

МИНИСТЕРСТВО  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

---

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ  
ЗАВЕДЕНИЙ

---

*Лесной журнал*

3

1958

АРХАНГЕЛЬСКИЙ  
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
имени В. В. КУЙБЫШЕВА

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Доц. **Ф. И. Коперин** (отв. редактор), проф. **Н. П. Вознесенский**, доц. **П. И. Войчал** (зам. отв. редактора), председатель Архангельского совнархоза **И. Е. Воронов**, проф. **А. Е. Грубе** (зам. отв. редактора), проф. **М. Д. Данилов**, проф. **В. К. Захаров**, проф. **О. Г. Каппер**, проф. **С. Я. Коротов**, проф. **Ф. М. Манжос**, акад. ВАСХНИЛ проф. **И. С. Мелехов**, проф. **И. М. Науменко**, доц. **Н. В. Никитин**, доц. **С. И. Рахманов**, доц. **В. В. Щелкунов**.

Ответственный секретарь редакции **А. И. Кольцова**.

---

«Лесной журнал» публикует научные статьи по всем отраслям лесного дела, сообщения о внедрении законченных исследований в производство и о передовом опыте в лесном хозяйстве и лесной промышленности, информации о научной жизни высших учебных заведений. Предназначается для научных работников, аспирантов, инженеров лесного хозяйства и лесной промышленности, преподавателей, студентов старших курсов лесотехнических и лесохозяйственных вузов.

Выходит 6 раз в год.

---

Адрес редакции: Архангельск, Набережная имени Сталина, 17,  
Лесотехнический институт, тел. 3-63-27.

---

## ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

**О ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМАХ  
ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО  
И ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИХ В ЛЕСОРАЗВЕДЕНИИ****М. М. ВЕРЕСИН**

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Воронежский лесотехнический институт)

На значительной части своего ареала, в западных, центральных и южных областях Европейской части СССР дуб черешчатый (*Q. robur* L.) встречается в виде нескольких фенологических форм. Крайние из этих форм — рано и поздно распускающаяся — давно привлекали внимание исследователей: Nördlinger, 1856; В. М. Черняев, 1878; Földes, 1894; М. М. Орлов, 1895; Schwappach, 1895; Gilardoni, 1895; Н. А. Михайлов, 1899; Н. И. Прохоров, 1906 и др. Тем не менее еще многое в характеристике феноформ не выяснено или освещается противоречиво. Таковы, например, вопросы о морозоустойчивости и теплолюбии поздней формы дуба, ее ксерофитности или влаголюбии и даже такой кардинальный для целей практического использования ранней и поздней форм вопрос, как их наследственная закрепленность. Имеется даже утверждение о ненаследственном вообще характере фенологических форм дуба (А. В. Собесский, 1941), а, следовательно, и о беспредметности их как объекта селекции. Непроработки в изучении феноформ тормозят широкое рациональное использование их в лесоразведении.

Изучая эдафические экотипы дуба, мы получили новые данные по характеристике и отбору его фенологических форм\*. Приводим основные результаты этих исследований.

**Наследственная закрепленность фенологических  
форм и вопрос об их происхождении**

Большинство исследователей считают раннюю и позднюю формы дуба наследственно закрепленными. Наряду с этим есть высказывания о том, что феноформы дуба не являются наследственными и обусловлены лишь особенностями местопроизрастания; что особенности листораспускания у

\* В сборе полевых материалов и первичной их обработке под руководством автора принимали участие студенты-дипломанты ВЛХИ В. И. Грищенко, В. В. Шеина, А. С. Мещерякова, Л. М. Мартынова, аспирант Е. Ф. Чураева, ст. лаборанты Л. И. Трубникова и М. М. Луцкина, студентка Л. А. Кунтыш.

дуба, подобно буку и ели, не в полной мере передаются потомству; что сроки листораспускания у потомства и у дерева-семенника могут быть даже противоположными. Отмечена (А. Е. Котюков, 1951) неустойчивость дубков в молодом возрасте по фенологическому признаку и постепенное закрепление дерева в определенной фенологической группе с возрастом.

Для выяснения вопроса о лесокультурном значении лесотипологического происхождения желудей нами были заложены и изучены опытные культуры дуба в различных условиях местопроизрастания (М. М. Вересин, 1957).

Культуры были заложены в 1950 году в Воронежском, Усманском и Шиповском массивах Воронежской области на девяти участках с различными почвами — от песчаной боровой, в условиях свежего бора, до черноземовидной луговой в пойме. В культурах представлены дубки из желудей четырех групп типов леса тех же массивов (в скобках указано число образцов): дубрава клено-липовая влажная (1), дубрава клено-липовая свежая (3), судубрава свежая (2), суборь свежая (2). На каждом участке отдельными делянками (секциями) посеяны желуди из разных типов леса всех трех массивов, представленных в опыте.

В этих культурах было выполнено исследование фенологических форм дуба в двухлетнем (Шипов лес) и трехлетнем (Воронежский массив) возрасте.

Весной методом периодических отметок (через каждые два дня) были выявлены дубки разных сроков листораспускания, затем произведен их учет и исследование на всех участках и секциях. Установлено, что период листораспускания дубков в посевах во всех случаях продолжительный, от 22 до 29 дней, и всюду имеются дубки ранней, промежуточной и поздней форм. К ранней форме отнесены дубки, распускаявшиеся в первую треть периода, к промежуточной — во вторую. Остальные отнесены к поздней форме.

Исследование показало, что в одинаковых условиях среды, но на секциях культур из желудей разного происхождения процент дубков разных феноформ различен (табл. 1). Эти данные подтверждают, что фенологические особенности форм дуба имеют наследственный характер и при развитии в новых условиях среды в первом семенном поколении не снимаются.

