



**Рис. 1.** Номограмма для определения оптимальной температуры нагрева на оси сортимента в зависимости от породы древесины: 1 — ель, кедр; 2 — липа; 3 — сосна, осина; 4 — ольха; 5 — береза; 6 — вяз; 7 — бук; 8 — дуб; 9 — ясень

Таким образом, при определенных параметрах тепловой обработки, в частности при оптимальной температуре для каждой породы, можно достичь увеличения скорости и снижения усилий строгания, что безусловно повышает качество механической обработки древесины.

#### ВЫВОДЫ

1. Исследования объемной твердости древесины позволили вскрыть закономерности разрушения древесины в процессе вдавливания в неё пуансона и определить истинный момент измерения величины нагрузки.
2. Проведенные исследования дают возможность на более высоком уровне проводить технологические режимы сушки пиломатериалов и режимы пропаривания сортиментов.
3. В результате проведенных исследований отбраковка пиломатериалов при сушке с 15% сократится до 6–8%, а при пропаривании до 4–5%.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чудинов Б.С. Теория тепловой обработки древесины / Б.С. Чудинов. – М., 1968. –256 с.
2. Волынский В. Н. Взаимосвязь показателей чистой древесины / В.Н. Волынский. – 2-е изд. – Архангельск: АГТУ, 2005. – 178 с.

УДК 630.811:674.031.632.13(51)

### МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КСИЛЕМЫ СТВОЛА БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ В ТЕХНОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ЛАНШАФТАХ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

**В.В. Стасова**, канд. биол. наук, старший научн. сотр. ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН  
roman@akadem.ru

**Л.Н. Скрипальщикова**, с.н.с., доцент, к.б.н., ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН

**А.И. Татаринцев**, доцент, к.б.н., ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН

**М.А. Пляшечник**, м.н.с., ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН

**А.А. Некрасова**, ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск, РФ

*Рассмотрены морфометрические характеристики ксилемы ствола березы повислой, произрастающей под влиянием выбросов алюминиевого производства и тепловых станций.*

В связи с происходящим в последнее десятилетие ростом производства, использованием новых технологий, а так же из-за возросшего количества автотранспорта значительно увеличилось техногенное воздействие на биотические компоненты в городских и пригородных ландшафтах. Особое место в промышленных потоках занимает поступление техногенной пыли и тяжелых металлов (ТМ) в окружающую среду и их влияние на древесную растительность. Березовые насаждения Красноярской лесостепи, произрастающие по основному ветровому переносу выбросов алюминиевого производства и тепловых станций, работающих на бурых углях, можно отнести к многолетним техногенным резервуарам этих промышленных потоков. Цель настоящей работы заключалась в изучении морфометрических показателей

тканей стволов березы повислой *Betula pendula* Roth, продуцирующей в условиях многолетнего воздействия техногенных потоков. Исходя из поставленной цели, выполнялись следующие задачи:

1. Определение количественных показателей накопления техногенной пыли и содержания тяжелых металлов в листьях березы повислой;

2. Изучение влияния техногенных нагрузок на морфометрические характеристики тканей ствола: ширину годичных приростов ксилемы, частоту ксилемных лучей, частоту сосудов и размеры их поперечного сечения.

Исследования проводились на мониторинговых пробных площадях в березняках разнотравных, произрастающих на восточной окраине города Красноярска между Есаульским и Березовским борами в сравнении с фоновыми березовыми насаждениями Емельяновского и Юкеевского лесничеств, произрастающих соответственно в 40 и 100 км от города вне основного переноса промышленных выбросов. Нарушенные березняки V класса возраста, II-III классов бонитета, сомкнутостью крон 0,6–0,8. Березняки Емельяновского лесничества V класса возраста, II-III классов бонитета, сомкнутостью крон 0,7–0,8. Березовые сообщества Юкеевского лесничества порослевого происхождения, VI–VIII классов возраста с единично встречающейся в составе древостоя сосной и осинной.

