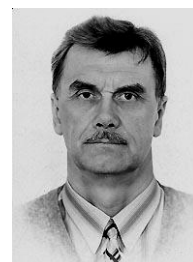


УДК 676. 163.5: 630*385.1: 630*242

А.П. Смирнов, Г.А. Пазухина

Смирнов Александр Петрович родился в 1946 г., окончил в 1971 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства С.-Петербургской государственной лесотехнической академии. Имеет более 40 печатных работ по проблемам гидролесомелиорации, экологии осушенных торфяных почв, влияния рубок в мелиорированных лесах на компоненты биогенезов.



Пазухина Галина Александровна окончила Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, профессор кафедры целлюлозно-бумажного производства С.-Петербургской государственной лесотехнической академии. Имеет около 150 научных трудов в области разработки экологически надежных и экономически целесообразных способов получения целлюлозы с применением органических растворителей, перекисных соединений и биологических агентов.



СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ДРЕВЕСИНЫ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ СОСНЯКОВ НА ОСУШЕННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ

Установлено, что древесина сосновых высокобонитетных древостоев естественного и искусственного происхождения на осушенных торфяных почвах не уступает древесине с минеральных почв, а по отдельным показателям и превосходит ее.

Ключевые слова: гидролесомелиорация, торфяные почвы, сосна, древесина, базисная плотность, химический состав древесины, сульфатная варка, выход целлюлозы.

В последние годы в России отмечается резкое сокращение площади экономически доступных лесов [2, 5, 10]. Ресурсы хвойных пород на естественно дренированных почвах в европейской части страны истощены. Транспортировка из Сибири обходится дорого. Очевидно, что и в первой половине XXI века значительная часть лесов Сибири и Дальнего Востока будет недоступна для эксплуатации. Поэтому обеспечение лесной продукцией населения России, свыше 80 % которого проживает в европейской части, требует повышения производительности лесных земель, в первую очередь путем гидромелиорации и плантационного лесовыращивания [5]. Можно сочетать оба направления за счет создания плантаций на осушенных, потенциально плодородных торфяных почвах [6, 7]. Вместе с тем в специальной литературе имеется мало сведений о свойствах древесины сосны, выросшей на мелиорированных торфяных почвах, как сырья для целлюлозно-бумажной промышленности.

В данной работе использованы результаты многолетних исследований, проводимых кафедрой почвоведения и гидромелиорации СПб ГЛТА под руководством проф. Б.В. Бабикова на Ушакинском и Тосненском стационарах Лисинского лесхоза-техникума Ленинградской области.

Опытный участок VI расположен в квартале 40 Ушакинского лесничества, на осушенной окрайке обширного верхового болота. Осушение было проведено в 1914 г., но в результате повреждения каналов произошло вторичное заболачивание территории. В 1956 г. был проведен частичный ремонт осушителей. Расстояние между каналами 120 ... 160 м, их глубина 0,5 ... 0,7 м.

Осенью 1958 г. осуществлена подготовка почвы под лесные культуры каналокопателем ЛКА-2. Борозды проложены перпендикулярно осушителям и выведены в них. Расстояние между бороздами 3 ... 4 м, их глубина 30 ... 35 см. Высота пластов 15 ... 20 см. Культуры сосны созданы в мае 1959 г. посадкой 2-летних сеянцев под меч Колесова. Расстояние между посадочными местами в рядах 0,7 м, между рядами 1,5 ... 2,0 м. Таким образом, основные элементы технологии подготовки почвы близки к рекомендуемым для создания плантаций [6]. Густота посадки – около 8 тыс. экз./га. Агротехнических уходов не потребовалось, так как в первые два года торфяные пласты слабо зарастали травянистой растительностью. Приживаемость культур 96 %. В последующие годы неоднократно проводили осветления с полным удалением листовых пород. Рост культур сосны характеризуется Ia классом бонитета.

Мощность торфяного горизонта в год производства культур составляла 0,3 ... 0,4 м. Торф по ботаническому составу травяной низинный с зольностью 6 ... 8 %. Подстилающий минеральный горизонт – оглеенный тяжелый суглинок, материнская порода – ленточные глины. Почва – торфяно-глеевая на ленточной глине.