Таблица 1

Происхождение желудей	% дубков разных феноформ в культурах		
	ранняя	промежуточная	поздняя
Участок № II (серая супесчаная почва)			
Суборь простая свежая (В <sub>2</sub> ), массив заповедника	19	34	47
Суборь простая свежая (В <sub>2</sub> ), массив учебно-опытного лесхоза ВЛХИ	55	12	33
Участок № VI (серый лесной суглинок)			
Суборь простая свежая (В <sub>2</sub> ), массив заповедника	10	23	67
Суборь простая свежая (В <sub>2</sub> ), массив учебно-опытного лесхоза ВЛХИ	75	15	10

Аналогичное исследование было проведено в подеревных посевах 1952 года, заложенных кафедрой лесоводства на сером лесном суглинке в Правобережном лесничестве ВЛХИ. Здесь представлено отдельно по семьям потомство от двадцати деревьев-семенников: трех деревьев поздней и семнадцати деревьев ранней формы из трех типов леса Теллермановской дубравы. Исследование культур в двухлетнем возрасте показало, что в каждой семье дубки по срокам листораспускания распределяются в вариационный ряд, приближающийся у поздней формы к типу кривой нормального распределения, а у ранней формы дающий асимметричную кривую. Основное количество дубков группируется у вариационного центра и воспроизводит фенологический тип материнского дерева. Размах варьирования в семье по сроку листораспускания колеблется от 6 до 20 дней, чаще 10—15 дней. В год наблюдения (1953), при холодной и затяжной весне, более растянутый период листораспускания выявился у дубков из желудей ранней формы:

Таблица 2

№ семенников	Происхождение семенников	Феноформа семенника	Даты отметок листораспускания								Всего дубков
			5. V	7. V	10. V	13. V	16. V	19. V	22. V	25. V	
			количество вновь распутившихся дубков в шт.								
72	Дубрава нагорная на темно-сером суглинке	Поздняя	—	—	—	1	8	84	18	—	111
47	Дубняк на супеси (в типе субори)	Ранняя	—	2	28	19	15	7	1	—	72
85	Дубрава пойменная	Ранняя	5	19	113	68	34	9	9	—	257

Таким образом, у потомства в основном сохраняется материнский фенологический тип. В то же время часть сеянцев более или менее уклоняется от него, что создает возможность для естественного отбора в новых условиях среды.

Неоднородность дубков по срокам листораспускания в посевах от семенников ранней или поздней формы, если она отчетливо выражена, обычно объясняют спонтанной гибридизацией. Однако факт распределения их в непрерывный вариационный ряд наводит на мысль, что это закономерное явление, обусловленное природой самих растений-производителей и влиянием условий внешней среды на их плодоношение и на развитие дубков в посевах. По-видимому, феноформы обладают потенциальной способностью при определенных условиях среды развиваться одна из другой. Эту мысль высказывал еще Б. А. Келлер.

О происхождении феноформ дуба существует ряд гипотез. В. Н. Сукачев (1938) связывает возникновение этих форм с условиями, создавшимися для дуба в прошлом с наступлением ледников. Г. Ф. Железнов (1940) и Б. А. Келлер (1948) рассматривают раннюю форму как более молодую, возникшую из поздней под влиянием большей сухости и потепления среды. П. С. Погребняк (1938) считает позднюю форму возникшей в условиях суборей, как фитоцентический экотип. С. С. Пятницкий (1954)

считает раннюю и позднюю формы почвенными экотипами. А. С. Яблоков (1952) рассматривает ранний и поздний дуб как аналогичные по своей природе озимой и яровой формам хлебных злаков. Последние, как это экспериментально показано, могут возникнуть одна из другой под влиянием воздействия определенных условий внешней среды. Н. С. Лотоцкий (1953) сообщает весьма интересный факт массового перерождения сеянцев дуба ранней формы в позднюю под влиянием заморозка. Ч. Дарвин полагал, что поздняя форма у древесных пород может возникать в результате спортивных изменений отдельных побегов в кроне дерева ранней формы. Эта концепция, как и уподобление фенологических форм яровым и озимым хлебным злакам, означает признание возможности возникновения их на месте, в результате текущего формообразовательного процесса, признание, что эти формы могут развиваться одна из другой под влиянием условий среды. Установленное нами в опытах наличие в семьях части сеянцев, уклоняющихся от материнского фенологического типа, подтверждает эту возможность.

Очевидно, наиболее правильным будет считать, что фенологические формы дуба генетически связаны между собой и возникают как формы существования вида в тех географических областях, на макро- и микроучастках, где к этому есть предпосылки в условиях среды. Исходя из этого, селекционный отбор у дуба необходимо вести по типам леса, а уже в их границах осуществлять изучение и отбор ранней и поздней форм. Между тем в практике и в ряде пособий отбор фенологических форм дуба, особенно поздней, обычно рассматривается безотносительно к их лесотипологическому происхождению, что следует признать неправильным.

#### Устойчивость ранней и поздней форм в связи с условиями среды

Этот вопрос затрагивается в ряде работ, однако освещается противоречиво и не может считаться достаточно выясненным. Одни авторы считают позднюю форму более теплолюбивой, другие, наоборот, более холодостойкой. Расходятся мнения и в отношении влаголюбия и засухоустойчивости, теневыносливости и светолюбия феноформ.

По нашему мнению, одной из причин разноречивости в оценке экологических особенностей феноформ дуба является игнорирование их лесотипологического происхождения при сравнительных исследованиях, а также односторонний подход к оценке влаголюбия без достаточного учета роли теплового фактора.

Приводим данные наших наблюдений за распространением феноформ дуба в лесах Воронежской области. В нагорных дубравах, в холодных и континентальных условиях тальвегов и нижних склонов балок распространена преимущественно поздняя форма дуба. В нагорных сухих и очень сухих местоположениях преобладает ранняя форма. Однако местами здесь встречаются и небольшие участки с преобладанием поздней формы, что мы связываем с особенностями микроклимата и рельефа этих участков. Так, например, в Шиповом лесу такие участки есть на маломощных перегнойно-карбонатных почвах на мелу и на осолоделых солонцах, в сухих и очень сухих типах дубрав III—IV бонитетов. В Воронежском массиве, в Правобережном лесничестве ВЛХИ, поздняя форма дуба, кроме тальвегов балок, часто преобладает в нижней половине их южных склонов, на «песчаных подзолах», образуя здесь чистые дубняки IV—V бонитетов. В нагорных условиях, в дубравах средней и высокой продуктивности (II—I бонитетов), насаждения и куртины с преобладанием поздней формы распространены по опушкам массивов с континентальными микро-

климатическими условиями, по слабопониженным участкам и даже микропонижениям внутри массивов.

