

УДК 630.85:630.81

UDC 630.85:630.81

ВЛИЯНИЕ ВИДА ПОЖАРА НА СТРУКТУРУ И КАЧЕСТВО ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ

EFFECTS OF FIRE ON THE STRUCTURE AND QUALITY OF PINE WOOD

Курьянова Татьяна Казимировна
к.т.н., доцент

Kuryanova Tatyana Kazimirovna
Cand.Tech.Sci., associate professor

Платонов Алексей Дмитриевич
д.т.н., доцент

Platonov Aleksey Dmitrievich
Dr.Sci.Tech., associate professor

Косиченко Николай Ефимович
д.б.н., профессор

Kosichenko Nikolay Efimovich
Dr.Sci.Biol., professor

Снегирева Светлана Николаевна
к.б.н.

Snegireva Svetlana Nikolaevna
Cand.Biol.Sci.

Чеботарев Владимир Викторович
к.с.-х.н., доцент

Chebotaryov Vladimir Viktorovich
Cand.Agr.Sci., associate professor

Макаров Александр Васильевич
соискатель
Воронежская государственная лесотехническая академия, Воронеж, Россия

Makarov Alexandr Vasilyevich
applicant for degree
Voronezh State Academy of Forestry and Technologies, Voronezh, Russia

В статье представлены результаты исследования плотности древесины подвергшейся воздействию различных видов пожара. Дан анализ структурных изменений в древесине на основе её микро- и макро-строения.

The article presents the results of the research of the density of wood, affected by various types of fire. The analysis of structural changes in the wood, based on its micro and macro structure is given

Ключевые слова: ВИД ПОЖАРА, ДРЕВОСТОЙ, СТВОЛ, ПЛОТНОСТЬ, СТРУКТУРА, КАЧЕСТВО, ТРАХЕИДА, ПОРА, ПОРОКИ

Keywords: TYPE OF FIRE, STAND, STOCK, DENSITY, STRUCTURE, QUALITY, TRACHEID, PORE, MALFORMATIONS

Одним из основных физических свойств древесины является её плотность. Плотность является характеристикой данной породы и влияет на почти все физические и механические свойства древесины. Она так же влияет на качество и долговечность изделий изготовленных из древесины. Плотность необходимо учитывать, как в процессе лесовыращивания, так и при использовании древесины, как конструкционного и технологического сырья. Поэтому особый интерес, как научный, так и практический представляет изменение плотности древесины по высоте ствола после воздействия пожара на древостой.

Из всех видов пожаров остановимся на трех характерных видах пожара отмеченных в УОЛ ВГЛТА – это слабый низовой пожар, сильный ни-

зовой, сильный низовой и верховой пожары. Как показали результаты исследований древесина горельников, где прошел сильный низовой и верховой пожар, утрачивает товарность и технические качества. Мелкий и средний круглый лес после сильного пожара имеет низкое качество уже в первые месяцы после пожара и не может быть использован как деловая древесина. Наиболее целесообразно использовать этот лес на дрова для отопления. Поэтому исследование качества древесины поврежденной сильным низовым и верховым пожаром не проводилось.

Исследования были проведены на древесине кварталов № 49, 45, 92, 93, 99 УОЛ ВГЛТА, поврежденной слабым низовым и сильным низовым пожарами. Отбор образцов был проведен в сентябре 2010 г., два месяца спустя после пожара, в октябре 2010 г. и в сентябре 2011 г. В качестве образцов были использованы срезы древесины в комлевой, средней и вершинной части стволов деревьев.

На рисунке 1 представлены результаты определения плотности древесины.

