

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГУСТОТЫ

In intensive silviculture it is possible application of the various actions, which is directed to increase of forest stand productivity and reduction of terms for their cultivation. This article is devoted to influence of thinning intensity on width of annual rings, of wood, which was gain in pine stands. For purpose, which is studying the this process, samples of wood were taken in forest stands, where a various mode of application of various actions were done. Then the width of annual rings, density and mechanical properties of wood were determined. It has allowed to determine mathematic regularity of various properties of wood one on one. The greatest and most long effect has given selection thinning, which allows to increase diameter gain and to remove undesirable trees. Thus it is necessary to recognize, that thinning is the most effective and perspective action.

Введение. Развитие народного хозяйства требует увеличения сырьевой базы древесных ресурсов, что невозможно достичь путем простого увеличения площади, занятой лесом. В связи с этим возникает необходимость повышения интенсивности ведения лесного хозяйства путем применения различных лесохозяйственных мероприятий. Это требует более рационального использования имеющихся материальных ресурсов и разработки новых технологий. Известно, что одним из наиболее распространенных лесохозяйственных мероприятий, направленных на выращивание высокопродуктивных насаждений, повышение их товарной ценности, улучшение санитарного состояния и усиление многообразных полезных функций, являются рубки ухода [1]. Также возможно повышение продуктивности древостоев путем проведения химической мелиорации. Этот вопрос довольно досконально представлен в работах В. С. Победова [2], П. С. Шиманского [3], С. С. Штукина [4] и др. Данная технология, которая включает в себя операции по внесению минеральных удобрений и гербицидов, что в комплексе с другими мероприятиями, такими как селекционное изреживание должно позволить выращивать древесину необходимого качества в кратчайшие сроки. Тем не менее возникает вопрос не только о количественных, но и качественных параметрах получаемой древесины.

Цель исследований. В связи с длительным сроком выращивания и большими затратами материальных и трудовых ресурсов при интенсивном лесовыращивании возникает необходимость знать, каким образом различные лесохозяйственные мероприятия влияют на качественные показатели получаемой древесины.

Наиболее характерным и наглядным последствием рубок ухода является изменение ширины годичных слоев. С изменением ширины годичного слоя связано изменение соотношения различных механических тканей, т. е. содержания поздней и ранней древесины. Что в свою очередь оказывает значительное влияние

на плотность и физико-механические свойства древесины. Средняя ширина годичного слоя, характеризующая величину текущего прироста по диаметру, может использоваться в качестве первого грубого приближения для суждения о качестве древесины. Плотность может дать более объективную оценку влияния лесохозяйственных мероприятий на свойства древесины [5]. Тем не менее наиболее точные данные о свойствах древесины даст непосредственное определение механических свойств древесины. Не следует также забывать об экономической составляющей ведения лесного хозяйства, которая наряду с экологической оценкой является важнейшим критерием при выборе той или иной технологии.

Исследования проводились на двух опытных объектах, созданных профессором С. С. Штукиным на территории ГОЛХУ «Глубокский опытный лесхоз» и Двинской экспериментальной лесной базы ИЛ НАН Беларуси. Первый объект был заложен путем селекционного изреживания 11-летних лесных культур, созданных на старопахотных почвах. Исходная густота древостоя ко времени проведения изреживания составляла 8,0 тыс. стволов на 1 га. Размещение древесных растений на площади $1,5 \times 0,7$ м. В соответствии с планируемыми вариантами размещения деревьев на площади участок разбит на четыре секции. На всем участке, на котором был заложен опытный объект, за исключением контрольной секции, был вырублен каждый второй ряд культур. На первой секции в оставленных рядах после селекционной рубки оставлено для дальнейшего роста каждое четвертое древесное растение, на второй – каждое второе. Все другие, преимущественно отстающие в росте древесные растения, были вырублены. На третьей секции деревья в оставленных рядах не вырубались. В результате рубки получено четыре варианта густоты: 1,0; 1,8; 3,6 и 8,0 (контроль) тыс. деревьев на 1 га.

Далее участок с густотой после селекционного изреживания 1,0 тыс. деревьев на 1 га был поделен на две подсекции. В течении после-

дующих лет на одной из подсекций в несколько этапов была проведена обрезка сучьев.

В рамках проведения опыта было предусмотрено проведение химической мелиорации. Так, в мае 1977 г. во всех вариантах, включая контрольный, была внесена аммиачная селитра в дозе 100 кг/га по действующему веществу. В мае 1979 г. вносились аммиачная селитра, двойной суперфосфат и хлористый калий. Доза каждого удобрения составила 100 кг/га по действующему веществу.