В пойменных дубравах, примыкающих к левобережным борovým массивам, с заходящими в пойму песчаными гривками-дюнами, распространена преимущественно ранняя форма дуба. Поздняя форма иногда встречается в районе конусов выноса правобережных лесных балок.

В массиве Хреновского бора, в общем сухом и сильно всхолмленном, поздняя форма дуба встречается единично. Но дальше на север в борах, более влажных и ровных по рельефу, поздняя форма получает значительное распространение. Так, в Усманоборском массиве уже примерно в одной трети суборей и судубрав поздняя форма дуба преобладает.

Таким образом, данные наблюдений показывают, что эдафический ареал поздней формы шире, чем это обычно считают. При определенных микроклиматических условиях древостои из этой формы распространены в лесостепи не только во влажных, но и в сухих и даже очень сухих дубравах. Поэтому мы не склонны рассматривать эту форму, в целом, как почвенный экотип. Это тем вернее для ранней формы с ее еще более широким эдафическим ареалом.

Объективные доказательства преимуществ той или иной феноформы дуба можно получить, изучая процесс естественного отбора феноформы в культурах с различными условиями среды. Поскольку наследственность фенологического признака не является абсолютной, то под влиянием отбора, а также эколого-физиологической переработки части растений в новых условиях среды из посевов, одинаковых по происхождению и исходному формовому составу желудей, на разных участках могут, очевидно, формироваться популяции, различные по составу феноформ. Это положение впервые экспериментально доказано нами на упоминавшихся уже лесотипологических культурах дуба посадки 1950 года. Так, в Шиповом лесу уже в культурах двухлетнего возраста, в посевах из желудей одной и той же партии и типа леса на разных участках оказалось разное соотношение дубков ранней и поздней форм, причем в закономерной связи с условиями среды участков.

В культуре на мелах, то есть на маломощной перегнойно-карбонатной почве, сильно нагреваемого и сухого юго-восточного склона очень большой балки, проявился сдвиг в сторону увеличения процента дубков ранней формы. Количество дубков ранней формы составило здесь в среднем по всем шести лесотипологическим образцам 44,8%, максимальное — 57,5% (секция из желудей С<sub>2</sub> ВЛХИ). Среднее же количество дубков поздней формы составило всего 9,9%, максимальное — 14,0%, (секция из желудей Д<sub>2</sub> Шипова леса).

На другом участке, в культуре по широкому тальвегу той же балки, в холодных и влажных условиях, с поздними заморозками оказалось обратное положение. В таких же, по происхождению желудей, культурах резко повысился процент дубков поздней формы и снизилась доля дубков ранней формы. Количество поздних дубков здесь в среднем по тем же шести образцам составило 27,2%, максимальное — 46,0% (секция из желудей Д<sub>3</sub> Шипова леса). Среднее количество дубков ранней формы было 30,6%, максимальное — 46,5% (секция из желудей С<sub>2</sub> ВЛХИ).

Естественный отбор в культурах, усиленный затем различиями в росте дубков разных форм, будет и дальше идти в соответствии со средой каждого участка. Следовательно, посевы желудей одной феноформы, уже в первом поколении можно на разных участках получить существенно различные по формовому составу насаждения. В зависимости от условий среды в одних насаждениях будет больше дубов ранней формы, в других — поздней.

В затопляемой части поймы, на темноцветной структурной луговой почве, в противоположность участку с серо-песчаной почвой, отбор развивается в сторону увеличения и накопления ранней и промежуточной форм дуба и сокращения поздней формы (по данным для культур трехлетнего возраста).

Нет оснований приписывать это целиком сильному влиянию затопления еще невысоких дубков, задерживающему нормальный ход их развития и ведущему затем к более дружному и интенсивному началу листораспускания по выходе из воды, так как общая продолжительность периода распускания на обоих участках большая. Не вызывает сомнения также явно более угнетенное состояние и худший рост здесь дубков поздней формы. Наибольший у этой формы процент сильно поврежденных различными факторами дубков, наименьшая их высота и прирост, наименьший процент крупных и наибольший — мелких дубков, более мезофитная структура листьев, позволяющая предполагать худшую приспособляемость к сильным изменениям влажности в течение вегетационного периода, — все это говорит не в пользу культуры поздней формы дуба в этих условиях.

Приводим данные о формовом составе дубков на рассмотренных выше участках культур.

Таблица 3

№ участ-ков	Местоположение и почва участков культур	Период листо-распускания: даты количество дней	% дубков разных феноформ в культурах		
			ран-няя	проме-жуточ-ная	позд-няя
1. Шишовский массив. Красный лесхоз. Дуб 2 лет					
IV	Верхняя часть юго-восточного склона балки; почва перегнойно-карбонатная на мелу . . . . .	16.IV—14.V-51 г. 28	45	45	10
VIII	Тальвег большой балки; почва черпоземовидный аллювий . . . . .	21.IV—19.V-51 г. 28	29	44	27
2. Воронежский массив. Левобережное лесничество ВЛХИ. Дуб 3 лет					
II	Первая надлуговая терраса; почва серая супесчаная . . . . .	3.V—31.V-52 г. 28	32	28	40
IX	Пойма, затопляемая часть; почва темноцветная дерново-луговая . . .	28.V—18.VI-52 г. 21	43	33	24

Примечание. По каждому участку приведены средние данные для шести одних и тех же по лесотипологическому происхождению секций.

Исследование нервации листьев у трехлетних дубков ранней и поздней форм в культурах одного лесотипологического происхождения показало во всех случаях более ксероморфное строение листьев у ранней формы (табл. 4).

Полученные данные о направлении естественного отбора феноформ и о сравнительной ксероморфности их листьев показывают, что в условиях южно-лесостепных дубрав при одном и том же лесотипологическом происхождении ранняя форма является более ксерофитной и жароустойчивой. В силу этого она и преобладает большей частью в типах леса на сильно нагреваемых и сухих местоположениях (участок IV). Поздняя форма преобладает в холодных местоположениях на влажных почвах.