Видно, что плотность комлевой части резко повысилась (на 42 % по отношению к стандартной равной 525 кг/м^3) сразу после пожара в сентябре месяце. В октябре 2010 и в сентябре 2011 г плотность снизилась и почти не отличается от стандартной. Средняя плотность ствола в октябре 2010 г. составила 546 кг/м^3 , а в сентябре 2011 г – 536 кг/м^3 . Резкое увеличение плотности комлевой части произошло сразу после пожара и может быть объяснено сильным засмолением этой части дерева (рис. 2). Под воздействием высокой температуры были разрушены смоляные ходы по высоте ствола на уровне подгара (6–8 м) и смола стекла вниз. Летучая часть живицы – скипидар ($\rho = 800 \text{ кг/м}^3$) испарилась, а канифоль ($\rho = 1520\text{--}1554 \text{ кг/м}^3$) пропитала древесину, тем самым повысила плотность древесины и одновременно создала благоприятные условия для развития грибов.

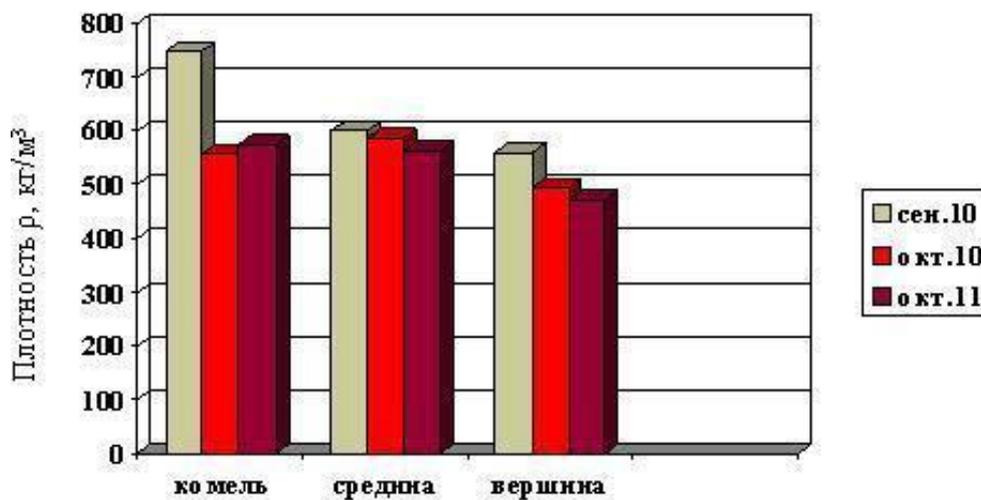


Рисунок 1. Плотность древесины сосны



Рисунок 2. Засмоление древесины сосны в комлевой части

На свежей смоле ветвей и ствола сосны развивается гриб *Biatorella resinae Mudd* где он виден в виде длинных вертикальных полос на продольных разрезах (рис. 3). Гриб, как правило, развивается на засмоленных участках и сопровождает порок древесины – засмолок. Кроме того, на свежей смоле просмоленных участков, также развивается гриб *Zythia resinac*, образуя тесно скученные пикниды грязно-красного цвета.



Рисунок 3. Древесина, пораженная *Biatorrella resiniae* Mudd

Кроме розовой окраски уже в октябре 2010 года древесина была поражена синевой, а в сентябре 2011 года синева поразила всю заболонь ствола. Кроме появления различных окрасок на стволах, выше подгара, появились радиальные трещины, что является благоприятным условием для дальнейшего поражения древесины и насекомыми и переводят древесину в дрова.

Наряду с определением плотности древесины, были проведены исследования, которые позволят более детально объяснить причину засмоления древесины после поражения огнем. Выявить изменения в смолообразующем аппарате сосны под действием высокой температуры. Для этого были изготовлены микросрезы древесины сосны, пораженной огнем. Микростроение пораженной древесины сосны сравнивались с микростроением древесины сосны непораженной.

Микроскопическое строение сосны очень однородное и в основном состоит из трахеид – прозенхимных клеток с отмершим протопластом. Они располагаются в стволе дерева главным образом вертикально и составляют

основную долю (90 % и выше) объема древесины в зависимости от анатомического строения выполняют преимущественно водопроводящую функцию (ранние трахеиды) или механическую функцию (поздние трахеиды).

