пробные площади в сухостойных насаждениях погибших от воздействия сибирского шелкопряда и уссурийского полиграфа разной давности гибели. На пробных площадях путем сплошного перечёта были определены средние по высоте и диаметру модельные деревья из которых были выпилены кряжи для определения физико-механических свойств древесины.

Особое внимание при исследовании механических свойств сухостойной древесины пихты сибирской отводилось ударной вязкости древесины. Поскольку именно этот показатель наиболее чувствителен к воздействию дереворазрушающих грибов. Даже на ранних стадиях развития гнилей при сохранении плотности и прочности древесины по основным показателям ударная вязкость показывает резкое снижение древесины [9]. Поэтому в данном исследовании ударная вязкость была выбрана индикатором динамики биодеструкции сухостойной древесины.

Механические испытания древесины на ударную вязкость при изгибе проводились в соответствии со стандартными методиками, утвержденными ГОСТ 16483.0-89, ГОСТ 16483.4-73. Результаты испытаний древесины представлены на рисунках 1 и 2.

Исследование механических свойств сухостойной древесины позволило установить следующие особенности. Ударная вязкость сухостойной древесины в насаждениях, погибших от воздействия полиграфа уссурийского, резко снижается (на 40 %) уже в первые 3-5 лет (рисунок 1). Это свидетельствует об активном освоении стволовой древесины погибшего дерева дереворазрушающими грибами. После 5 лет с момента гибели темп снижения показателя замедляется и за последующие 5 лет нахождения дерева в сухостойном состоянии ударная вязкость уменьшается лишь на 9%. При этом у групп с 12-14 летней и 19-20 летней давностью гибели модельные деревья показывают увеличение ударной вязкости. Их показатели превышают 8-10 летнюю группу на 13,8 % и 24 % соответственно. Тем не менее, в сравнении с контролем их показатели на 33-39 % ниже, чем у растущих деревьев. Такие закономерности, по-видимому, объясняются селективным вываливанием деревьев с низкими физико-механическими свойствами, что наиболее интенсивно наблюдается при 8-10 летней давности гибели. К 20 годам с момента гибели в вертикальном состоянии остаются только деревья с более высокой плотностью и прочностью древесины относительно средних показателей по насаждению.

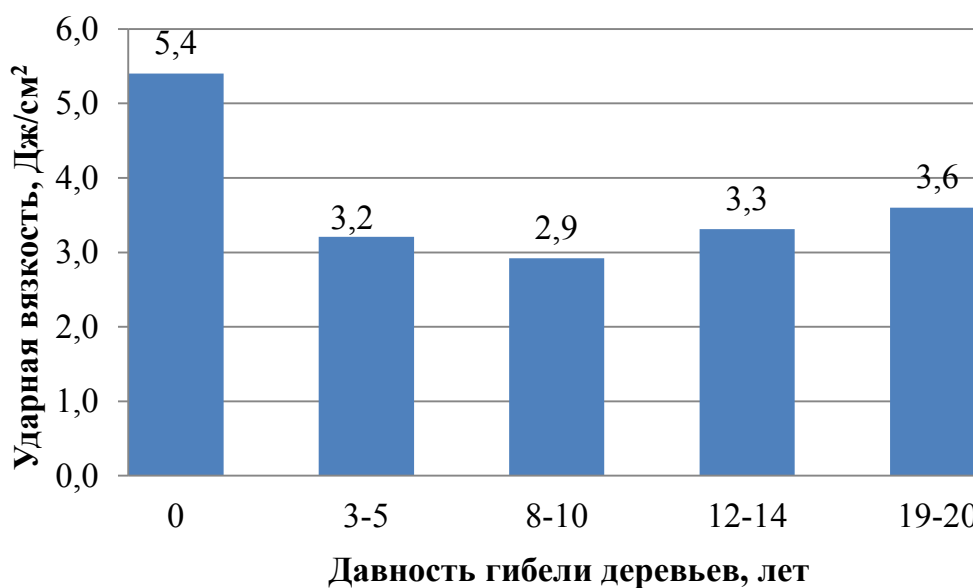


Рисунок 1 – Показатель ударной вязкости древесины при изгибе в насаждениях погибших от воздействия полиграфа уссурийского

При испытании древесины модельных деревьев погибших от воздействия сибирского шелкопряда на ударную вязкость (рисунок 2) деревья 5-летней давности гибели имели показатели на 28 % ниже в сравнении с древесиной контрольных деревьев. В то же время древесина моделей 8-летней давности гибели показала снижение ударной вязкости в сравнение с контролем в пределах 9 %.

