

УДК 674.038.1:582.475

**Ю. А. Ларинина**, магистр биологических наук, аспирант (БГТУ);  
**А. И. Блинцов**, кандидат биологических наук, доцент (БГТУ);  
**А. В. Хвасько**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (БГТУ)  
**М. В. Ермохин**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник  
(Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси)

### ИЗМЕНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ УСЫХАЮЩИХ И СУХОСТОЙНЫХ ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ

В статье приведены результаты исследований влияния срока давности образования сухостоя на механические свойства древесины общего отпада в очагах усыхания ели европейской. Установлено, что прочностные и эксплуатационные качества древесины ели снижаются прямо пропорционально сроку давности усыхания. При этом механические свойства древесины с возрастом усыхания до 5 лет снижаются незначительно.

The article contains results of the studies of influence of tree death prescription on the mechanical properties of dead wood in the centers of Norway spruce shrinkage. It was found that the strength and exploitative qualities of spruce wood are reduced in the direct proportion to the increase of tree death prescription. At the same time mechanical properties of wood are reduced slightly with the age of dead tree up to 5 years.

**Введение.** Особую значимость в условиях рыночной экономики приобретают вопросы продуктивности лесных насаждений и рационального использования древесных ресурсов. В связи с этим качество древесного сырья является одной из важных характеристик эффективности лесовыращивания. Ель европейская – одна из основных лесобразующих пород в Беларуси. Еловые насаждения выполняют водоохранные, водорегулирующие и другие полезные функции, а также характеризуются высоким качеством древесины.

В настоящее время в республике наблюдается массовое усыхание ельников, вызванное воздействием ряда причин: некрозные и раковые болезни ветвей и стволов, гнилевые болезни стволов и корней, стволовые вредители, изменение гидрологического режима, ветровал и др. [1–3]. Основной ущерб от усыхания насаждений сводится к снижению технических качеств древесины усохших деревьев, более низкому выходу высококачественных лесоматериалов и ее обесцениванию. В связи с этим рациональное использование древесного сырья из данных насаждений во многом зависит от технических свойств древесины.

При этом для характеристики прочностных, технологических и эксплуатационных свойств древесины, проявляющихся при воздействии различных нагрузок и усилий, наибольшее значение имеют такие механические показатели, как сжатие древесины, статический изгиб, ударная вязкость и др. [4, 5].

Изучение основных физико-механических свойств древесины в различных насаждениях (сосновых, дубовых, березовых, ясеневых) и выявление фауны сухостойных деревьев

свидетельствуют об изменении ее качеств и свойств в течение времени, что представляет собой определенную сукцессию, к которой в той или иной степени привязаны разные группы насекомых-ксилофагов и дереворазрушающих грибов [6–9]. В то же время до сих пор недостаточно полно изучен вопрос о свойствах древесины усыхающих и сухостойных деревьев ели европейской, что не позволяет дать рекомендации по ее рациональному использованию.

Целью работы было изучение изменения механических свойств древесины ели европейской в усыхающих насаждениях.

**Основная часть.** Для достижения поставленной цели в 2013 г. на территории ГЛХУ «Могилевский лесхоз» были подобраны участки усыхающих ельников, в которых закладывали временные пробные площади и заготавливали материал для исследования механических свойств древесины [10].

Пробная площадь № 1 находится в выделе 2 квартала 30 Заходского лесничества. Состав насаждения 1 ярус – 10Е, возраст – 90 лет, 2 ярус – 10Е, возраст – 60 лет. Средний диаметр – 29,2 см, средняя высота – 27,0 м. Тип леса – ельник кисличный. Бонитет – I, относительная полнота насаждения – 0,5, запас на 1 га – 284 м<sup>3</sup>. Класс биологической устойчивости третий, расположение усохших деревьев на пробной площади куртинно-групповое.

Пробная площадь № 2 находится в выделе 22 квартала 33 Заходского лесничества. Состав насаждения – 7Е3С, возраст – 60 лет. Средний диаметр – 25,5 см, средняя высота – 28,1 м. Тип леса – ельник кисличный. Бонитет – Ia, относительная полнота – 0,7, запас на 1 га – 397 м<sup>3</sup>. Класс биологической устойчивости второй,

расположение усохших деревьев на пробной площади куртинно-групповое.