В этом же году по аналогичной схеме были созданы культуры сосны на минеральной почве. Лесокультурные борозды были так же выведены в канал. В момент создания культур описание почвы не проводилось. Через 25 лет почва на этом участке (пробная площадь 6-3) определена как умеренно-грубогумусная, слабоподзолистая, иллювиально-железисто-глееватая, суглинистая на ленточных глинах. Рост культур сосны здесь также соответствует Ia классу бонитета.

Опытный участок ШБ расположен в квартале 4 Тосненского лесничества. Осушение обширного массива верхового болота со сложной залежью торфа проведено в 1967 г. На участке ШБ мощность залежи в момент осушения составляла 0,8 ... 1,0 м, причем мощный (0,5 м) слой сфагнового слаборазложившегося торфа (очеса) подстилается хорошо разложившимся переходным осоковым или древесно-осоковым торфом с зольностью 4 ... 7 %. Подстилающий минеральный горизонт – ленточные глины. Расстояние между каналами 58 м. Возникший в основном за 10 – 15 лет до гидромелиорации сосновый древостой на этом участке растет по I классу бонитета. При расстоянии между каналами 205 м на этом же объекте (опытный

участок V), в середине межканального промежутка (пр. пл. 15), 100 – 130-летние деревья сосны практически не отреагировали на осушение, их рост по-прежнему характеризуется V-Va классом бонитета. Поэтому древостой на пр. пл. 15 можно принять за контрольный (неосушенный).

В 1984 г. в 27-летнем возрасте культур на участке VI было проведено опытное прореживание (пр. пл. 6-2). Метод ухода – низовой, но выбирали также и деревья типа «волк». Интенсивность рубки по запасу 45 %. В том же году, т.е. через 17 лет после осушения, прореживание было проведено и на участке ШБ по низовому методу (пр. пл. 7Б-р). Средний возраст деревьев сосны такой же, как и лесных культур на участке VI. Интенсивность рубки по запасу 23 %. Динамика таксационных показателей древостоев на контроле (пр. пл. 6-1, 6-3 и 5Б-к) и на участках с прореживанием (пр. пл. 6-2 и 7Б-р) приведена в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика сосновых древостоев

Номер пробной площади, вариант	$H_{ср}$, м	$D_{ср}$, см	Полнота		Густота, дер./га	Запас, м ³ /га	Прирост по запасу, м ³ /га в год	Класс бонитета
			м ² /га	отн.				
6-1, контроль	<u>12,8</u>	<u>11,4</u>	<u>30,98</u>	<u>0,97</u>	<u>3005</u>	<u>223</u>	9,5	Ia
	21,6	17,3	35,62	0,95	1524	375		
6-2, опыт	<u>13,1</u>	<u>13,5</u>	<u>16,60</u>	<u>0,52</u>	<u>1164</u>	<u>128</u>	12,6	Ia
	22,3	18,9	31,05	0,82	1111	330		
6-3, минеральная почва	<u>12,4</u>	<u>10,8</u>	<u>26,70</u>	<u>0,85</u>	<u>2733</u>	<u>171</u>	9,9	Ia
	21,3	16,9	31,35	0,84	1399	329		
5Б-к, контроль	<u>8,0</u>	<u>9,9</u>	<u>15,34</u>	<u>0,58</u>	<u>1955</u>	<u>71</u>	7,1	I
	14,4	14,5	24,17	0,73	1461	177		
7Б-р, опыт	<u>8,7</u>	<u>11,3</u>	<u>12,47</u>	<u>0,46</u>	<u>1247</u>	<u>54</u>	8,4	I
	14,3	15,5	23,73	0,72	1247	180		

Примечание. В числителе приведены данные 1984 г. в знаменателе – 1999 г. (две последние строки) и 2000 г.

За 16 лет средний периодический прирост ствольной древесины на изреженном участке культур сосны превышает контроль на 3 м³/га в год, причем запас откладывается на деревьях-лидерах. На контроле в последние годы наблюдается снижение прироста по запасу в связи с отсутствием прироста по площади сечения в результате усиленного отпада [1].