Функциональными элементами проводящей системы для проведения растворов и обмена содержимого клеток в живой части дерева являются поры. Поры – это углубления во вторичной оболочке смоляных клеточных стенках, имеющие тонкую, эластичную мембрану с узкими отверстиями на участке сложной срединной пластинки.

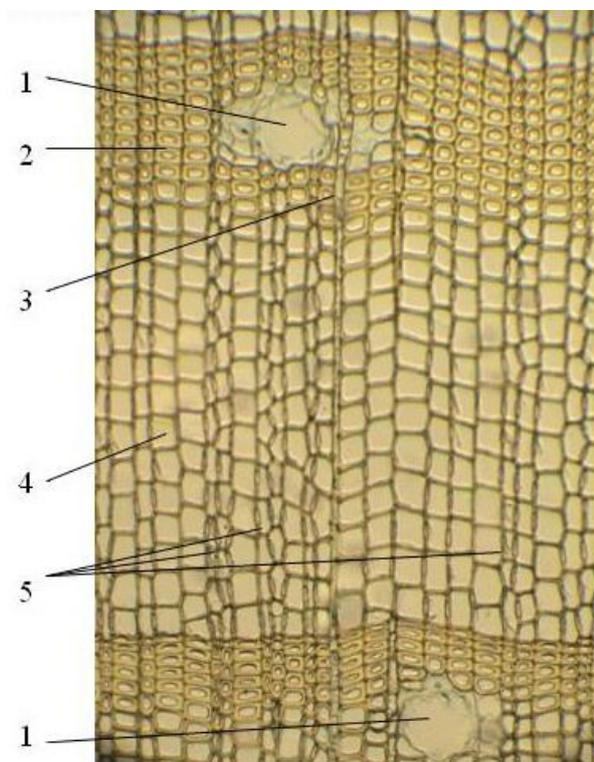
Существуют два вида пор: простые и окаймленные. Если вторичная оболочка нависает над полостью поры в виде свода, то пора называется окаймленной. При отсутствии такого свода пора называется простой. Но в стенках хвойных пород проводящими элементами являются окаймленные поры (рис. 4). В центральной части мембрана у хвойных пород утолщена и усилена аморфным материалом, который может иметь форму плоского диска (в ранней древесине сосны) или выпуклой линзы (в поздней древесине сосны). Часть мембраны, окружающая торус называется краевой зоной (маргинальной зоной). Эта часть хорошо проницаема для растворов и имеет отверстия размером до 200 нм. В торусе отверстия отсутствуют, и эта часть мембраны непроницаема.

Поры, имеющие мембраны с торусом, могут закрываться под действием разности давлений в смежных клетках. Прижатием торуса к одному из отверстий поры она закрывается необратимо.

При образовании ядровой древесины маргинальная зона может инкрустироваться аморфным веществом, и такая пора становится полностью непроницаемой.

В ранних трахеидах на радиальных стенках, особенно у концов, находится 70-90 крупных окаймленных пор. В поздней древесине поры располагаются не только на радиальных, но и на тангенциальных стенках,

