

Исследование положения кармашков в стволе дерева лиственницы даурской

А.Ю. Охлопкова

ООО «Азия Лес» пер. Облачный, 78а, 11, г. Хабаровск, Россия

anna.okhlopkova@gmail.com

Статья поступила 14.06.2017, принята 15.09.2017

В статье описаны полевые исследования положения кармашков в стволе дерева лиственницы даурской, проведенные с целью сбора статистических данных, их анализа и получения математических зависимостей с морфологическими параметрами дерева для последующего использования в математическом моделировании при решении задач по оптимизации объемно-ценностного выхода продукции лесопильно-деревообрабатывающих предприятий. Приведено обоснование исследований и сбора данных о положении и размерах кармашков с точки зрения поиска оптимального раскроя бревна для получения пиломатериалов более высокого качества. В основу работы по изучению кармашков как порока строения древесины положен анализ соответствующих требований основных российских и международных стандартов качества хвойных пиломатериалов. В статье пошагово проиллюстрирован процесс сбора необходимых данных. Выявлена зависимость положения кармашков от качественных зон ствола, а также от основных морфологических параметров ствола дерева. Вычислены границы скопления кармашков по толщине и длине ствола дерева. В результате исследования выявлено одинаковое количество кармашков с северной и южной сторон сердцевинной вырезки. Более половины обнаруженных кармашков находились в зонах, включавших прочие пороки строения древесины. Наиболее явная зависимость выявлена в отношении зон присучковой древесины, границ перехода от ядровой к заболонной и от заболонной к лубяной древесине.

Ключевые слова: древесина; ствол дерева; кармашки; даурская лиственница.

Study of the position of pitch pockets in the tree trunk of the Dahurian larch

A. Yu. Okhlopkova

“Asia Les” Ltd; 78a, 11, Oblachny Per., Khabarovsk, Russia

anna.okhlopkova@gmail.com

Received 14.06.2017, accepted 15.09.2017

The article deals with the study of the position of pitch pockets in Dahurian larch tree trunk. It describes field research on defect of wood structure with a view to collecting statistical data, its analysis and obtaining mathematical dependences with morphological parameters of the tree for subsequent use of data in mathematical modeling when solving the problems of optimization of output of lumber and wood products industry. The article substantiates the research on data collection on the position and size of pitch pockets in Dahurian larch tree trunk to find the optimal cutting of logs for obtaining sawn wood of higher quality. The author gives a consistent and detailed description of the research method. The analysis of the requirements for the defect of the main Russian and international quality standards for soft timber serves as the basis for this research. The process of necessary data collection is illustrated step by step in the article. The results of the research of pitch pockets in Dahurian larch tree trunk are analyzed in detail. The dependence of the pockets' position on qualitative zones of the trunk, as well as on the main morphological parameters of tree trunk, is determined. The boundaries of pockets accumulation along the thickness and length of the tree trunk are calculated. As a result of the research, the same number of the pockets from the northern and southern sides of the core cut has been identified. More than half of the found pockets were in the areas that included other defects of wood structure. The most pronounced dependency is revealed in the areas of inferior wood, the boundaries of the transition from sound to sapwood and from sapwood to bastwood.

Key words: wood; tree trunk; pockets; Dahurian larch.

Введение

В результате исследований, проведенных на базе лесопильного завода ООО «Алмас», расположенного в Якутске [1], было выявлено, что 13,1 % пиломатериалов

радиального раскроя, произведенных из комлевых бревен, и 14,7 % экспортной продукции смешенного раскроя, произведенной из древесины лиственницы даурской, отбраковываются из-за наличия такого порока, как кармаш-

ки. Снижение наличия данного порока в конечной продукции приведет к повышению выхода высококачественной продукции и, следовательно, росту экономической эффективности лесопильного производства.

Причины возникновения кармашков до сих пор не получили единого научного обоснования. Не существует достаточно точных математических моделей для описания параметров их расположения, хотя данным вопросам уделялось значительное внимание иностранных ученых. Среди прочих можно назвать работы, посвященные наблюдению кармашков у псевдотсуги Мензиса (ель Дугласа) [2], у сосны обыкновенной [3], сосны лучистой [4], у ели норвежской [5], а также использованию томографии для выявления кармашков [6]. В российской науке изучение лиственницы представлено в работах Н.А. Кадочникова, Э.И. Адамович [7], А.Н. Шатерникова. Представляет интерес исследование В.Ф. Беденко о различном погашении радиоактивного излучения в зависимости от характеристики древесины. Впрочем, из перечисленных работ российских и советских ученых только Адамович приводит данные о положении кармашков, но без объяснения возможных причин их возникновения. В остальных работах изучаются смоляные ходы и смолотечение для получения живицы.