То же явление имеет место и в неразреженных культурах на минеральной почве, где наблюдается некоторое отставание в росте по сравнению с культурами на осушенном мелком торфянике. На ухоженном участке отпад практически отсутствует, за исключением случаев бурелома.

За 15 лет восстановился запас после разреживания и в осушенном сосняке естественного происхождения (пр. пл. 7Б-р). Этот древостой рассматривается нами в качестве типичного примера хорошего роста сосны естественного происхождения на осушенных переходных или верхово-переходных залежах торфа. Древостои, возникшие за 10 – 20 лет до проведения гидромелиорации, при высокой энергии роста часто имеют «унасле-

дованные» от прежних условий роста пороки ствола (кривизна в комле, кривизна ствола, сухобокость, сучковатость и др.), что ограничивает будущее использование древесины в качестве пиловочника или строительного леса [9]. Подобная древесина по сортиментной структуре представляет собой в основном балансовую, что и определило, наряду с древесиной культур, ее выбор при оценке пригодности в качестве сырья для целлюлозно-бумажной промышленности.

В 1983 г. для сравнения качества древесины были отобраны образцы из 30-летнего сосняка с осушенного и 100-летнего соснового древостоя с неосушенного торфяников (участки ШБ и V), а также из спелого сосняка-черничника IV класса бонитета в Южной Якутии. Древесина последнего объекта на тот период была достаточно типичной по качеству сырья для целлюлозно-бумажной промышленности СССР [4]. На каждом из участков было отобрано по пять одновозрастных модельных деревьев со средними диаметром, высотой и развитием кроны. Модели распиливали на отрезки через 0,1 высоты ствола. От каждого отрезка отбирали шайбы, по которым определяли условную (базисную) плотность древесины по ОСТ 81-119-79. Шайбы с 0,1 высоты ствола (для рассматриваемых участков – 1,3 ... 1,5 м от комля дерева) измельчали в щепу, часть которой использовали для лабораторных варок, часть – перерабатывали в опилки с отбором фракции 0,25 ... 0,50 мм для определения химического состава. Причем для сравнимости результатов использовали древесину последних 15 лет прироста (1968 – 1983 гг.), что для сосны с осушенного участка соответствовало периоду после проведения гидромелиорации. В опилках определяли содержание целлюлозы (по методу Кюршнера-Хоффера), лигнина (по методу Кенига в модификации Комарова), смол и жиров (многократной экстракцией этиловым спиртом в течение 3 ч в аппарате Э-8), водорастворимых веществ (горячей дистиллированной водой в течение 3 ч), пентозанов (по ГОСТ 10820-75). Для каждого участка готовили смесь опилок из пяти модельных деревьев.

Таблица 2

**Базисная плотность и химический состав древесины сосны
естественного происхождения из различных условий местопроизрастания**

Номер пробной площади, древостой	Базисная плотность, кг/м ³	Содержание, % от массы абс. сухой древесины				
		целлю- лозы	лиг- нина	пенто- занов	смол и жиров	водорастворимых веществ
7Б, 30-летний сосняк тростниково-сфагновый осушенный	338 ± 10	47,5	26,0	7,6	3,9	4,1
15, 100-летний сосняк кустарничково-сфагновый неосушенный	357 ± 12	47,7	25,2	7,8	6,3	6,7
100-летний сосняк-черничник	362 ± 5	48,0	27,1	7,2	6,6	6,4

Примечание. Образцы отбирали в Ленинградской области и Южной Якутии (последняя строка).

Из табл. 2 следует, что базисная плотность древесины молодой и энергично растущей сосны с осушенного участка всего на 5 % ниже, чем старой с неосушенного, причем это различие статистически недостоверно ($t = 1,22$). По плотности и химическому составу древесина спелого неосушенного сосняка V класса бонитета из Ленинградской области мало отличается от древесины спелого сосняка-черничника IV класса бонитета из Южной Якутии. Древесина молодой сосны с осушенного участка по содержанию целлюлозы, лигнина и пентозанов близка к спелой древесине двух других участков (с торфяной и минеральной почв), но характеризуется существенным снижением содержания смол и жиров, а также водорастворимых веществ – соответственно 3,9 против 6,3 ... 6,6 % и 4,1 против 6,4 ... 6,7 %. Повышенное смолосодержание в древесине болотных сосняков отмечает О.И. Полубояринов [8].