В исследованиях были использованы стандартные лесотаксационные (Санитарные правила..., 1998), экологические методики и физико-химические методы. Аккумуляция пыли компонентами березовых насаждений изучалась по методике Ж. Детри (1973). Анализ образцов на содержание тяжелых металлов проводился на программно-аналитическом комплексе на основе портативного рентгенофлуоресцентного кристалл-дифракционного сканирующего спектрометра «СПЕКТРОСКАН – МАКС G» в отделе физико-химической биологии и биотехнологии древесных растений в ИЛ СО РАН. Прибор утвержден в качестве средства измерений Госстандартом РФ (Рентгенофлуоресцентный метод..., 2008). Измерения морфологических характеристик древесины проводили методом световой микроскопии на поперечных срезах кернов, взятых на высоте 1,3 м из стволов 5 модельных деревьев на каждой пробной площади (Стасова и др., 2011).

В результате исследований установлено, что в березняках разнотравных техногенные нагрузки в сравнении с исследованиями 1992 года (Скрипальщикова, 1997) возросли. В настоящее время березняки испытывают высокие техногенные нагрузки. На поверхности и внутри листьев аккумулируется техногенной пыли от 3–11 г/кг сух. массы. Концентрации тяжелых металлов варьируют в широких пределах. Среди исследуемых микроэлементов отмечены значительные валовые концентрации цинка. В почвах под березняками установлены следующие микроэлементы: никель, медь, цинк, свинец, кобальт, стронций, ванадий, хром, мышьяк, железо, марганец. Валовое содержание цинка и мышьяка превышает ОДК этих элементов в почве (Дополнение №1 к перечню ПДК и ОДК №6229-91).

В результате изучения морфометрических характеристик ксилемы ствола в связи с концентрацией тяжелых металлов на поверхности и внутри листового аппарата выявлены некоторые особенности. Так, ширина годичного прироста в целом проявляет тенденции к уменьшению при увеличении содержания стронция, никеля, цинка и хрома в листьях, причем наибольшее влияние оказывают цинк и хром.

Частота ксилемных лучей (количество лучей на 1 мм поперечного среза годичного слоя) – величина, в целом изменяющаяся незначительно. В то же время следует отметить выраженную тенденцию к уменьшению количества лучей с увеличением содержания в листьях ТМ, особенно никеля и хрома. Лучи играют роль транспортных путей при радиальном транспорте питательных веществ, а также роль хранилищ запасов углеводов в виде крахмала.

Количество сосудов на 1 мм<sup>2</sup> поперечного среза годичного слоя положительно коррелирует с содержанием цинка в листьях и отрицательно – с количеством никеля и хрома. Коэффициенты линейной корреляции небольшие, поэтому можно говорить лишь о тенденциях.

Повышение содержания ТМ в листьях отрицательно влияет на размеры сосудов. Найдено, что площадь поперечного сечения одиночных сосудов проявляет выраженную тенденцию к уменьшению при увеличении в листьях концентрации цинка, никеля и хрома.

Общее отложение пыли на листьях березы оказывает негативное влияние на формирование древесины только при высоких значениях пылевой нагрузки.

Известно, что избыток цинка вызывает подавление роста растений, синтеза хлорофилла, деградацию хлоропластов, нарушения в поглощении питательных элементов (Broadley et al., 2007). В нашем случае повышенная концентрация цинка в почве и листьях не являются предельными для такой толерантной породы, как береза. Тем не менее, наблюдаются изменения в количестве и структуре годичного прироста ксилемы ствола. Дальнейшее повышение концентраций ТМ в почве и атмосфере может привести к деградации этих насаждений, жизненное состояние которых в настоящее время является ослабленным.

Критические концентрации никеля в растениях варьируют в диапазоне 10–50 мг/кг сухой массы (Welch, 1995). Типичные симптомы интоксикации – хлороз между жилками листьев, подавление фотосинтеза, дыхания, роста, водного обмена (Битюцкий, 2011). В исследованных березняках содержание никеля на поверхности и внутри листьев достигает указанного диапазона критических концентраций.

Влияние этого элемента проявляется в снижении ширины годичных приростов ксилемы, уменьшении частоты сосудов и особенно площади их поперечных сечений.