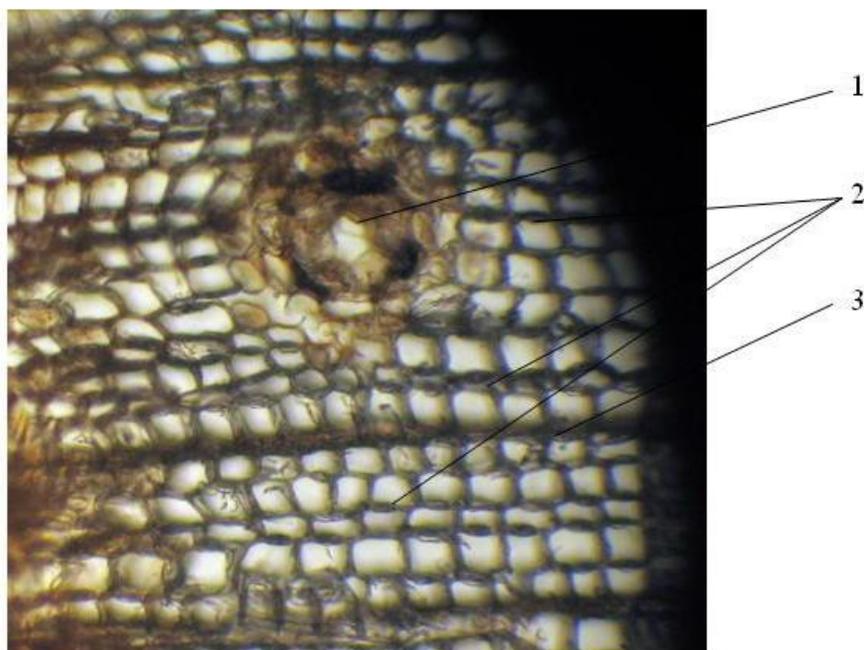
они мелкие, обычно со щелевидными отверстиями. Количество их в 3-4 раза меньше, чем в ранних трахеидах.



1 – вертикальный смоляной ход; 2 – поздняя древесина годичного слоя;
3 – сердцевинный луч; ранняя древесина годичного слоя; 5 – окаймленные
поры на радиальных стенках ранних трахеид

Рисунок 4. Поперечный срез неповрежденной древесины сосны (ув. 10^x)

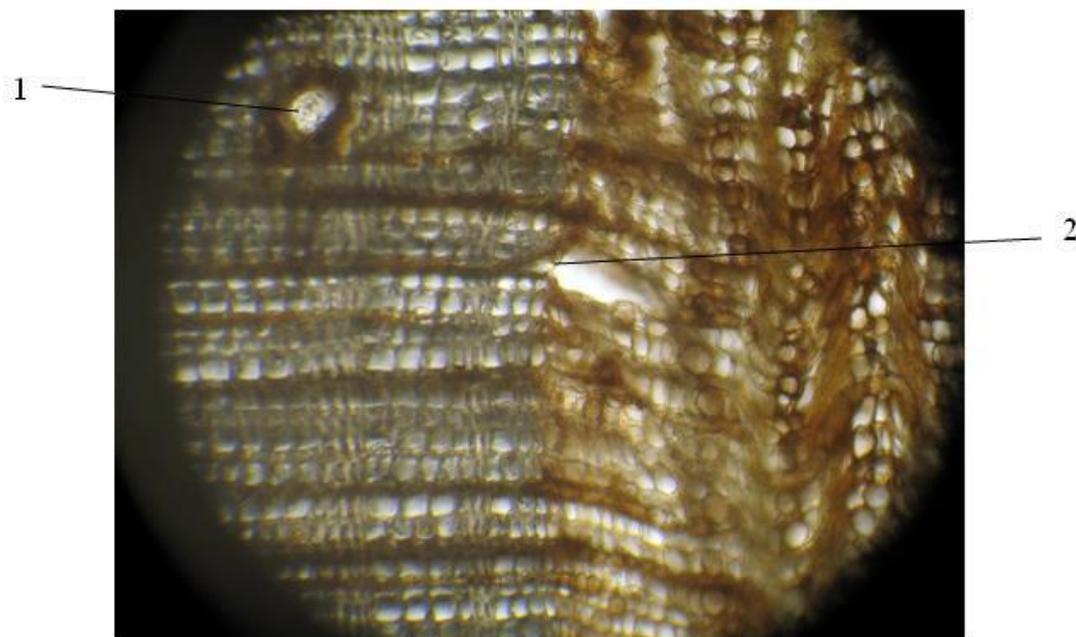
Ранние и поздние трахеиды даже в зоне низового пожара не претерпели изменений своих размеров и формы. Однако, уже на поперечном срезе отчетливо видно, что окаймленные поры на радиальных стенках имеют темные очертания, что свидетельствует о нарушении их функции уже при слабом низовом пожаре (рис. 5). В древесине под воздействием высокой температуры (при пожаре) мембраны окаймленных пор разрушаются, и пора может проводить не только растворы, но и смолу, которая истекает из смоляных ходов. При этом все анатомические элементы древесины пропитываются смолой.