При одинаковых условиях сульфатной варки выход полуцеллюлозы (при степени делигнификации 70 ед. Каппа) из древесины осушенного участка на 8 %, а выход целлюлозы (34 ед. Каппа) на 7 % больше по сравнению с аналогичными показателями для древесины из района Байкало-Амурской магистрали. По-видимому, столь значительное увеличение выхода целлюлозы из древесины высокобонитетной сосны с осушенного участка по сравнению с сосновым сырьем, наряду с более предпочтительным химическим составом (меньшее содержание смол, жиров и водорастворимых веществ), объясняется высокой избирательностью делигнификации ввиду более рыхлой клеточной структуры.

Выявленные отличия в качестве древесины сосны естественного происхождения на осушенной торфяной почве от древесного сырья с минеральной почвы и неосушенного торфяника были учтены при оценке древесины высокопродуктивных культур сосны. В 1984 г. на пр. пл. 6-2 было отобрано 10 модельных деревьев со следующим распределением по диаметру: 6 деревьев среднего диаметра (D_{cp}) и средней высоты (H_{cp}), а остальные 4 дерева по ряду – $0,6D_{cp}$; $0,8D_{cp}$; $1,2D_{cp}$ и $1,4D_{cp}$. Таким образом, при отборе моделей было учтено нормальное распределение деревьев в древостое. С каждого модельного дерева отобрано 3 образца древесины – на 0,1; 0,3 и 0,6 высоты ствола, считая от комля. Высоты выбраны с таким расчетом, чтобы при условном делении ствола на три равновеликие части по объему указанные относительные высоты отбора образцов находились на середине длины каждой из частей [3]. По этой же методике были отобраны образцы древесины культур сосны с минеральной почвы (пр. пл. 6-3). Для каждого из них была измерена базисная плотность путем измерения выталкивающей силы [8]. Из образцов были приготовлены опилки для определения химического состава, а также щепы для сульфатной варки. Для определения длины трахеид древесину подвергали мацерации. Методика определения химического состава древесины аналогична приведенной выше.

Данные табл. 3 показывают, что сосновые культуры на мелком торфянике имеют менее плотную древесину (на 3,7 %) по сравнению с культурами на суглинке, причем различия достоверны ($t = 4,01$). Как видно из табл. 2 и 3, средняя плотность древесины сосняков примерно одного возраста, но разного происхождения (естественно возникшие и искусственно созданные) с осушенных торфяников, сильно различающихся по типу торфяных залежей и их мощности, ботаническому составу торфа и его зольности, одинакова – 337 и 338 кг/м³. Что касается химического состава древесины 27-летних культур на разных почвах, то следует отметить повышенное содержание целлюлозы в культурах сосны на мелком торфянике. При одинаковых условиях сульфатной варки выход целлюлозы для древесины культур сосны с осушенного мелкого торфяника также оказался несколько выше – 45,5 против 43,8 % для древесины на минеральной почве.

Через 16 лет после прореживаний в 43-летних культурах на опытном участке VI вновь были отобраны образцы древесины с тех же пробных площадей, а также с контрольной (без рубки ухода). Образцы отбирали из 10 модельных деревьев по методике, приведенной выше. Плотность определяли на 6 средних моделях, но с отбором образцов на каждой из 10 относительных высот ствола, рассчитывали среднюю плотность отдельных секций ствола и их объемы [8]. По аналогичным методикам и для тех же целей были отобраны образцы древесины и на опытном участке ШБ.