Таблица 4

№ участка	Почвы	Происхождение дубков	Жилкование листьев при феноформам дуба			Примечание
			поздней в см/см <sup>2</sup>	ранней		
				в см/см <sup>2</sup>	в % к поздней	
II	Серая легкосупесчаная . . . . .	Д <sub>1</sub> Шипов лес	56,4	78,6	139,5	Определения Л. Мартыновой
VI	Серый лесной суглинок . . . . .	"	49,1	50,5	104,7	Определения В. Шенной и Л. Трубниковой
IX	Темноцветная дерново-луговая . .	"	40,5	50,9	125,8	Определения А. Мещеряковой
IX	То же . . . . .	В <sub>2</sub> Заповедник	44,5	61,8	138,8	То же

(участок VIII), а в морозобойных участках также и на более сухих почвах (участок II). В пойме с ее более благоприятным температурным режимом и специфическими условиями увлажнения более устойчива ранняя форма (участок IX).

Ксерофитность и влаголюбие каждой формы и соотношение их по этим показателям в большой степени определяется также их лесотипологическим происхождением. В наших опытах в лесотипологических посевах 1944 года в засушливых условиях поздняя форма дуба из сухой меловой дубравы в Шиповом лесу проявила наибольшую устойчивость и лучший рост, тогда как ранняя форма из желудей дубравы на солончаке дала в тех же условиях наихудшие результаты. В серии лесотипологических культур 1950 года посевы желудей из простой субори (В<sub>2</sub>) массива Воронежского заповедника с преобладанием дубков поздней формы почти на всех участках, в том числе и в засушливых местоположениях, дали отличные результаты по устойчивости по сравнению с большинством других лесотипологических образцов, среди которых имеются образцы с более высоким процентом дубков ранней формы, например, из судубравы (С<sub>2</sub>) ВЛХИ, субори (В<sub>2</sub>) ВЛХИ и др.

По Г. С. Иванову (1951) в Молдавии в условиях сухой дубравы усохли в культурах из пойменных желудей как поздняя, так и ранняя форма, тогда как культуры из желудей местной сухой дубравы, представленные ранней формой, не пострадали.

В опытах С. С. Пятницкого (1941) сеянцы поздней формы дуба из влажной дубравы (по балке) оказались менее засухоустойчивыми, чем сеянцы ранней формы из нагорной дубравы. Наоборот, В. И. Саутин (1953) и В. А. Смирнова (1955), изучавшие сеянцы поздней формы от семенников из более сухих, а ранней — из более влажных условий произрастания, получили противоположные результаты.

Установлены также большие различия по устойчивости и ксерофитности одной и той же фенологической формы, но разного лесотипологического происхождения. Такова, например, поздняя форма дуба из желудей меловой и тальвеговой дубрав в нашем опыте 1944 года, ранняя форма из субори и из пойменной дубравы в опыте 1952 года и др. Они показывают, что лесотипологическое происхождение оказывает более сильное влияние на ксерофитность и устойчивость дубков, чем их принадлежность к той или иной фенологической форме. Поэтому селекционный отбор устойчивых форм дуба должен осуществляться прежде всего по типам леса или условиям местопроизрастания, а затем в пределах определенной лесо-

типологической группы должен производиться отбор наиболее ценной для условий будущих культур фенологической формы. Таким образом, выбору феноформы придается важное, но соподчиненное значение.

### Отношение феноформ к поражению грибами и насекомыми

Имеются указания, что от гусениц, повреждающих листву в ранне-весенний период, меньше страдает поздняя форма дуба в связи с тем, что в этот период она находится в зимнеголом состоянии (С. Курдиани и А. Ильинский, 1915). С. Н. Карандина (1951) отмечает, что поздний дуб сильнее повреждается скелетирующими листья насекомыми, а также яблочновидной орехотворкой. В условиях Тульских засек отмечено более значительное повреждение поздней формы мучнистой росой (А. Е. Котюков, 1951).

По данным наших наблюдений в Савальском лесничестве (Балашовская область) за период 1935—1952 гг., можно отметить, что культуры и естественные дубняки ранней формы в годы с благоприятными условиями для выгонки вторичных побегов гораздо сильнее поражаются мучнистой росой, чем культуры дуба поздней формы. Летом в такие годы эти древостои по пораженности листьев представляют настолько резкий контраст между собой, что по одному этому признаку можно безошибочно распознать насаждения ранней и поздней форм.

Наши наблюдения за энтомоповреждениями феноформ подтверждают правильность указаний С. Курдиани и А. Ильинского. В том же Савальском лесничестве весной 1950 года автор наблюдал массовую миграцию гусениц непарного шелкопряда из кварталов с древостоями поздней формы дуба, находившихся еще в зимнеголом состоянии, на участки распустившейся ранней формы. Гусеницы многорядным слоем переползали через просеку на всем ее протяжении. В Воронежском массиве, в б. Староучебной даче лесхоза ВЛХИ, при инвазии дубовой листовертки в 1953 году насаждения дуба ранней формы почти полностью были лишены первой листвы, тогда как дубняки поздней формы по тальвегам оврагов имели хорошее облиствение.

В Савальском лесничестве автор неоднократно наблюдал в период брачного лета массовое скопление майского хруща у деревьев ранней формы дуба среди сосен. Хрущи уничтожали листву этих деревьев, тогда как еще не распустившиеся деревья поздней формы не привлекали жуков и не страдали от них. В связи с этим ранняя форма дуба не должна применяться при создании сосново-дубовых культур, поскольку она является проводником хруща в сосняки и этим может нанести ущерб насаждениям. Для культур этого типа необходимо применять позднюю форму, как это уже отмечалось нами в прежних работах. Позднюю форму для сосново-дубовых культур, учитывая ее более высокую теневыносливость, ранее рекомендовал П. С. Погребняк (1944). Это предложение получает дополнительное обоснование в наших наблюдениях.