В качестве основных причин возникновения кармашков большинством иностранных авторов указываются три основные причины: ветровая нагрузка [8], засуха и внешнее повреждение. Большинство авторов отдают предпочтение предположению об избыточном напряжении от ветровой нагрузки [9]. Среди исследований отечественных ученых в области напряженно-деформированного состояния древесного ствола можно выделить работы [10, 11, 12, 13]. В одной из последних работ Глухих приведены вычисления основных напряжений в радиальном и тангенциальном направлениях [14]. В основу данной работы положена теория об уравновешенной системе ствола дерева как стержне переменного сечения с локальными зонами максимальных внутренних напряжений. В результате их циклического нагружения от ветровой нагрузки происходят микроповреждения волокон древесины, приводящие к образованию кармашков [15].

Таким образом, целесообразно проследить локализацию смоляных кармашков по радиусу сечения, а также по высоте ствола дерева.

Методика исследования. Согласно вышеизложенной гипотезе, наличие, положение и размерные характеристики пороков строения, а именно смоляных кармашков, в значительной степени определяются характеристиками ствола дерева и условиями произрастания (разветвленность кроны, ветровая нагрузка и нагрузка от осадков) при прочих равных генетических данных и условиях произрастания.

Для выявления данной зависимости было предпринято полевое исследование положения и размеров кармашков в стволе дерева лиственницы даурской, произ-

растающей в Якутии. Исследуемые параметры были соотнесены с розой ветров места заготовки образцов и данными о максимальных порывах ветра. Следует отметить, что максимальные порыва ветра наблюдаются в июле, в середине вегетативного периода. Место для заготовки было отведено Якутским лесничеством на 25-м км Вилюйского тракта. Образцы модельных деревьев были заготовлены на территории городского округа «Город Якутск» согласно ГОСТ 16483.6-80 «Древесина. Метод отбора модельных деревьев и кряжей для определения физико-механических свойств древесины насаждений».

На этапе отбора модельных деревьев определяются следующие параметры: класс роста; местонахождение корневой шейки; местонахождение сторон света (север, юг); диаметр на высоте груди (1,3 м).

У срубленных стволов рулеткой (ГОСТ 7503-98) были измерены: длина хлыста; расстояние от корневой шейки до первого мертвого сучка, до первого живого сучка и до места прикрепления кроны.

Все измеренные показатели были зафиксированы и занесены в протокол. После определения указанных параметров у модельных деревьев были обрублены все сучья и отделена вершинная часть неделовой древесины. Затем было отмечено направление сторон света на протяжении всей длины хлыста и произведены замеры диаметра в коре на расстоянии от корневой шейки $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ и $\frac{3}{4}$ длины ствола.

Результаты измерений были занесены в протокол исследования, после чего произведены разметка, маркировка и разделение ствола на равные отрезки (2-метровые кряжи). Разделка модельных деревьев также осуществлялась согласно ГОСТ 16483.6-80. Была произведена фотосъемка торцов всех кряжей (108 шт.) для цифровой обработки данных. В качестве исследовательских образцов выступали сердцевинные вырезки «север – юг». Для проведения распиловки применялся станок российского производства «Кедр-4» с узкой ленточной пилой «Uddeholm».

Исследуемый порок, кармашек, относится к группе пороков строения древесины и является нормируемым. Кармашки измеряют по глубине, ширине и длине и учитывают по количеству в штуках на 1 м длины или на всю сторону сортимента. Требования к пороку строения «кармашек» (*gum pocket*, *risen pocket*) в лесопильной продукции содержатся в наиболее распространенных нормативных документах Российской Федерации (ГОСТ 26002-76 и ГОСТ 8486-86), стран западной Европы и Скандинавии (EN1611-1, СТБА, Nordic Timber) и стран Северной Америки (NLGA, SPIB, NeLMA, WCLIB). Из анализа стандартов следует, что нормирование порока осуществляется по количеству, ширине и длине выхода кармашка на пласть.

С целью захвата всех качественных зон ствола дерева были выпилены сердцевинные вырезки в направлении «север – юг» из всех заготовленных чураков. Толщина сердцевинной вырезки составляла 50 мм. Все полученные сердцевинные вырезки, промаркированные относи-

тельно сторон света и положения в стволе дерева, были рассмотрены на наличие смоляных кармашков.