1 – вертикальный смоляной ход; 2 – разрушенные окаймленные поры;
3 – сердцевинный луч

Рисунок. 5. Поперечный срез древесины сосны поврежденной пожаром (ув. 10^x)

Под воздействием высокой температуры вода в древесине на уровне подгара закипает, образуется пар и под действием температурного градиента устремляет вверх, к кроне. Это подтверждается тем, что влажность заболони в комлевой части уменьшается на 45–50 %, далее на высоте 6 и 12 м влажность повышается только на 10–25 %. При закипании воды и образовании пара давление в клетках древесины резко повышается, что приводит к разрушению мембраны окаймленных пор, а также разрушаются сердцевинные лучи (рис. 6).

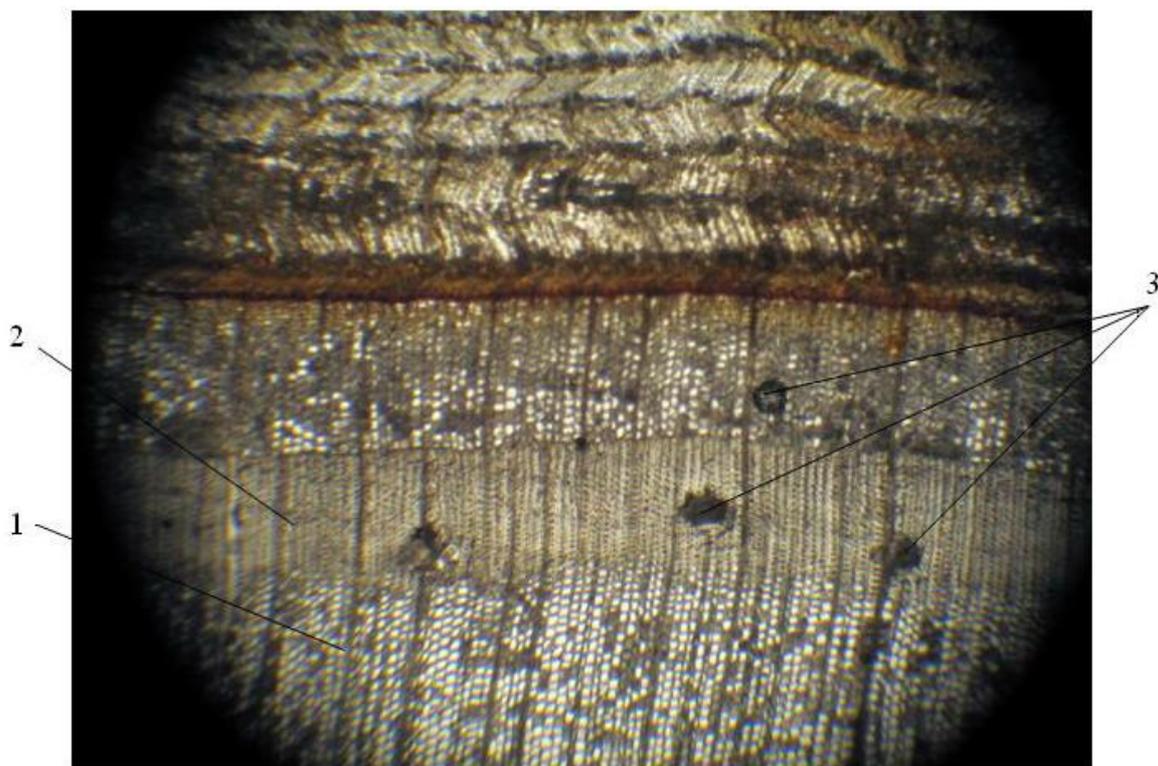


1 – вертикальный смоляной ход; 2 – сердцевинный луч

Рисунок 6. Разрушенный сердцевинный луч на поперечном срезе сосны (ув. 10^{\times})

При этом смола свободно заполняет полости трахеид, межклетники, сердцевинные лучи, и полости смоляных ходов (рис. 7). Смола с верхних слоев стекает в комлевую часть ствола, чем и объясняется резкое увеличение плотности этой части сразу после пожара, пока древесина не подвергается грибным поражением.

На поперечном разрезе в радиальном направлении древесину сосны пересекают сердцевинные лучи, образованные тонкостенными паренхимными клетками с одной крупной простой порой. У сосны сердцевинные лучи занимают не более 5 % общего объема древесины. Серцевинные лучи в растущем дереве не только хранят запасные питательные вещества, но и проводят растворы веществ в горизонтальном направлении в период вегетации. Серцевинные лучи сосны узкие, однорядные, за исключением тех, по которым проходит горизонтальный смоляной ход.



1 – ранняя древесина; 2 – поздняя древесина; 3 – вертикальный смоляной ход заполненный смолой

Рисунок 7. Поврежденная древесина сосны, пропитанная смолой (ув. 4^x)

Смолообразующим аппаратом хвойных пород являются смоляные ходы. Вертикальные смоляные ходы, в основном, до 2/3 находятся в поздней древесине; они располагаются одиночно по годичному слою (рис. 4).