### Рост и качество феноформ дуба

В разных исследованиях неоднократно сопоставлялся рост ранней и поздней форм дуба в культурах по высоте, диаметру, а для насаждений старшего возраста также запасы древесины на гектаре. В одних случаях выводы делались в пользу поздней формы (Н. П. Кобранов, 1925; П. Ф. Фальковский, 1927; М. М. Вересин, 1939; Н. А. Третьяков, 1950), причем не только в условиях лесостепи, но и в степных лесничествах. Так, в Донском лесничестве культуры поздней формы дуба в 11-летнем

возрасте превосходили насаждение ранней формы по высоте на 11,2%, по диаметру на 5%. В Ждановской агролесоопытной станции в 23-летних посадках различия, соответственно, были 14 и 18,5% (по данным К. А. Лашевич, 1953). По другим исследованиям, более быстрорастущими являются сеянцы и насаждения ранней формы дуба (В. И. Саутин, 1953; В. А. Смирнова, 1955). Очевидно, для более определенных выводов необходимо учитывать происхождение насаждений и условия их выращивания. Работы, проведенные в этом направлении (Ф. Н. Харитонович, 1930; С. С. Пятницкий, 1941; П. С. Погребняк, 1944; В. В. и А. В. Гурские, 1950; В. Е. Вихров и Е. И. Енькова, 1953), показали, что соотношение роста феноформ дуба в большой степени зависит от условий произрастания: в засушливых местоположениях более быстрый рост наблюдался у ранней формы; на почвах достаточно высокого плодородия и увлажненных — у поздней. Однако при этом иногда мало учитывалось лесотипологическое происхождение феноформ, а также различное влияние на их рост микроклиматических факторов и, главным образом, теплового режима, имеющего в некоторых случаях решающее значение. В итоге вопрос нельзя считать окончательно разрешенным, необходимы дальнейшие исследования и накопления фактов.

Более согласованные данные имеются о габитуальных различиях дубов ранней и поздней форм и о технических качествах их древесины. Можно считать общепризнанным, что деревья поздней формы в насаждениях отличаются более стройными и полнодревесными стволами, более поджатой кроной, менее сукваты (Н. П. Кобранов, 1925; А. И. Колесников, 1928; Н. С. Плотников, 1937; М. М. Вересин, 1939; Н. В. Шевченко, 1940; Е. И. Енькова, 1946; Н. А. Третьяков, 1950 и др.). Это обуславливает более высокий процент выхода деловой древесины в насаждениях поздней формы (Н. С. Плотников, П. М. Даков). На качество стволов обеих феноформ дуба весьма сильное влияние оказывают также условия их выращивания (Ф. Н. Харитонович, 1951). В перегущенных порослевых дубняках нам неоднократно приходилось наблюдать у одной и той же феноформы прямоствольный рост сильнорослых дубов и извилисто-коленчатый рост у дубов заглушаемых, отстающих в росте. По показателям физико-механических свойств древесины и прежние и новые исследования указывают на более ценные качества поздней формы дуба (Яхонтов, 1928; В. Е. Вихров, 1950).

В лесотипологических культурах 1950 года в Шиповском и Воронежском массивах нами были проведены обмеры высот, диаметров и детальные габитуально-морфологические исследования дубков двух-трехлетнего возраста по категориям разных сроков листораспускания. Анализ полученных данных показал, что в этом возрасте в условиях культур еще не выявляется резких и определенных различий по силе роста и форме стволиков между дубками разных феноформ.

В лесотипологических культурах в Шиповом лесу (Красный лесхоз), исследованных с учетом феноформ в возрасте 21 года, установлены уже весьма существенные и устойчивые различия по росту и качеству между разными феноформами дуба, однотипные для всех участков различного лесотипологического происхождения.

Культуры заложены М. С. Львовым весной 1930 года в условиях нагорной свежей клено-липовой дубравы на темно-сером суглинке густым посевом в коридоры на лесосеке пятнадцатилетнего возраста, возобновившейся порослью второстепенных пород. На участке в виде отдельных делянок (секций) посеяны желуди из пяти типов леса Шиповского массива: дубравы снытевой на слабоподзоленных черноземах и темно-серых суглинках (Д<sub>2</sub>, Д<sub>2-3</sub>; бонитет I); дубравы снытево-осоковой на серых (местами

темно-серых) суглинках (Д<sub>2</sub>, бонитет II); дубравы осоковой, на слабо-солонцеватых серых и светло-серых суглинках (Д<sub>1</sub>, бонитет III); дубравы солонцеватой, на светлых солонцеватых суглинках (Д<sub>0</sub>, бонитет IV); дубравы солонцевой, на солонцах (С<sub>0</sub>, бонитет V). Величина секций 0,125 га, кроме посева желудей из дубравы на солонцах, площадь которого 0,025 га. Отметим, что культуры приурочены к большой вырубке среди массива и подвержены заморозкам.

Наблюдения за листораспусканием и отметка всех дубков на участке (1596 штук) были проведены весной 1950 года, а обмеры и описания дубков — осенью того же года. В ходе листораспускания резко выявились три волны с двумя спадами (3 и 13 мая), что позволило принять четкое разделение дубов на фенологические формы: раннюю (распускание с 26.IV до 3.V), промежуточную (3.V—13.V) и позднюю (13.V—25.V).

Данные о числе дубков разных феноформ, их средней высоте, диаметре и распределении на категории по форме ствола для каждой секции, а затем средние данные по феноформам для первых четырех секций, как наиболее хозяйственно-ценных по приживаемости и росту, приведены в таблице:

Таблица 5

Феноформы	Число дубков		Средняя высота		Средний диаметр		Распределение дубков по форме стволов в %		
	шт.	%	в м	в % от ранней формы	в см	в % от ранней формы	прямостоящих и слабоколенчатых	коленчатых	двойчаток и многовершинных
<b>Дубняк снытевый (I бонитет)</b>									
Ранняя . . . . .	58	14,2	1,80	100,0	1,2	100,0	23,4	58,6	12,0
Промежуточная . . . . .	199	48,8	2,38	132,2	1,3	108,3	31,5	46,8	21,7
Поздняя . . . . .	150	37,0	3,08	171,1	1,8	150,0	45,8	29,0	25,2
<b>Дубняк снытево-осоковый (II бонитет)</b>									
Ранняя . . . . .	49	12,6	2,02	100,0	1,1	100,0	37,1	51,8	11,1
Промежуточная . . . . .	161	41,7	2,54	120,8	1,6	145,4	39,7	42,5	17,8
Поздняя . . . . .	175	45,7	3,30	163,4	2,2	200,0	41,3	36,2	22,5
<b>Дубняк осоковый, (III бонитет)</b>									
Ранняя . . . . .	19	4,4	2,71	100,0	1,6	100,0	15,8	73,7	10,5
Промежуточная . . . . .	179	40,7	2,84	104,8	1,7	106,8	26,2	63,1	10,7
Поздняя . . . . .	241	54,9	3,81	140,6	2,6	162,5	35,3	50,6	14,1
<b>Дубняк солонцеватый (IV бонитет)</b>									
Ранняя . . . . .	91	21,8	2,00	100,0	1,5	100,0	13,2	84,6	2,2
Промежуточная . . . . .	165	39,7	2,59	129,5	1,7	113,3	26,7	68,3	5,0
Поздняя . . . . .	160	38,5	3,82	191,0	2,7	180,0	38,6	55,1	6,3
<b>Дубняк солонцевый (V бонитет)</b>									
Ранняя . . . . .	14	28,1	1,04	100,0	—	—	31,3	68,7	Нет
Промежуточная . . . . .	17	35,1	1,21	116,3	—	—	70,0	25,0	5,0
Поздняя . . . . .	18	36,8	1,81	174,0	—	—	38,3	47,7	19,0
<b>Среднее для первых четырех секций (I—IV бонитет)</b>									
Ранняя . . . . .	—	15,8	2,13	100,0	1,4	100,0	23,9	67,2	8,9
Промежуточная . . . . .	—	42,7	2,59	121,8	1,6	118,3	31,0	55,2	13,8
Поздняя . . . . .	—	41,5	3,50	166,5	2,3	173,1	40,2	42,7	17,1

На всех секциях поздняя форма обнаруживает в данных условиях резкое преимущество в росте перед ранней, превышая ее в среднем по высоте на 66,5%, по диаметру (для дубков высотой более 1,5 м) на 73,1%. Процент прямоствольных и слабоколенчатых дубков поздней формы также в полтора—два раза выше, чем у ранней.

Промежуточная форма занимает среднее положение, ближе к ранней. По количеству прямоствольных и дефективных дубков исключение представляет культура из желудей дубравы на солонце, где лучшие показатели — у промежуточной формы. Однако это отклонение может носить случайный характер, поскольку в данной секции мало дубков. Обращает внимание, что среди категорий дубков по форме ствола поздняя форма на всех секциях выделяется повышенным количеством двойчаток. У ранней формы, наоборот, количество двойчаток наименьшее, но наибольшее число коленчатых стволов.

По данным исследования этих культур в 11-летнем возрасте, выполненного Е. И. Еньковой, дубки поздней формы также имели преимущество в росте перед ранней и промежуточной формами. Средняя высота дубков из желудей разного происхождения приводится в табл. 6 (в см):

Таблица 6

Феноформа дуба	Происхождение культур (желудей)				
	дубняк сните- вый, I бонитет	дубняк сните- вый осо- ковый, II бони- тет	дубняк осоко- вый, III бонитет	дубняк солон- цеватый, IV бони- тет	дубняк солонцо- вый, V бони- тет
Ранняя . . . . .	105	101	142	91	77
Промежуточная . . . . .	98	129	126	103	91
Поздняя . . . . .	124	128	142	136	117

Таким образом, лучший рост и продуктивность поздней формы дуба в данных условиях являются ее устойчивой особенностью, рельефно проявившейся к концу первого десятилетия произрастания культуры и усиливающейся с годами. В силу отставания в росте дубков ранней формы отпад их в сомкнутом насаждении в процессе самоизреживания должен быть более значительным, а процент деревьев поздней формы должен постепенно увеличиваться, то есть естественный отбор развивается здесь в пользу поздней формы. В данных условиях вполне очевидна эффективность селекционного отбора и выращивания насаждений промышленного назначения из поздней формы дуба соответствующего лесотипологического происхождения. Опыт показывает несостоятельность возражений против такого отбора и предложений выращивать дубовые культуры смешанного феноформового состава (А. Е. Котюков, 1951) и подтверждает наши прежние рекомендации по этому вопросу (М. М. Вересин, 1946).

По данным опытов в Шиповском лесничестве, селекционный отбор фенологических форм дуба, по-видимому, может иметь положительное значение также при географических перебросках семенных желудей. Отметим, что участок географических культур дуба, заложенных М. С. Львовым и Ю. Г. Юнаш в 1930 году в квартале 10, расположен здесь на опушке лесного массива, то есть в зоне континентального микроклимата с заморозками и сравнительно резкими колебаниями температуры. Повышенное снегонакопление несколько увеличивает здесь влажность почвы. По данным исследования этих культур в 11-летнем возрасте (Е. И. Енькова, 1946), наблюдений и обмеров их в возрасте 21 года, выполненных

Таблица 7

Происхождение культур	Возраст (лет)	Средние показатели	Феноформы дуба		
			ранняя	поздняя	
				в абсолютных цифрах	в % к ранней
Красно-Тростянецкое лесничество, 50°40' с. ш., 4°30' в. д. от Пулкова	11	Высота в м	1,2	1,4	115,7
	21	"	4,2	5,3	126,2
	21	Диаметр в см	3,1	3,6	116,1
Василевичское лесничество, 52°16' с. ш., 0°30' в. д. от Пулкова . . .	11	Высота в м	1,4	1,5	104,9
	21	"	5,2	5,4	103,8
	21	Диаметр в см	4,1	3,8	92,7

нашим аспирантом Е. Ф. Чураевой, в культурах западных районов (гомельские, тростянецкие) лучше растут дубки поздней формы (табл. 7).

Происхождение желудей: для Тростянецкого лесничества — из трехъярусной дубравы II бонитета на сером лесном суглинке, для Василевичского лесничества — из дубрав I и II бонитета на подзолистых супесях, подстилаемых оглеенным суглинком, дубово-грабового и дубово-ясеневых типов.