Пробная площадь № 3 находится в выделе 3 квартала 39 Заходского лесничества. Состав насаждения – 10Е, возраст – 60 лет. Средний диаметр – 22,7 см, средняя высота – 25,0 м. Тип леса – ельник кисличный. Бонитет – I, полнота – 0,2, запас на 1 га – 97 м<sup>3</sup>. Класс биологической устойчивости третий, расположение усохших деревьев на пробной площади сплошное.

На пробных площадях было отобрано 29 модельных деревьев, из которых в комлевой части ствола были взяты кряжи длиной 1,5 м на высоте 1,3–2,8 м. Далее кряжи были распилены на доски и из них изготовлены бруски, которые выдерживали в комнатных условиях в течение 1,5–2,0 месяцев до достижения влажности 12–15%, а затем использовали для получения образцов.

Показатели механических свойств определяли по стандартным методикам [11–15] на универсальной испытательной машине MTS Insight 100 и маятниковом копре. Вывод данных и их обработка осуществлялась в программах Test Works 4 и Microsoft Excel. Полученные показатели были приведены к нормализованной влажности.

Для определения возраста сухостоя с каждого модельного дерева на высоте 1,3 м были взяты спилы древесины. Дополнительно были отобраны керны древесины у контрольных деревьев, расположенных в неповрежденном 60-летнем ельнике кисличном. Срок гибели модельных деревьев определялся в лаборатории продуктивности и устойчивости лесных экосистем ГНУ «Институт экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича НАН Беларуси» дендрохронологическим методом [16].

Показатели механических свойств древесины общего отпада в очагах усыхания ели приведены в таблице, а их динамика представлена на рис. 1–3.

Данные таблицы показывают, что с возрастом сухостоя показатели механических свойств древесины ели снижаются. Это связано с возникновением и развитием дереворазрушающих грибов, действием стволовых вредителей, а также с воздействием сезонных изменений других биотических и абиотических факторов. Также следует отметить, что механические свойства ухудшаются уже у сухостоя текущего года по сравнению с древесиной деревьев без признаков ослабления.

#### Механические свойства древесины ели европейской в зависимости от времени образования сухостоя

Вид испытания	Показатели	Без признаков ослабления	Усыхающие	Сухостой текущего года	Сухостой прошлого года	Старый сухостой (5 лет)	Старый сухостой (7 лет)	Старый сухостой (10 лет и старше)
Сжатие вдоль волокон	Количество образцов, шт.	265	234	201	192	643	462	252
	Предел прочности, МПа	51,4 ± 0,9	53,0 ± 1,2	47,2 ± 0,8	45,3 ± 1,1	41,5 ± 0,5	39,6 ± 0,7	35,5 ± 0,5
	Коэффициент вариации, %	13,8	16,8	12,7	16,5	15,1	18,8	12,4
	Точность, %	0,9	1,1	0,9	1,2	0,6	0,9	0,8
Статический изгиб	Количество образцов, шт.	39	67	36	40	88	114	61
	Предел прочности, МПа	73,6 ± 6,0	76,4 ± 4,5	63,3 ± 2,8	58,4 ± 4,1	51,4 ± 4,0	51,3 ± 2,4	40,8 ± 1,9
	Коэффициент вариации, %	25,0	24,2	13,1	21,8	36,7	24,7	17,9
	Точность, %	4,0	3,0	2,2	3,5	3,9	2,3	2,3
Ударная вязкость при изгибе	Количество образцов, шт.	36	86	40	35	56	81	46
	Ударная вязкость, Дж/см <sup>2</sup>	5,3 ± 0,7	5,6 ± 0,5	4,6 ± 0,7	4,2 ± 0,6	3,5 ± 0,3	3,4 ± 0,2	2,8 ± 0,3
	Коэффициент вариации, %	39,4	42,7	46,8	41,4	37,0	19,9	31,4
	Точность, %	6,6	4,6	7,4	7,0	4,9	2,2	4,6