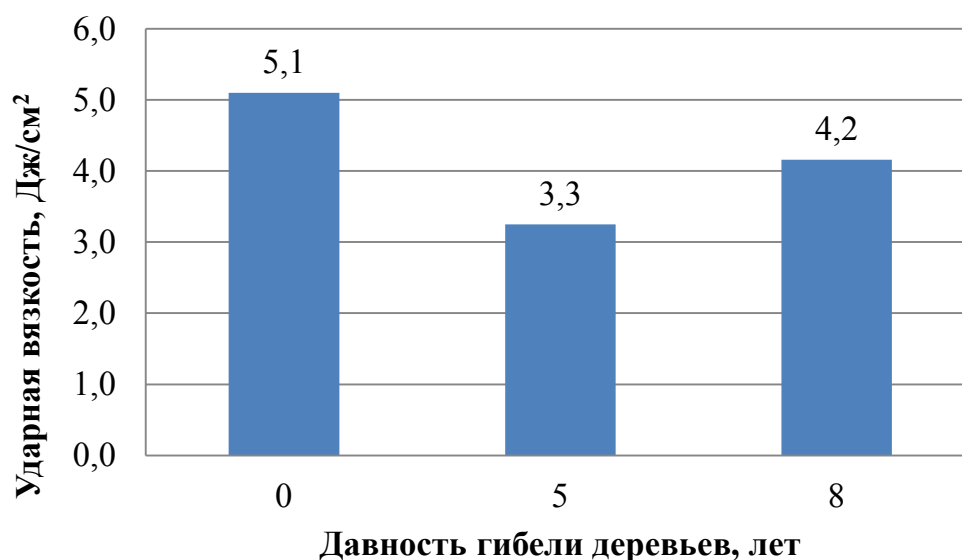


Рисунок 2 – Показатель ударной вязкости древесины при изгибе в насаждениях погибших от воздействия сибирского шелкопряда

Сопоставление показателей ударной вязкости деревьев погибших от воздействия полиграфа уссурийского и сибирского шелкопряда показало, что при давности гибели 3-5 лет результаты практически идентичны. В тоже время при давности гибели 8 лет деревья, погибшие от воздействия сибирского шелкопряда, имеют ударную вязкость на 45 % выше в сравнении с погибшими от воздействия полиграфа уссурийского. Эти особенности, по-видимому, связаны с более интенсивным изреживанием погибших от воздействия сибирского шелкопряда насаждений.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы. Процесс биодеструкции древесины сухостойных деревьев происходит не линейно. Резкое снижение показателя ударной вязкости наблюдается только в первые 3-5 лет. А затем данный показатель сохраняется примерно на одном уровне длительное время. После 8-10 лет отмечается рост показателя ударной вязкости, это связано с селективным вываливанием деревьев с более низкими физико-механическими показателями. В целом можно констатировать, что древесина в сухостойных насаждениях может длительное время сохранять достаточно высокие физико-механические показатели древесины. Но при этом следует учитывать, что даже при относительно небольшой давности гибели сухостойная древесина становится более хрупкой. Такую древесину в несущих конструкциях следует использовать с осторожностью.

Финансирование: Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России на выполнение коллективом научной лаборатории «Биорефайнинг лесных ресурсов» проекта «Исследование закономерностей процессов биодеструкции древесины погибших древостоев для разработки научно-обоснованных подходов получения новых функциональных материалов» (Номер темы FEFE-2024-0032).