Несмотря на повышенную ксерофитность ранней формы в культурах из желудей западных районов в юго-восточной островной дубраве (Шипов лес), на плакорном местоположении, устойчиво лучший рост показывает поздняя форма. Очевидно, климатические условия и более короткий вегетационный период, неблагоприятно влияющие здесь на рост западных форм, сильнее сказываются на ранней форме, имеющей более продолжительный период роста, выгонки побегов и вегетации и сильнее страдающей в силу этого от весенних и осенне-зимних морозов. В опыте василевичские культуры происходят от желудей, собранных в древостоях на хорошо увлажненных почвах. Новые исследования (В. И. Саутин, В. А. Смирнова, И. Д. Юркевич) показывают, что поздняя форма дуба в лесах БССР, в отличие от лесостепи, преобладает в основном на повышенных элементах рельефа с более дренированными почвами и отличается большей ксерофитностью, чем ранняя, приуроченная здесь к более влажным местоположениям. Это обстоятельство и данные опыта позволяют полагать, что при вынужденных географических перебросках желудей из западных областей на юго-восток целесообразнее использовать, вопреки установившемуся мнению, не раннюю, а позднюю форму дуба, при сборе ее желудей в типах леса с более возвышенным и сухим местоположением.

### Заключение

Выполненные исследования позволяют сделать вполне обоснованные выводы о значении феноформ дуба и рекомендации по их использованию при лесоразведении в лесостепных и степных районах.

1. Селекционный отбор и изучение феноформ необходимо вести по типам леса, так как опыты и исследования показывают ведущую роль лесотипологического происхождения для устойчивости и роста дуба в культурах при соподчиненной роли фенологических форм. Укоренившийся

в практике и литературе подход, например, к оценке и отбору поздней формы дуба относительно к ее лесотипологическому происхождению суживает возможности и снижает эффективность селекции дуба по феноформам и должен быть изменен.

2. Ранняя форма дуба, в зависимости от ее лесотипологического происхождения, может быть в частности рекомендована для отбора и разведения в следующих случаях:

а) Из типов леса влажных дубрав, главным образом пойменных, — для лесоразведения в заливных местах пойм.

б) Из типов леса сухих дубрав, свежих дубрав и суборей — для лесонасаждения прежде всего в сухих дубравах, в том числе на маломощных перегнойно-карбонатных почвах, на мелах, на сухих солонцеватых почвах и осолодевающих солонцах; для степного лесоразведения на черноземных и других разностях почв с недостаточным увлажнением, в неморозобойных местоположениях (главным образом на плакорных участках).

3. Поздняя форма дуба может быть рекомендована в следующих случаях:

а) Из типов леса свежих и влажных (преимущественно тальвеговых) дубрав и лучших разностей судубрав — в первую очередь для широкого разведения при создании лесонасаждений дуба промышленного назначения на достаточно плодородных влагообеспеченных почвах в типах высокопродуктивных свежих и влажных дубрав, на несухих разностях черноземов и т. п., а также в полезащитном лесоразведении при создании насаждений в морозобойных позициях, на достаточно увлажняемых секциях оврагов и балок.

б) Из типов леса сухих дубрав и из свежих и сухих суборей — при создании сосново-дубовых культур в условиях суборей и судубрав. Допустимо также применение поздней формы в полезащитном лесоразведении на плакорных участках, при нехватке желудей ранней формы (см. п. 2б), а также в морозобойных позициях на недостаточно увлажняемых и малоплодородных почвах.

По-видимому, целесообразно также использовать позднюю форму дуба из относительно более сухих местоположений при вынужденной географической переброске желудей из западных областей на восток.

## ЛИТЕРАТУРА

Вересин М. М. Очерк лесных культур Савальского лесничества. Научные записки Воронежского лесохозяйственного института, т. V, 1939. Вересин М. М. Селекционный отбор быстрорастущих форм древесных пород при лесовыращивании. Научные записки Воронежского лесохозяйственного института, т. IX, 1946. Вересин М. М. Лесокультурное значение лесотипологического происхождения семенных желудей дуба. Труды Воронежского Государственного заповедника, вып. VII, Воронеж, 1957. Вехов Н. К. Биологические и экологические особенности дуба черешчатого. Сб. «Культура дуба». Опыт и исследования ВНИАЛМИ, вып. 24, М., 1954. Вихров В. Е. Строение и физико-механические свойства древесины дуба в связи с условиями произрастания. Гослесбумиздат, 1950. Вихров В. Е. и Енькова Е. И. Динамика вегетационного прироста древесины рано и поздно распускающихся форм дуба в связи с условиями произрастания. Труды Института леса АН СССР, т. IX, 1953. Гурский В. В. и Гурский А. В. Принципы подбора пород в степных лесопосадках, М., 1950. Енькова Е. И. Климатические экотипы дуба. Научные записки Воронежского лесохозяйственного института т. IX, 1946. Енькова Е. И. Рост и развитие рано и поздно распускающихся форм дуба в географических культурах. Труды Института леса АН СССР, т. III, 1950. Енькова Е. И. Территориальное размещение рано и поздно распускающихся форм черешчатого дуба. Доклады АН СССР, новая серия, т. XXIV, № 1, 1950; Енькова Е. И. Влияние поздних весенних заморозков на прирост дуба в высоту. «Лесное хозяйство» № 12, 1951. Железнов Г. Ф. Естественное возобновление дуба и система рубок в дубово-вязовых пойменных лесах в зави-