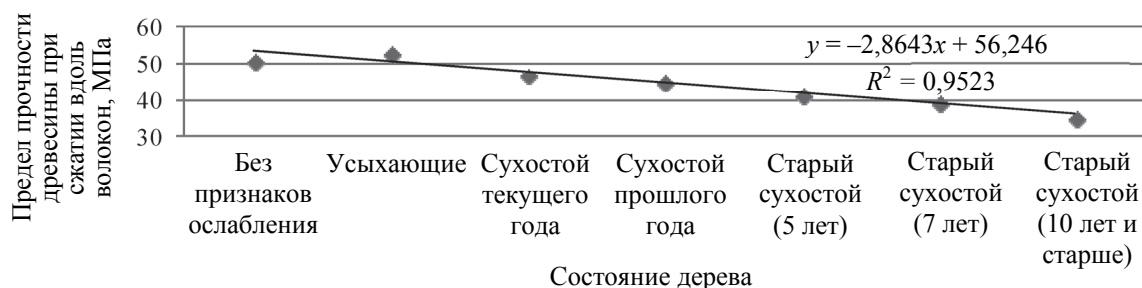


Рис. 1. Изменение предела прочности древесины ели европейской при сжатии вдоль волокон

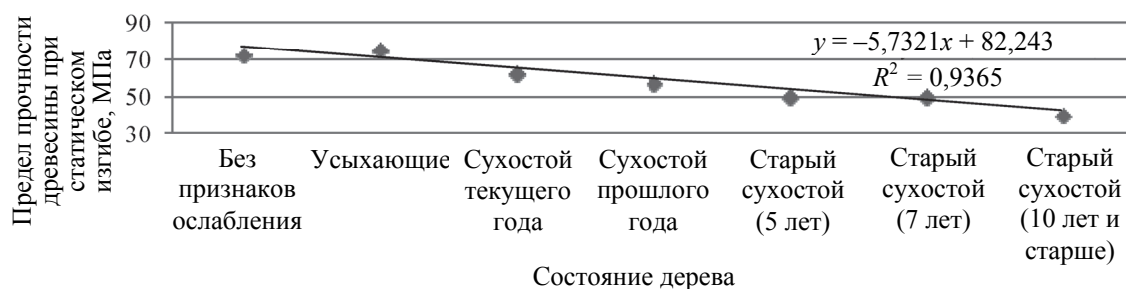


Рис. 2. Изменение предела прочности древесины ели европейской при статическом изгибе

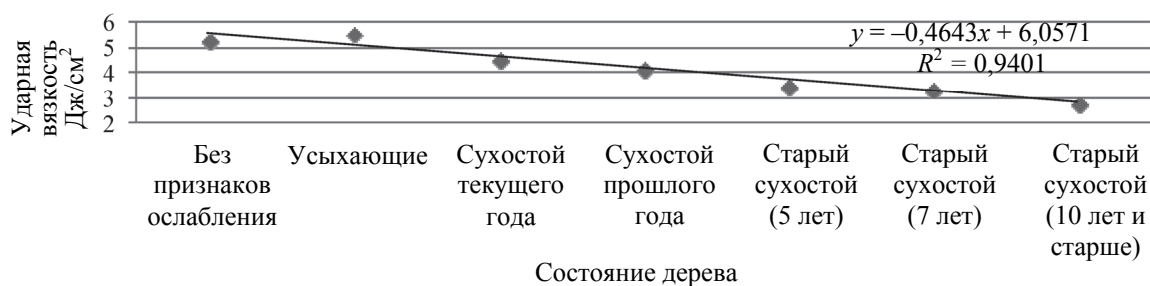


Рис. 3. Изменение ударной вязкости древесины ели европейской

Предел прочности древесины ели при сжатии вдоль волокон изменяется от 51,4 до 35,5 МПа в зависимости от состояния дерева. Коэффициент вариации в пределах каждой группы состояния деревьев составляет от 12,4 до 18,8%, а точность определения показателя – от 0,6 до 1,2%.

Предел прочности при статическом изгибе изменяется с течением времени от 73,6 до 40,8 МПа, а ударная вязкость при изгибе – от 5,3 до 2,8 Дж/см<sup>2</sup>. При этом изменчивость данных показателей значительная (коэффициент вариации в среднем более 20%).

На графиках видно, что показатели механических свойств древесины и срок давности усыхания деревьев находятся в обратной линейной корреляционной зависимости. Поскольку коэффициент корреляции составляет 0,97–0,98, то корреляционная связь сильная.

Предел прочности древесины при сжатии вдоль волокон у однолетнего сухостоя уменьшается почти на 12%, предел прочности древесины при статическом изгибе и ударная вязкость – почти на 21%. Уже через 5 лет после

усыхания отклонение механических показателей от древесины деревьев без признаков ослабления составляет 19–34%. Установлено, что предел прочности древесины при сжатии вдоль волокон у деревьев в возрасте усыхания 10 лет и больше снижается в 1,4 раза, при статическом изгибе – в 1,8 раза, а ударная вязкость – в 1,9 раза в сравнении с показателями древесины здоровых деревьев. Наблюдаемое незначительное повышение механических свойств у усыхающих деревьев вероятно связано с анатомическими изменениями в структуре растительной клетки.