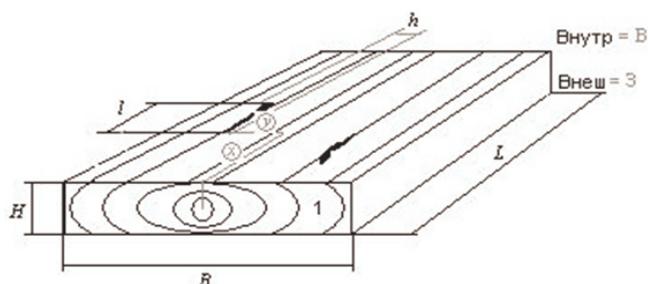


Рис. 1. Схема разметки сердцевинной вырезки для снятия параметров исследуемого порока

Статистическая обработка массива данных была проведена при помощи специального программного обеспечения «Статистика» и «Origin Pro».

Результаты исследования. В результате исследований были изучены сердцевинные вырезки 53-х кражей, полученные из 10-ти отобранных модельных деревьев. Исследования проводились на обеих пластих выпиленных вырезок «север – юг». На указанных пластиках были промаркированы и измерены 503 смоляных кармашка, размеры которых составляли более 9 мм в длину и от 0,5 мм в толщину. У отвечающих требованиям кармашков были измерены и запротоколированы следующие показатели: длина, мм; ширина или толщина, мм; расстояние от центра доски, мм; расстояние от верхнего торца доски, мм; положение относительно стороны света; характеристика зоны залегания при визуальной оценке качества.

Полученные массивы данных были обработаны стандартными статистическими методами с помощью программного обеспечения «Статистика». По собранным данным построены графики плотностей распределения кармашков, произведен их анализ.

Анализ графиков распределения кармашков по группам длин и ширине позволяет говорить о том, что

длины кармашков в стволе дерева лиственницы даурской подчиняются законам нормального распределения.

Из анализа визуальной оценки качества пластей сердцевинных вырезок следует, что в зоне присучковой древесины располагаются кармашки, максимальная толщина которых находится в пределах от 1,5 до 2,5 мм, что на 0,5...1,0 мм больше максимальной толщины кармашков из других зон. Чаще максимальную толщину имеют кармашки, расположенные в древесине, пороки строения которой визуально не были определены.

Анализ диаграммы распределения кармашков по сторонам света позволяет сделать вывод о том, что показатели отличаются незначительно, в пределах 3 %, что можно объяснить высокими широтами территории, на которой произрастали наблюдаемые деревья (полярная ночь, полярный день), а главное, равным распределением ветровой нагрузки в вегетативный период — летние месяцы.

Замечено значительное расхождение в количестве кармашков от ствола к стволу, что говорит о различных условиях произрастания деревьев. При отборе модельных деревьев были отобраны как деревья, расположенные в массиве, так и стоящие отдельно. Наибольшее количество кармашков найдено в отдельно росшем дереве, имевшем значительное искривление в прикорневой зоне. Меньшее количество кармашков было зафиксировано в стволах, выросших в глубине массива, т. е. в окружении других деревьев, большее количество — в стволах, произраставших на опушке древостоя.



Рис. 2. Распределение кармашков по относительной длине хлыста, суммарно для всех хлыстов

Анализ распределения по относительной длине ствола суммарно для всех 10-ти хлыстов выявил увеличение количества кармашков в срединной зоне ствола дерева, в местах отмирания ветвей (зона выход несросшихся сучков на поверхность ствола) и крепления

кроны. Значительно меньше кармашков в зоне живых ветвей — в вершине дерева. Средние показатели по количеству сучков соответствуют нижней части ствола дерева.

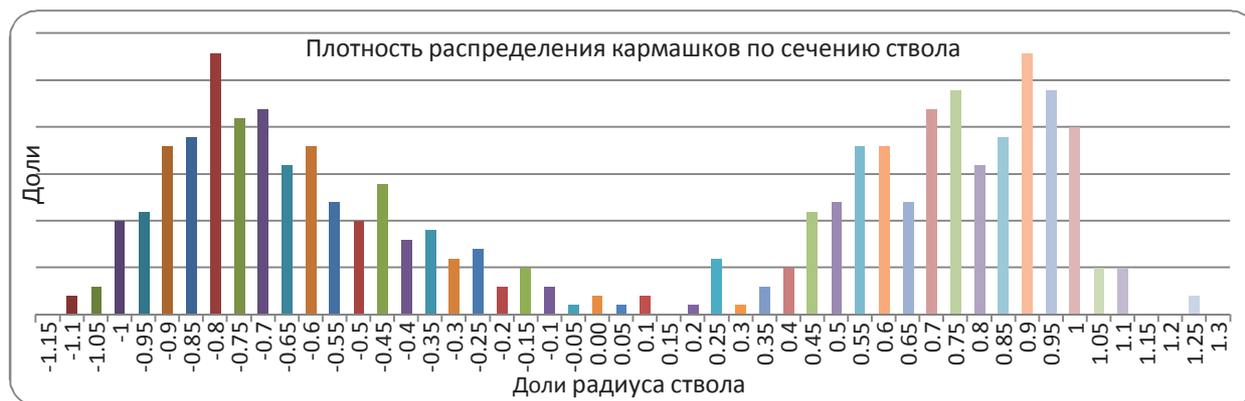


Рис. 3. Распределение кармашков по сечению ствола

На рис. 4 изображено распределение количества кармашков по относительной толщине ствола.