На поперечном разрезе смоляной ход состоит из полости (канала), выстланной по периферии эпителиальными (выделительными) клетками. Эпителиальные клетки смоляного хода сосны тонкостенные, с упругими целлюлозными стенками. Оболочки этих клеток срастаются друг с другом на небольшом протяжении, так что внутри канала оболочки отдельных клеток остаются свободными и, обладая значительной эластичностью в зависимости от наполнения канала смолой, могут или снижаться, занимая в

канале пристенное положение, или же, если канал без смолы – распрямляться и закрывать всю полость канала смоляного хода.

Канал смоляного хода окружен системой паренхимных клеток, стенки которых тонкие и неодревесневшие. Это живые клетки. Они являются местом накопления запасных веществ, которые могут быть использованы на синтез смоляных веществ.

Между сопровождающими паренхимными клетками и эпителиальными клетками смоляного хода находятся мертвые паренхимные клетки с одревесневшими оболочками. Внутри эти клетки заполнены воздухом. Они могут непрерывным слоем окружать канал смоляного хода или быть прерванными живыми паренхимными клетками, сопровождающими смоляной ход. Диаметр смоляного хода у сосны примерно равен 0,1 мм.

На поперечном разрезе видно, что хотя бы один смоляной ход соприкасается с сердцевинным лучом. Можно также найти и такой вертикальный смоляной ход, который соединяется с сердцевинным лучом, по которому проходит горизонтальный смоляной ход. Такое соединение вертикальных и горизонтальных смоляных ходов и создают единую смоляносную систему дерева.

На радиальном разрезе сердцевинные лучи, которые имеют большую слойность и строение их во внутренней части отличается от остальных, более часто встречающихся на срезе лучей. Это сердцевинные лучи с горизонтальным смоляным ходом. Горизонтальный смоляной ход проходит среди паренхимных клеток сердцевинного луча и состоит из канала смоляного хода и эпителиальных клеток. Мертвые паренхимные клетки образующие канал, сопровождающие смоляной ход, находятся только по бокам от канала. Над каналом и под каналом их нет. Роль живых паренхимных клеток выполняют паренхимные клетки сердцевинного луча. Диаметр горизонтального смоляного хода несколько меньше диаметра вертикального

смоляного хода. Иногда на препарате радиального среза можно увидеть место пересечения вертикального и горизонтального смоляных ходов.