Список литературы

1. Стороженко В.Г. Древесный отпад в структурах лесного биогеоценоза // Хвойные бореальной зоны. - 2010. - Т. XXVII. - №3-4. - С. 279 - 283.
2. Замолодчиков Д.Г. Оценка пула углерода крупных древесных остатков в лесах России с учетом влияния пожаров и рубок // Лесоведение. - 2009. - 4. - С. 3 - 15.
3. Aber J. Forest processes and global environmental change: The effects of individual and multiple stressors on forests // BioScience. - 2001. - 51. - P. 735 - 751.
4. Hansen A.J., Neilson R.P., Dale V.H., Flather C.H., Iverson L.R., Currie D.J., Shafer S., Cook R., Bartlein P.J. Global change in forests: Responses of species, communities, and biomes // BioScience. - 2001. - 51. - P.765 - 779.
5. Hanson P.J., Weltzin J.F. Drought disturbance from climate change response of United States forests // Science of the Total Environment. - 2000. - № 262. - P. 205 - 220.
6. Dale V.H., Linda A.J., McNulty S., Neilson R.P., Ayres M.P., Flannigan M.D., Hanson P.J., Irland L.C., Lugo A.E., Peterson C.J., Simberloff D., Swanson F.J., Stocks B.J., Wotton B.M. Climate Change and Forest Disturbances // BioScience. - 2001. - V. 51. - P. 723 - 734.
7. Kharuk, V.I., Im, S.T., Petrov, I.A., Dvinskaya, M.L., Shushpanov A.S., Golyukov A.S. Climate-driven conifer mortality in Siberia // Glob. Ecol. Biogeogr. - 2020. - 30. - P. 543 - 556.
8. Demidko D.A., Goroshko A.A., Slinkina O.A., Mikhaylov P.V., Sultson S.M. The Role of Forest Stands Characteristics on Formation of Exterior Migratory Outbreak Spots by the Siberian Silk Moth *Dendrolimus sibiricus* (Tschetv.) during Population Collapse // Forests. - 2023. - 14. - P. 1078.
9. Уголев, Б. Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения [Текст] : учеб. для лесотехнических вузов / Б. Н. Уголев. – 4-е изд. – Москва : МГУЛ, 2005. – 340 с.

References

1. Storozhenko V.G. Tree fall in the structures of forest biogeocenosis // Conifers of the boreal zone. - 2010. - VOL. XXVII. - №3-4. - С. 279 - 283.
2. Zamolodchikov D.G. Estimation of the carbon pool of large woody debris in Russian forests taking into account the impact of fires and logging // Lesovedenie. - 2009. - 4. - С. 3 - 15.
3. Aber J. Forest processes and global environmental change: The effects of individual and multiple stressors on forests // BioScience. - 2001. - 51. - P. 735 - 751.
4. Hansen A.J., Neilson R.P., Dale V.H., Flather C.H., Iverson L.R., Currie D.J., Shafer S., Cook R., Bartlein P.J.. Global change in forests: Responses of species, communities, and biomes // BioScience. - 2001. - 51. - P.765 - 779.
5. Hanson P.J., Weltzin J.F.. Drought disturbance from climate change response of United States forests // Science of the Total Environment. - 2000. - № 262. - P. 205 - 220.
6. Dale V.H., Linda A.J., McNulty S., Neilson R.P., Ayres M.P., Flannigan M.D., Hanson P.J., Irland L.C., Lugo A.E., Peterson C.J., Simberloff D., Swanson F.J., Stocks B.J., Wotton B.M. Climate Change and Forest Disturbances // BioScience. - 2001. - V. 51. - P. 723 - 734.
7. Kharuk, V.I., Im, S.T., Petrov, I.A., Dvinskaya, M.L., Shushpanov A.S., Golyukov A.S. Climate-driven conifer mortality in Siberia // Glob. Ecol. Biogeogr. - 2020. - 30. - P. 543 - 556.
8. Demidko D.A., Goroshko A.A., Slinkina O.A., Mikhaylov P.V., Sultson S.M. The Role of Forest Stands Characteristics on Formation of Exterior Migratory Outbreak Spots by the Siberian Silk Moth *Dendrolimus sibiricus* (Tschetv.) during Population Collapse // Forests. - 2023. - 14. - P. 1078.
9. Ugolev, B. N. Wood-wood science with the basics of forest commodity science [Text] : textbook for forestry universities / B. N. Ugolev. - 4th ed. - Moscow : MGUL, 2005. - 340 с.