Вторым объектом являлись 37-летние опытные лесные культуры сосны, созданные однолетними сеянцами в 1969 г. К 8-летнему возрасту лесные культуры хорошо сохранились. Их густота составила 8 тыс. шт./га. В указанном возрасте было проведено изреживание. В результате было создано 4 секции густоты: 1, 2, 4 тыс. шт./га и оставлена контрольная секция (8 тыс. шт./га).

В мае 1977 г. в вариантах с применением минеральных удобрений внесена аммиачная селитра в дозе 100 кг/га по действующему веществу. В мае 1979 г. на тех же участках внесена аммиачная селитра, двойной суперфосфат и хлористый калий. Доза каждого удобрения составила 100 кг/га по действующему веществу. В мае 1983 г. в вариантах с применением минеральных удобрений внесли аммиачную селитру в дозе 150 кг/га по действующему веществу, а в мае 1989 г. – мочевины в дозе 150 кг/га по действующему веществу.

На пробных площадях были проведены биометрические измерения для определения основных таксационных показателей. Результаты представлены в таблице.

Как видим, наибольший средний диаметр на объекте № 1 получен при густоте 1,0 тыс. деревьев/га, а наибольший запас – при густоте 3,6 тыс. деревьев/га. При этом статистически достоверно отличие только для контрольного варианта, которое составляет 25–30%.

Наибольший средний диаметр объекте № 2 получен также при густоте 1 тыс. деревьев на 1 га в варианте с применением удобрений. Влияние густоты на величину прироста по диаметру очень хорошо выражено и в крайних вариантах составляет 35%. На интенсивность же прироста в высоту разная степень изреживания древостоя оказывает существенное влияние только при густоте 1 тыс. деревьев на 1 га (варианты № 5, 6, 9 и 10 во внимание не принимаются, так как там в 22 года проводилось второе изреживание).

На среднюю высоту интенсивность селекционного изреживания древостоя на обоих объектах влияния не оказало.

Для определения плотности древесины, ее полной усушки, предела прочности при сжатии вдоль волокон и предела прочности при статическом изгибе на объекте № 1 в каждом варианте

Таблица

Таксационные показатели культур сосны с применением минеральных удобрений

Секция густоты, тыс. деревьев/га	Вариант	Мероприятия	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Полнота	Запас, м ³ /га
Объект № 1						
1,0	1	минеральные удобрения	23,2	17,5	1,00	269
1,0	2	минеральные удобрения, обрезка сучьев	22,8	17,4	1,00	258
1,8	3	минеральные удобрения	20,7	17,2	1,00	274
3,6	4	минеральные удобрения	19,5	16,7	1,00	277
8,0	Контроль	минеральные удобрения	17,3	17,0	0,87	216
Объект № 2						
1,0	1	внесение удобрений	23,0	17,8	0,93	319
	2	не проводились	22,5	17,6	0,89	305
	3	внесение удобрений и гербицидов	23,2	17,8	0,93	312
	4	внесение гербицидов	22,4	17,7	0,89	306
2,0	5	внесение удобрений	22,1	17,5	0,93	315
	6	не проводились	21,6	17,3	0,88	286
	7	внесение удобрений и гербицидов	18,8	17,0	1,00	370
	8	внесение гербицидов	18,7	17,0	1,00	352
4,0	9	внесение удобрений	21,9	17,5	0,88	298
	10	не проводились	21,1	17,3	0,80	266
	11	внесение удобрений и гербицидов	18,8	16,8	0,81	271
	12	внесение гербицидов	18,9	16,6	0,74	234
8,0	Контроль 1	внесение удобрений	15,8	16,9	0,78	251
	Контроль 2	не проводились	15,1	16,7	0,73	231

выбиралось по 6 деревьев, у которых отбирались образцы на высоте 1,3 м и под кроной. Определение показателей производилось в соответствии с ГОСТ 16483–84.

Для определения ширины годичных слоев, процента поздней древесины и плотности на каждом объекте на высоте 1,3 м отбирались керны древесины.

Поскольку определение средней плотности древесины древостоев путем закладки модельных деревьев и последующего посекционного взятия образцов древесины и на их основе определения плотности является довольно трудоемкой работой. В этой связи можно исключить рубку модельных деревьев, воспользовавшись уравнениями, предложенными О. И. Полуобяриновым [6], которые описывают связь средней плотности древесного ствола и плотностью на высоте груди. Для сосны в возрасте до 40 лет предложено уравнение связи в виде

$$\rho_{\text{ср}} = 72,0 + 0,746\rho_{1,3},$$

где $\rho_{\text{ср}}$ – средняя базисная плотность древесины ствола, $\text{кг}/\text{м}^3$; $\rho_{1,3}$ – базисная плотность древесины на уровне груди, $\text{кг}/\text{м}^3$.