Таблица 3

Базисная плотность и химический состав древесины 27-летних культур сосны Ia бонитета на различных почвах

Номер пробной площади, почвы	Базисная плотность, кг/м ³	Содержание, % от массы абс. сухой древесины				
		целлюлозы	лигнина	пентозанов	смол и жиров	водорастворимых веществ
б-2, осушенные торфяно-глеевые	337 ± 3	52,7	28,3	8,1	2,4	2,1
б-3, модергумусные суглинистые	350 ± 3	51,8	28,2	8,1	2,1	2,1

Таблица 4

Зависимость характеристик древесины средневозрастных сосняков от условий местопроизрастания

Номер пробной площади, древостой (рубки ухода)	Базисная плотность, кг/м ³	Содержание, % от массы абс. сухой древесины				
		целлюлозы	лигнина	пентозанов	смол и жиров	водорастворимых веществ
б-1, культуры сосны Ia бонитета на осушенном мелком торфянике (контроль)	366 ± 4	47,1	28,0	12,3	4,8	1,9
б-2, культуры сосны Ia бонитета на осушенном мелком торфянике (прореживание)	376 ± 7	50,7	27,7	9,4	4,4	1,8

6-3, культуры сосны Iа бонитета на модергумусной суглинистой почве (без прореживания)	399 ± 7	51,4	26,3	8,2	3,8	1,7
5Б-к, сосняк I бонитета на осушенном торфянике (контроль)	386 ± 7	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.	Не опр.
7Б-р, сосняк I бонитета на осушенном торфянике (прореживание)	377 ± 6	47,7	27,3	9,0	3,7	2,6

При анализе данных табл. 4 обращает внимание более высокая плотность древесины культур сосны на минеральной почве по сравнению со всеми вариантами сосновых древостоев на торфяных почвах. Однако различия статистически достоверны на 1 %-м уровне лишь для культур на мелком торфянике без проведения прореживаний (пр. пл. 6-1), как и 16 лет назад (см. табл. 3). Влияние рубки ухода на плотность сосновой древесины на разных участках оказалось противоречивым: на участке культур она повысилась на 2,7 %, в естественных сосняках понизилась на 2,2 %. Однако эти различия в обоих случаях недостоверны. О.И. Полубояринов указывает, что рубки ухода по низовому методу, с выборкой преимущественно мелкой и более плотной древесины, способствуют некоторому выравниванию плотности древесины в насаждениях. Поэтому выявленная тенденция относится к числу положительных последствий данного лесохозяйственного мероприятия [8]. С возрастом плотность как на торфяниках, так и на минеральной почве увеличилась на 11,2 ... 11,6 % (см. табл. 2–4). Содержание целлюлозы оказалось наиболее высоким в культурах на минеральной почве и в ухоженных культурах на мелком торфянике – соответственно 51,4 и 50,7 %. На контроле (пр. пл. 6-1) оно значительно ниже – 47,1 %. Сравнительно невысоким содержанием целлюлозы характеризуется и прореженный сосняк естественного происхождения на пр. пл. 7Б-р – 47,7 %.

Интересно отметить, что за 16 лет содержание целлюлозы в древесине на этом участке практически не изменилось (47,5 и 47,7 %), как и в культурах на суглинке (51,8 и 51,4 %). В культурах на мелком торфянике оно снизилось. Если принять, что до проведения прореживаний в 1984 г. процент целлюлозы в составе древесины был одинаковым на рядом расположенных пробных площадях 6-1 и 6-2 и составлял 52,7 % (см. табл. 3), то в 2000 г. на контроле этот показатель снизился до 47,1 %, на участке рубок – до 50,7 %. Тем не менее при одинаковых условиях сульфатной варки выход целлюлозы из древесины культур на ухоженном участке и минеральной почве (пр. пл. 6-2 и 6-3) оказался практически одинаковым (соответственно 47,3 и 47,2 % при степени делигнификации 32 ед. Каппа) и был на 2 % (от массы древесины) больше, чем выход целлюлозы из древесины сосны на пр. пл. 6-1 и 7Б-р. К тому же целлюлоза, полученная из древесины ухожен-

ных культур сосны на пр. пл. 6-2, имела наиболее высокие показатели механической прочности.