Отметим, что значения, расположенные за границей диаметра, менее -1 и более 1 , — это кармашки в присучковой древесине, выступающей за пределы среднего диаметра в месте проведения замера.

Прежде всего, из анализа рисунка следует, что количество кармашков минимально в сердцевинной зоне ствола и возрастает по мере приближения к границе спелой древесины с заболонью, затем в заболонной зоне оно достигает максимума и стремительно уменьшается.

Также следует отметить, что пиковые значения количества кармашков из «беспорочной» древесины смещены ближе к центру ствола и лежат в пределах $0,3...0,85$ долей радиуса ствола дерева. Максимальные значения кармашков присучковой древесины находятся в пределах от $0,45$ до $0,95$ долей радиуса ствола. Это объясняется тем, что смоляные кармашки, лежащие в пределах $0,45...0,95$ долей ствола, возникли вследствие возникновения местных зон напряжения, а кармашки в пределах $0,3...0,85$ долей радиуса ствола — вследствие одновременного снижения деформативных свойств древесины в указанной зоне и максимального изгибающего момента.

Анализ распределения количества смоляных кармашков в зависимости от качественных характеристик сопряженных зон показал, что $24,45\%$ кармашков расположены в «беспорочной» древесине либо в древесине, в которой наличие порока визуально не определяется. Также необходимо заметить, что $53,88\%$ кармашков находились в зоне со вторым пороком, а $21,67\%$ — в зонах с тремя и более пороками.

Из анализа гистограммы следует, что наибольшее количество смоляных кармашков соответствует наличию такого порока, как сучки. Если объединить в одну группу кармашки из присучковой древесины, кармашки, расположенные при мутовках и кластерных сучках, а также около крупных ветвей и сучков, то их процент составит $53,28$. Процент кармашков заболонной и околозаболонной древесины занимает 2-е место и составляет $35,39$, что может служить косвенным подтверждением теории о значительном влиянии напряженно-деформированного состояния древесины на возникновение и расположение кармашков в стволе дерева, так

как присучковая древесина принимает внешние нагрузки, направленные на ветви дерева, а заболонная древесина испытывает максимальные растягивающие и сжимающие деформации при воздействии ветровой нагрузки на ствол дерева.

Выводы

1. Количество кармашков различается в зависимости от формы ствола (прямой, с искривлением), ветвистостью, местоположением дерева (в глубине массива или на опушке).
2. Распределение длин и толщин кармашков в стволах лиственницы даурской подчиняется законам нормального распределения.
3. Разница в количестве кармашков, приходящихся на северную и южную стороны ствола, незначительна.
4. Распределение кармашков по длине ствола согласуется с местоположением его качественных зон, таких как комлевая часть, зона образования мутовок и залегания крупных ветвей, место крепления кроны. Максимальное количество кармашков приходится на вторую из трех секций по длине ствола.
5. По толщине ствола количество кармашков максимально в зоне, близкой к границе спелой древесины и заболони, примерно $0,45...0,95$ отношения радиуса заболони к радиусу ствола.
6. Наличие и, вероятнее всего, возникновение кармашков связано с наличием и (или) возникновением других пороков древесины.
7. Замечена закономерность — обязательное наличие кармашков в присучковой древесине крупных ветвей.

Литература

1. Докторов И.А., Охлопкова А.Ю. К вопросу оптимизации объемно-ценностного выхода пиломатериалов из древесины лиственницы даурской // Мат-лы II Всерос. науч.-практ. конф. «Современные проблемы строительства и жизнеобеспечения: безопасность, качество, энерго- и ресурсосбережение». Якутск, 2011. С.11-15.
2. Erdtman H., Kimland B., Norin T., Daniels P.J.L. The constituents of the pocket resin from douglas fir *pseudotsugamenziesii* g // Acta Chemica Scandinavica. 1968. № 22 (3). P. 938-942.
3. Temnerud E., Valinger E., Sundberg B. Induction of Resin Pockets in Seedlings of *Pinus sylvestris* L. by Mechanical