На тангенциальном разрезе горизонтальный смоляной ход проходит в центре сердцевинного луча и имеет такой же вид на этом срезе, какой имели вертикальные смоляные ходы на поперечном разрезе, т.е. внутри находятся круглые отверстия канала смоляного хода, выстланные эпителиальными клетками. Сердцевинные лучи, содержащие смоляной ход, не только шире, но и выше остальных сердцевинных лучей.

Таким образом, рассматривая древесину сосны на трех разрезах, изучив смолоносную систему в неповрежденной древесине сосны, можно убедиться в том, что вертикальные и горизонтальные смоляные ходы объединены в древесине в единую смоляную систему и ходы расположены по годичному слою.

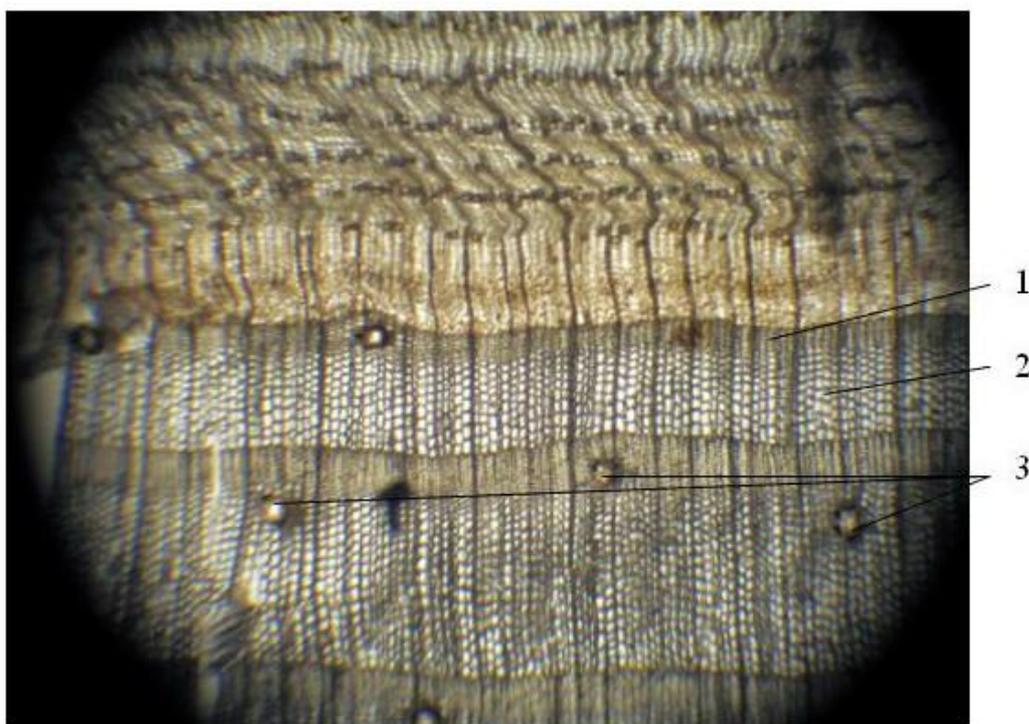
Способность к образованию смолы помогла выжить и сохраниться таким древним растениям как хвойные. При этом семейство сосновых является самым крупным и самым важным в хозяйственном отношении среди хвойных. Хорошо развитый смолоносный аппарат, который обеспечивает быструю реакцию на любые поражения ствола, указывает на высокую жизнеспособность сосновых, как и то, что этот род занимает наибольшую площадь.