Выводы

Древесина 30-летнего сосняка тростниково-сфагнового осушенного в Ленинградской области характеризуется меньшей базисной плотностью, пониженным содержанием смол, жиров и водорастворимых веществ по сравнению с древесиной спелых низкобонитетных сосняков на неосушенном верховом болоте (Ленинградская область) и на минеральной почве (Южная Якутия). Выход полуцеллюлозы и целлюлозы из древесины осушенного молодого сосняка соответственно на 8 и 7 % выше, чем из древесины Якутии. По-видимому, это объясняется высокой избирательностью делигнификации вследствие более рыхлой клеточной структуры древесины в осушенном древостое.

27-летние культуры сосны Ia класса бонитета на осушенном мелком торфянике в Ленинградской области характеризуются несколько меньшей базисной плотностью древесины по сравнению с аналогичными культурами на модергумусной суглинистой почве. Однако содержание целлюлозы в древесине и ее выход в одинаковых условиях сульфатной варки выше на осушенном торфянике.

Рубки ухода (прореживания) практически не оказали влияния на базисную плотность древесины средневозрастных сосняков на осушенных торфяных почвах (различия в пределах $\pm (2 \dots 3) \%$). Плотность древесины сосны с увеличением возраста от 27 до 43 лет возросла на 11 ... 12 %, оставаясь по-прежнему несколько выше на минеральной почве. Содержание целлюлозы было наиболее высоким в культурах на минеральной почве, а также в ухоженных культурах на торфянике. При одинаковых условиях сульфатной варки выход целлюлозы из древесины этих участков также одинаков. Однако целлюлоза, полученная из древесины ухоженных культур на мелком торфянике, имеет наиболее высокие показатели механической прочности по сравнению с целлюлозой из древесины других рассматриваемых объектов.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что древесина сосновых высокобонитетных древостоев естественного и искусственного происхождения на осушенных торфяных почвах не уступает древесине сосны с минеральных почв, а по отдельным показателям и превосходит ее.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бабилов Б.В., Смирнов А.П., Колесников Ю.Е.* Результаты опытной рубки ухода в культурах сосны на осушенном мелком торфянике // Мониторинг осушенных лесов. – СПб.: ГЛТА, 2001. – С. 90–92.

2. *Константинов В.К., Великанов Г.Б.* Гидротехническая мелиорация лесных земель на современном этапе // Мониторинг осушенных лесов. – СПб.: ГЛТА, 2001. – С. 9–10.

3. *Крылов В.Н.* Исследование физико-химических свойств древесины сосны обыкновенной из различных лесонасаждений как сырья для производства сульфатной небеленой целлюлозы: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Л., 1977. – 20 с.

4. *Крылов В.Н., Смирнов А.П., Ошкаев А.Х.* Сравнительная оценка качества древесины сосны из осушенных сосняков как сырья для ЦБП // Целлюлозные массы из древесины и коры: состав, свойства, применение. – Петрозаводск, 1985. – С. 29–34.

5. *Кудряшов М.М., Ильин В.А., Филинова И.В.* Лесоосушению нужен постоянный и надежный источник финансирования // Мониторинг осушенных лесов. – СПб.: ГЛТА, 2001. – С. 17–22.

6. Лесные плантации (ускоренное выращивание сосны и ели) / Под ред. И.В. Шутова. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 246 с.

7. *Маслаков Е.Л.* О создании плантационных культур на осушенных площадях гидролесомелиоративного фонда // Эффективность и организация работ по осушению лесных земель в Коми АССР. – Сыктывкар, 1988. – С. 47–48.

8. *Полубояринов О.И.* Плотность древесины. – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 160 с.

9. *Рубцов В.Г., Книзе А.А.* Ведение хозяйства в осушенных лесах. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 118 с.

10. *Страхов В.В.* Русский лес на волнах мирового рынка // Лесн. газета. – 1997. – № 21.

С.-Петербургская государственная
лесотехническая академия

Поступила 8.04.02

A.P. Smirnov, G.A. Pazukhina

Comparative Analysis of Wood Quality from High-productive Pine Stands on Drained Peat Soils

It has been found out that wood quality of high-productive pine stands of natural and artificial origin on the drained peat soils is not lower than wood quality from mineral soils and even exceeds it in certain parameters.