- Bending Stress during Growth // *Holzforschung*. 1999. Vol. 53, № 4. P. 235-264.
4. Cown D.J. (1973). Resin pockets: their occurrence and formation in New Zealand forests // *New Zealand Journal of Forestry*. 1973. № 18 (2). P. 233-251.
5. Gjerdrum P., Bernabei M. Three-dimensional model for size and location of resin pockets in stems of Norway spruce // *Holz als Roh- und Werkstoff*. 2007. № 65 (3). P. 201-208.
6. Oja J., Temnerud E. (1999) The appearance of resin pockets in CT-images of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) // *Holz als Roh- und Werkstoff*. 1999. Vol. 57. P. 400-406.
7. Адамович Э.И. Смоляные карманы и причины образования их у хвойных деревьев // *Тр. Молотовского с/х ин-та им. Д.М. Прянишникова*. Молотов, 1954. Вып. 24. С. 14-17.
8. Temnerud E. Formation and prediction of resin pockets in *Picea abies* (L.) karst. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. 1997.
9. James K. DYNAMIC LOADING OF TREES // *Journal of Arboriculture*. 2003. Vol. 29 (3): May. P. 87-92.
10. Кузнецов А.И. Внутренние напряжения в древесине. Л.: Гослосбумиздат, 1950.
11. Ашкенази Е.К. Анизотропия древесины и древесных материалов. М.: Лесн. промышленность, 1978. 224 с.
12. Лехницкий С.Г. Теория упругости анизотропного тела: моногр. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Наука, 1977. 416 с.
13. Глухих В.Н., Акопян А.Л. Начальные напряжения в древесине: моногр. СПб.: СПбГАСУ, 2016. 95 с.
14. Глухих В.Н., Черных А.Г. Анизотропия древесины. Технологический аспект. СПб.: СПбГАСУ, 2013. 240 с.
15. Глухих В.Н., Охлопкова А.Ю. Формирование кармашков в стволах деревьев лиственницы даурской // *Лесной журнал*. № 5, 2017. С. 35-52.
- качество, энерго- и ресурсобезопасности». Якутск, 2011. P. 11-15.
2. Erdtman H., Kimland B., Norin T., Daniels P.J.L. The constituents of the pocket resin from douglas fir *g pseudotsuga menziesii* g // *Acta Chemica Scandinavica*. 1968. № 22 (3). P. 938-942.
3. Temnerud E., Valinger E., Sundberg B. Induction of Resin Pockets in Seedlings of *Pinus sylvestris* L. by Mechanical Bending Stress during Growth // *Holzforschung*. 1999. Vol. 53, № 4. P. 235-264.
4. Cown D.J. (1973). Resin pockets: their occurrence and formation in New Zealand forests // *New Zealand Journal of Forestry*. 1973. № 18 (2). P. 233-251.
5. Gjerdrum P., Bernabei M. Three-dimensional model for size and location of resin pockets in stems of Norway spruce // *Holz als Roh- und Werkstoff*. 2007. № 65 (3). P. 201-208.
6. Oja J., Temnerud E. The appearance of resin pockets in CT-images of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) // *Holz als Roh- und Werkstoff*. 1999. Vol. 57. P. 400-406.
7. Adamovich E.I. Resin pockets and the reasons for their formation in coniferous trees // *Tr. Molotovskogo s/kh in-ta im. D.M. Pryanishnikova*. Molotov, 1954. Vyp. 24. P. 14-17.
8. Temnerud, E Formation and prediction of resin pockets in *Picea abies* (L.) karst. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, 1997. Uppsala.
9. Ken James DYNAMIC LOADING OF TREES *Journal of Arboriculture* 29 (3). May 2003.
10. Kuznetsov A.I. Internal stresses in the wood. L.: Goslosbumizdat, 1950.
11. Ashkenazi E.K. Anisotropy of wood and wood materials. М.: Lesn. promyshlennost', 1978. 224 p.
12. Lekhnitskii S.G. The theory of elasticity of an anisotropic body. Izd. 2-e, pererab. i dop. М.: Nauka, 1977. 416 p.
13. Glukhikh V.N., Akopyan A.L. The initial stress in the wood: monogr. SPb.: SPbGASU, 2016. 95 p.
14. Glukhikh V.N., Chernykh A.G. Anisotropy of wood. Technological aspect. SPb.: SPbGASU, 2013. 240 p.
15. Glukhikh V.N., Okhlopkova A.Yu. Formation of pockets in the trunks of larch trees of the Dahurian // *Forest Journal*. № 5, 2017. P. 35-52.

References