При любом повреждении ствола сосны, как механическом (во время подсочки) так и повреждении морозом, огнем, насекомыми и грибами в древесине увеличивается количество смоляных ходов, и они несколько изменяются, как по расположению в годичном слое, так и по строению.

На рисунке 8 представлен поперечный разрез сосны из квартала № 49, где прошел низовой пожар в июле месяце 2010 года.

Ранняя зона годичного слоя сформировалась до пожара, изменений в микростроении этой зоны не наблюдается. Поздняя зона в основном формировалась после пожара. Сравнивая этот препарат с препаратом непо-

врежденной древесины сосны, можно отметить увеличение числа смоляных ходов. При этом на препарате неповрежденной сосны вертикальные смоляные ходы расположены в годичном слое одиночно, а на препарате из сосны, поврежденной огнем, смоляные ходы собраны в тангенциальные полосы по два-три. Это так называемые патологические, или травматические, смоляные ходы, которые возникают в древесине сосны, после повреждения ствола. При повреждении огнем (или другом каком-либо повреждении) нарушается нормальная работа камбия, в результате чего при делении камбиальных клеток образуется древесина с увеличенным содержанием смоляных ходов.



1, 2 – поздняя и ранняя древесина годичного слоя; 3 – сердцевинный луч

Рисунок 8. Смоляные ходы в древесине поврежденной пожаром (ув. 4^x)

Размеры патологических смоляных ходов примерно те же, что и в неповрежденной древесине. Но они уже не имеют того точного и определенного строения, которое наблюдается в поврежденной древесине. В не-

которых смоляных ходах частично отсутствуют эпителиальные клетки и их роль здесь, согласно литературным данным, выполняют паренхимные клетки, сопровождающие смоляные ходы. Таким образом, в патологической древесине увеличивается не только число смоляных ходов, но и число клеток, способных к активному выделению смолы.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что вид пожара по-разному влияет на жизнедеятельность дерева и качество древесины. При слабом низовом пожаре, когда огонь поражает камбий не по всей окружности ствола, частично сохраняется его жизнедеятельность, начинает образовываться древесина с сильно развитым смолообразующим аппаратом, что является реакцией на повреждение огнем.

При повреждении слабым низовым пожаром дерево частично теряет свою жизнеспособность. Во вновь образующейся после повреждения древесине годичного слоя отмечено увеличение числа годичных слоев.

При сильном низовом пожаре, при высоте подгара 6-8 м дерево теряет жизнеспособность. При этом разрушаются полностью или частично анатомические элементы древесины, в первую очередь смоляные ходы. Смола сильно пропитывает комлевую часть ствола, чем повышает её плотность. Но одновременно создаются благоприятные условия развития грибных окрасок. Такого рода изменения вызывают грибы, получившие название деревоокрашивающих. Проникая в древесину, гифы этих грибов распространяются по полостям клеток, разрушая их содержимое. Плотность при этом снижается, но механические свойства практически сохраняются. Но в дальнейшем такую древесину необходимо высушить при температуре выше 45 °С, в противном случае в ней будут развиваться дереворазрушающие грибы, которые вызывают полное разрушение древесины.

Литература

1. Д. Фенгель, Г. Венегер. Древесина. Химия. Ультраструктура. Реакция. М. Лесн. промыш-сть, 1988. – 512 с.
2. Б.Ф. Пилипенко. Исследование взаимосвязи между содержанием ростовых веществ в древесине и смолопродуктивностью сосен при подсочке. – В кн. Лесоводство и агромелиорация. М., «Урожай», 1965. Вып. 7, с. 37–41.
3. Оценка состояния древостоев после лесного пожара 2010 года на территории УОЛ ВГЛТА / Т.К. Курьянова, А.Д. Платонов, Н.Е. Косиченко и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – № 06 (70). С. 377 – 387. — Шифр информрегистра: 04201100012/0204. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/06/pdf/27.pdf>, 0,688 у.п.л.