На основании собранных данных с помощью пакетов Excel и Statistica проводился регрессионный анализ и определялись показатели, которые достоверно оказывают влияние на качественные показатели древесины. На основа-

нии полученных результатов были построены математические модели, которые имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} \text{Пр}_{\text{п.д}} &= 79,42 - 3,26\Gamma - 27,04\text{Ш}_{\text{г.сл}}; \\ \text{Пл}_{\text{ср}} &= 611,71 - 17,35\Gamma + 3,44\text{Пр}_{\text{п.д}}, \end{aligned}$$

где $\text{Пр}_{\text{п.д}}$ – процент поздней древесины, %; Γ – густота древостоя в момент проведения биометрических измерений, тыс. шт./га; $\text{Ш}_{\text{г.сл}}$ – ширина годичного слоя, мм; $\text{Пл}_{\text{ср}}$ – средняя плотность древесины, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Как видно из формул, на процент поздней древесины достоверное влияние оказывает густота стояния деревьев и ширина годичного слоя. Со средней плотностью древесины достоверно связаны густота древостоя и процент поздней древесины.

Далее для показателей, воздействие которых статистически достоверно, определялось, каким образом они влияют на среднюю плотность и процент поздней древесины. Данные зависимости в виде графиков представлены на рисунке.

Из него видно, что прослеживается квадратическая зависимость между процентом поздней древесины, средней плотностью древесины с густотой древостоя, а также линейная зависимость между средней плотностью древесины с пределом прочности при сжатии и статическом изгибе.