**Заключение.** Таким образом, изучение изменения механических свойств древесины ели в зависимости от времени усыхания показало, что прочностные и эксплуатационные качества древесины деревьев со сроком усыхания до 5 лет под воздействием абиотических и биотических факторов снижаются незначительно. Дальнейшее увеличение срока усыхания приводит к существенной деградации качества древесины.

### Литература

1. Ларина Ю. А., Блинцов А. И., Сазонов А. А. Особенности усыхания еловых насаждений Оршанско-Могилевского лесорастительного района и оценка их состояния // Мониторинг и оценка состояния растительного мира: материалы IV Междунар. науч. конф., Браслав, 30 сент. – 4 окт. 2013 г. / Ин-т экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси; редкол.: А. В. Пугачевский [и др.]. Минск, 2013. С. 130–132.

2. Изменение биологической устойчивости еловых насаждений под воздействием патологических факторов / Ю. А. Ларина [и др.] // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. / ИЛ НАН Беларуси. 2012. Вып. 72. С. 466–470.

3. Ларина Ю. А., Мокич А. А. Оценка состояния еловых насаждений Могилевского ГПЛХО и роль короедов в их усыхании // Первый шаг в науку – 2012: сб. материалов IX Междунар. форума студенческой и учащейся молодежи. Минск, 2012. С. 20–23.

4. Уголев Б. Н. Древесиноведение и лесное товароведение: учебник. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. 351 с.

5. Федоров Н. И. Лесное товароведение. Минск: БГТУ, 2010. 356 с.

6. Сарнацкий В. В. Ельники: формирование, повышение продуктивности и устойчивости в условиях Беларуси. Минск: Тэхналогія, 2009. 334 с.

7. Изучить причины усыхания ели в лесах Беларуси и разработать комплекс научно-обоснованных мероприятий по снижению потерь деловой древесины и повышению устойчивости ельников: отчет о НИР (заключ.) / Белорус. гос. технол. ун-т; рук. темы Н. И. Федоров. Минск, 1998. 281 с. № ГР 1995999.

8. Федоров Н. И., Звягинцев В. Б. О деградации древесины ясеня в усыхающих насажде-

ниях // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во. 2009. Вып. XVII. С. 278–280.

9. Волченкова Г. А., Звягинцев В. Б. Дегра- дация качества древесины сухостойных деревь- ев сосны в очагах корневой губки // Современ- ное состояние и перспективы охраны и защиты лесов в системе устойчивого развития: мате- риалы Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 9–11 окт. 2013 г. / Ин-т леса НАН Беларуси; редкол.: А. И. Ковалевич [и др.]. Гомель, 2013. С. 189–192.

10. Древесина. Метод отбора модельных деревь- ев и кряжей для определения физико- механических свойств древесины насаждений: ГОСТ 16483.10–73. Введ. 01.07.74. М.: Гос- стандарт СССР: Изд-во стандартов, 1986. 6 с.

11. Древесина. Методы определения влаж- ности: ГОСТ 16483.7–71. Введ. 01.01.73. М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1986. 4 с.

12. Древесина. Метод определения пре- дела прочности при сжатии вдоль волокон: ГОСТ 16483.10–73. Введ. 01.07.74. М.: Гос- стандарт СССР: Изд-во стандартов, 1986. 6 с.

13. Древесина. Метод определения пре- дела прочности при статическом изгибе: ГОСТ 16483.3–84. Введ. 01.07.74. М.: Гос- стандарт СССР: Изд-во стандартов, 1986. 8 с.

14. Древесина. Методы определения удар- ной вязкости при изгибе: ГОСТ 16483.4–73. Введ. 01.07.74. М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1986. 5 с.

15. Федоров Н. И., Пауль Э. Э. Древесинов- ведение и лесоматериалы. Практикум. Минск: БГТУ, 2006. 292 с.

16. Ермохин М. В., Пугачевский А. В. Ме- тодика оценки потерь прироста древесины на основе дендрохронологических материалов. Минск: Право и экономика, 2011. 24 с.

*Поступила 20.01.2014*