По данным Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. (1989) избыточная или токсичная концентрация хрома в зрелых тканях листьев находится в диапазоне – 5–30 мг/кг сухой массы. Такая же концентрация определена в листьях березы повислой в нарушенных насаждениях Красноярской лесостепи. Ответная реакция на повышение концентрации хрома проявляется в уменьшении ширины годичных приростов древесины, некотором увеличении частоты сосудов при уменьшении их просветов.

Стронций довольно распространен в земной коре и значительно варьирует по содержанию в почве и в растениях. О токсичности стронция для растений немного сведений, и растения по толерантности к этому элементу сильно различаются (Кабата-Пендиас А., Пендиас Х., 1989, Кулагин, Шагиева, 2005). В нашей работе выявлено, что содержание стронция на поверхности листьев колеблется в пределах 7–300 мг/кг сухой массы, внутри – 15–800 мг/кг сухой массы. Влияние этого элемента отмечено только на размер просвета сосудов, уменьшающийся при увеличении концентрации стронция.

Таким образом, ослабленное состояние техногенно нарушенных березовых древостоев Красноярской лесостепи обусловлено многолетним накоплением пыли и тяжелых металлов. Внешние проявления ослабления сопровождаются изменениями количества и структуры прироста древесины в стволах деревьев. Влияние тяжелых металлов на ростовые процессы проявляется на уровне тенденций к снижению ширины годичных приростов ксилемы, изменению частоты ксилемных лучей, уменьшению размеров просветов сосудов. Таким образом, продуктивность деревьев и древостоев в целом снижается под действием загрязнения тяжелыми металлами.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Битюцкий Н.П. Микроэлементы высших растений / Н.П. Битюцкий. – СПб.: Из-во С.-Петербур. у-та, 2011. – 368 с.
2. Детри Ж. Атмосфера должна быть чистой / Ж Детри. – М.: Прогресс, 1973. – 380 с.
3. Дополнение №1 к перечню ПДК и ОДК №6229-91.
4. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях: пер. с англ. / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
5. Кулагин А.А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей / А.А. Кулагин, Ю.А. Шагиева. – М.: Наука, 2005. – 190 с.
6. Рентгенофлуоресцентный метод анализа: методические указания к лабораторным работам / А.А. Комиссаренков, С.Б. Андреев / ГОУВПО СПб ГТУ РП. – СПб., 2008. – 36 с.
7. Санитарные правила в лесах Российской Федерации; введены 27.01.98. №1458. – М., 1998.
8. Скрипальщикова Л.Н. Пылеулавливающие свойства лесных экосистем в лесостепных районах Средней Сибири: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Скрипальщикова Л.Н. – Красноярск, 1997. – 19 с.
9. Строение и развитие тканей ствола *Betula pendula* (Betulaceae) в условиях антропогенного загрязнения / В.В. Стасова, Л.Н. Скрипальщикова, О.Н. Зубарева, А.И. Татаринцев // Растительные ресурсы. – 2011. – Выпуск 2. – Т. 47. – С. 66–75.
10. Broadley M.R., White P.J., Hammond J.P., Zelko I., Lux A. Zinc in plant // *New phytologist*. – 2007. – V.173. – P. 677–702.
11. Welch R.M. Micronutrient nutrition of plants // *Cri. Rev. Plant Sci.* – 1995. – Vol.14(1). – P.49–82.

УДК 630.811

#### КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТА ПАМЯТИ ДРЕВЕСИНЫ

**Б.Н. Уголев**

д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВПО МГУЛ, г. Мытищи, РФ  
[ugolev@mgul.ac.ru](mailto:ugolev@mgul.ac.ru)

**Г.А. Горбачева**

канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВПО МГУЛ, г. Мытищи, РФ  
[gorbacheva@mgul.ac.ru](mailto:gorbacheva@mgul.ac.ru)

**С.Ю. Белковский**

аспирант, ФГБОУ ВПО МГУЛ, г. Мытищи, РФ  
[belkovskiy@ro.ru](mailto:belkovskiy@ro.ru)

*В статье приведены результаты исследований, показывающие целесообразность применения показателей эффекта памяти формы полимеров для древесины.*

Доминантным признаком умных материалов является «эффект памяти формы». Этот эффект заключается в том, что упомянутые материалы после принудительного изменения формы способны восстанавливать свою первоначальную форму в результате возвращения исходного физического состоя-