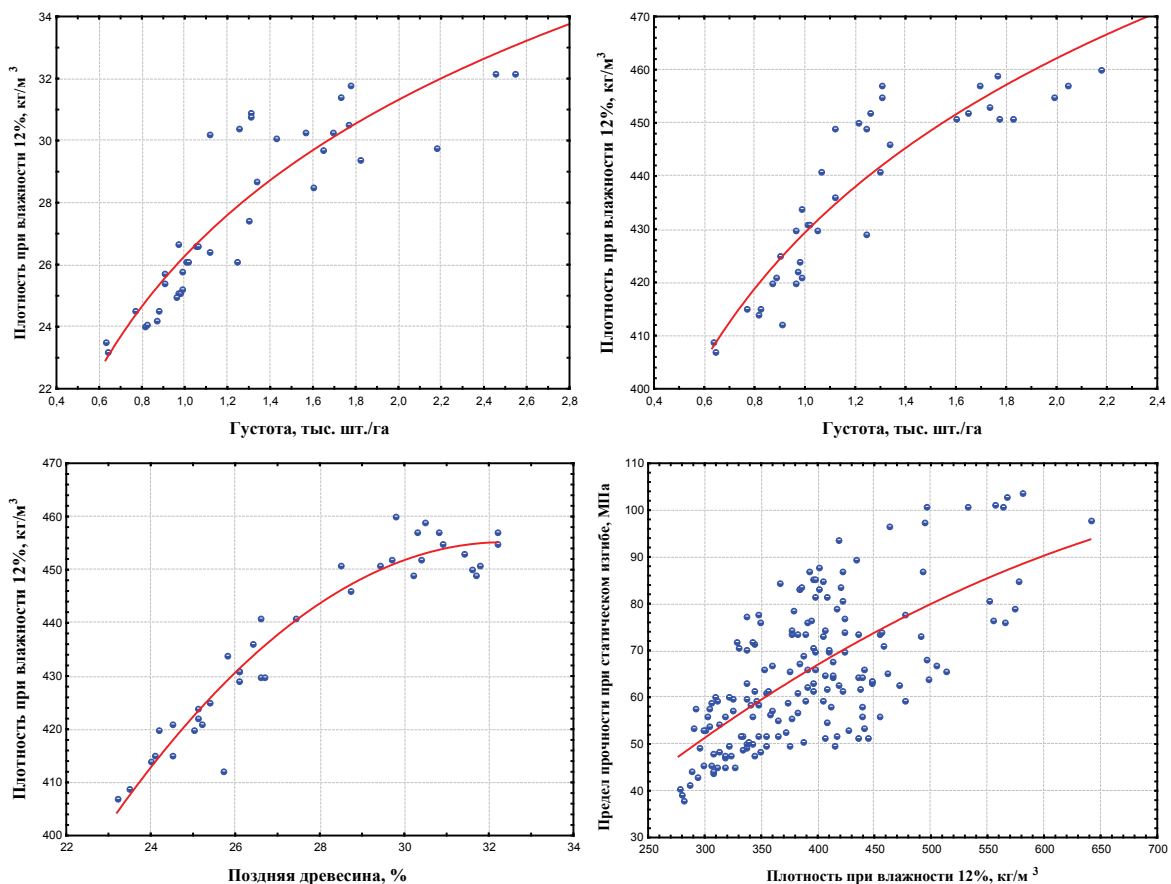


Рисунок. Взаимозависимости показателей качества древесины

Необходимо также отметить, что по результатам измерения ширины годичных колец в различных секциях густоты прослеживается четкая тенденция увеличения радиального прироста ствола после проведения рубки, которая сохраняется в течении 8–9 лет. При этом изреживание в первые годы дает несколько больший эффект (на 10–15%), чем после 20-летнего возраста. Это, видимо, связано с тем, что в раннем возрасте по причине высокой густоты древесные растения испытывают нехватку солнечной энергии. Указанная особенность в последующие несколько лет приводит к дифференциации деревьев и массовому отпаду растений, отставших в росте. При этом отставшие в росте деревья не только занимают территорию, но способствуют ухудшению санитарного состояния насаждения.

Необходимо отметить, что увеличение среднего диаметра в менее густых древостоях связано не только с увеличенным приростом по диаметру, но и с удалением отставших в росте деревьев.

При сравнении двух контрольных секций густоты (с применением и без применения минеральных удобрений) положительный эффект внесения минеральных удобрений также хорошо выражен эффект их применения, но сохраняется он значительно меньший период – 4–5 лет. При этом следует отметить, что на контрольных участках положительный эффект от внесения минеральных удобрений выражен наиболее четко. Это говорит о том, что к 35–40-летнему возрасту в загущенных древостоях наблюдается нехватка минеральных элементов питания. Однако с течением времени действие удобрения заканчивается и его положительный эффект постепенно нивелируется.

Заключение. Таким образом, наиболее эффективным мероприятием необходимо признать селекционное изреживание, которое не только положительно влияет на радиальный прирост деревьев, но способствует удалению неперспективных деревьев. Это, в свою очередь, способствует улучшению санитарного состояния насаждения. Следует также отметить, что внесение минеральных удобрений также позволяет в течении нескольких лет увеличить прирост деревьев по диаметру. Тем не менее необходимо уточнить сроки их внесения, поскольку действие наблюдается лишь в первые 4–5 лет. В связи с меньшей эффективностью удобрений следует рассчитать и экономически обосновать целесообразность их применения в лесном хозяйстве, что будет являться предметом наших дальнейших исследований. Необходимо отме-

тить, что наибольшее влияние на качественные показатели древесины оказывает густота древостоя. При этом следует отметить, что к 40 годам свойства древесины ухудшается при густоте менее 1,0–1,2 тыс. шт./га. Полученные результаты согласуются с работами, проведенными О. И. Полубояриновым [7], А. П. Рябоконе [8] и другими исследователями [9]. В целом можно сделать вывод, что при целевом лесовыращивании необходимо учитывать густоту древостоя, которая может влиять на физико-механические свойства древесины.

Литература

1. Сеннов, С. Н. Рубки ухода за лесом / С. Н. Сеннов. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 160 с.
2. Победов, В. С. Применение удобрений в лесном хозяйстве / В. С. Победов. – М.: Лесная промышленность, 1972. – 201 с.
3. Шиманский, П. С. Итоги научных исследований Института леса по применению удобрений в лесном хозяйстве Беларуси / П. С. Шиманский, В. Е. Волчков // Институту леса АН Беларуси – 65 лет: сб. науч. тр. / под ред. В. Ф. Багинского. – Гомель: Институт леса, 1995. – С. 92–97.
4. Штукин, С. С. Рост сосны в изреженных культурах с интенсивным применением химических средств и биологической мелиорации / С. С. Штукин // Лесной журнал. – 1989. – № 4. – С. 9–12.
5. Федоров, Н. И. Ход роста и физико-механические свойства древесины культур сосны веймутовой и сосны обыкновенной / Н. И. Федоров // Труды БЛТИ. – Минск, 1959. – С. 165–175.
6. Справочник по древесине / А. М. Боровиков. – М.: Лесная промышленность, 1989. – 246 с.
7. Полубояринов, О. И. Влияние рубок ухода на комплексные показатели качества древесины / О. И. Полубояринов, Н. С. Полончук // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение: межвуз. сб. науч. тр. – Л.: ЛПА, 1980. – Вып. IX. – С. 67–71.
8. Рябоконе, А. П. Качество древесины при разной интенсивности роста сосновых насаждений / А. П. Рябоконе // Лесн. хоз-во. – 1980. – № 11. – С. 26–28.
9. Мелехов, В. И. Качество древесины сосны в культурах / В. И. Мелехов, Н. А. Бабич, С. А. Корчагов // Архангельск: Арханг. гос. техн. ун-т. – 2003. – 110 с.