симости от экологических отношений. Сб. «Растение и среда», Труды лаборатории эволюционной экологии АН СССР, т. 1, 1940. Иванов Г. С. О причинах усыхания дубовых культур в лесной даче Бендерского лесхоза. «Лесное хозяйство» № 11, 1951. Карандина С. Н. К вопросу об особенностях ранней и поздней форм дуба. Ученые записки Ленинградского гос. университета, серия биологических наук, вып. 25, 1950. Карандина С. Н. Некоторые эколого-биологические различия ранней и поздней рас дуба. Ученые записки Ленинградского гос. университета, серия биологических наук, вып. 30, 1951. Кобранов Н. П. Селекция дуба. М., 1925. Кобранов Н. П. Задачи и итоги работ отдела лесоведения лесной опытной станции Воронежского с.-х. института. Труды по лесному опытному делу, вып. II, 1925. Кобранов Н. П. О наступлении зрелости у желудей и о наследовании времени распускания у поздних и рано распускающихся дубов. Дневник Всесоюзного съезда ботаников, Л., 1928. Колесников А. И. Про раси дуба звичайного (*Q. robur* L.) та їх селекцію, Вісті Харьк. сільск. Госп. інст. № 10, 1928. Котюкова А. Е. Опыт анализа популяции дуба (*Q. robur* L.) по фенологическому признаку. Труды Института леса АН СССР, т. VIII, 1951. Курдиани С. и Ильинский А. Из биологии летнего дуба (к вопросу о селекции дуба). «Сельское хозяйство и лесоводство», март, 1915. Лашевич К. А. Ассортимент дубов при степном лесоразведении «Лесное хозяйство» № 1, 1953. Лотоцкий И. С. Влияние внешней среды на наследственные свойства растений. «Лесное хозяйство» № 2, 1953. Михайлов Н. А. О разновидности дуба. «Лесопромышленный вестник» № 31, 1899. Михайлов Н. А. К вопросу о распространении раннего и позднего дуба в связи с почвенно-грунтовыми условиями. «Лесной журнал», вып. 2—3, 1909. Орлов М. М. Дубовые леса Европейской России. «Лесной журнал», вып. 6, 1895. Плотников Н. С. Сравнительная ценность каштанолистного, армянского и рас обыкновенного дуба в степных условиях Азово-Черноморского края. Сб. «Лесомелиорация и лесное хозяйство», изд. 1, Азово-Черноморской научно-исслед. станции агролесомелиорации и лесного хозяйства, 1937. Погребняк П. С. Сосноводческие культуры. «В защиту леса» № 2, 1938. Погребняк П. С. и др. Основы лесной типологии. Киев, 1944. Пятницкий С. С. Экологические типы обыкновенного дуба и их использование в лесокультурной практике. «Лесное хозяйство» № 3, 1941. Пятницкий С. С. Селекция дуба. Гослесбуиздат, М.—Л., 1954. Саутин В. И. Изучение экологических и лесоводственно-биологических особенностей рано распускающихся и поздно распускающихся форм дуба черешчатого в дубравах БССР (автореферат диссертации). Минск, 1953. Смирнова В. А. Экологические типы дуба черешчатого, произрастающего в Белорусской ССР (автореферат диссертации). Минск, 1955. Собесский А. В. Борьба с засухой в искусственных лесных насаждениях. «Лесное хозяйство» № 6, 1941. Сукачев В. Н. и др. Дендрология с основами геоботаники. М.—Л., 1938. Ткаченко М. Е. и др. Общее лесоводство. М.—Л., 1939. Третьяков Н. А. Фенологические наблюдения за поздно распускающимся дубом. «Лес и степь» № 10, 1950. Фальковский П. Ф. Ранні та пізні раси дуба (*Quercus pedunculata*) «Український лісовод», травень 1927. Харитонович Ф. Н. Сезонный прирост дуба що рано розпускається і що пізно розпускається. Труды по лесному опытному делу Украины, вып. XV, 1930. Харитонович Ф. Н. Дуб в степных условиях и его выращивание. М.—Л., 1954. Черняев В. М. О лесах Украины. М., 1878. Шевченко Н. В. Коленчатость стволов дуба. «Лесное хозяйство» № 1, 1940. Юркевич И. Д. Об особенностях распространения ранней и поздней формы дуба черешчатого по типам леса в БССР. Доклады АН СССР, 1954, 95, № 1. Яблоков А. С. Селекция древесных пород с основами лесного семеноводства. Ч. I. Генетика, М.—Л., 1952. Яхонтов I. Технічні властивості дуба з Чугуїво-Бабчанського навчально-досвідного лісництва: Вісті Харківського сільсько-господарського інституту, № 10, 1928. Földes I. Die spätblühende Eiche (*Quercus pedunculata* v. *tardissima* Simonkai). — Zentralblatt f. d. gesamte Forstwesen, Jahrg. 1894. Dillardoni. Le chêne de Jun. Nancy, 1895. Nördlinger. Interessante spätausschlagen de Eiche (*Quercus pedunculata tarda* Nörde). Allgem. Forst- und Jagdzeitung, Jahrg. 1856. Schwappach. Die Jun — Eiche. Centralblatt f. Forst- und Jagdwesen, 1895.



## К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ, ПОРАЖЕННЫХ ПОДКОРНЫМ КЛОПОМ \*

**П. А. ПОЛОЖЕНЦЕВ**

Профессор

**Д. И. ЗДРАЙКОВСКИЙ**

(Воронежский лесотехнический институт)

В период 1953—1955 годов в Брагинском лесничестве Хреновского бора в сосновых культурах Кравцова и в Октябрьском лесничестве Анненского лесхоза нами проведены некоторые наблюдения над состоянием деревьев, в разной степени пораженных подкорным клопом (*Aradus cinnamomeus* Pz.) в очагах корневой губки.

Двадцатисемилетние культуры Кравцова расположены на супесчаных почвах, имеют состав 10С, I бонитета, представлены типом леса — В<sub>2</sub>. Семнадцатилетние сосновые культуры Октябрьского лесничества расположены на темных супесчаных почвах, имеют состав 10С, тип леса — В<sub>2</sub>, бонитет II.

Пробные площади, размером от 0,1 до 1,25 га, были заложены (одна из них С. Ф. Негруцким) в очагах корневой губки и по соседству с ними.

На площади 510 га нами обследовано свыше 15 очагов. Районы поражения представляли собой прогалины величиной от 0,001 до 2,0 га и более, с отдельными уцелевшими на них деревьями; по периферии очагов имелись отмирающие и мертвые деревья.

На пробных площадях исследовались модельные деревья внешне здоровые, больные I степени (имеющие ослабленный прирост верхушечных побегов, стволы без поселения вторичных вредителей), больные II степени (с приростом побегов 2—3 см или совсем без прироста; стволы заселялись или были заселены вторичными вредителями) и мертвые.

Клоп с разной плотностью поселений найден во всех очагах корневой губки и на всех категориях обследованных деревьев. Определялись: выделение живицы из искусственных ранений на стволах \*, степень зараженности деревьев клопом, влияние клопа на прирост в высоту, толщина луба, влажность луба, количество сока, активность фермента каталазы в лубе, густота живицы и коэффициент преломления живицы.

\* Материалы по данному вопросу будут освещены в особой статье П. А. Положенцева.

### Степень зараженности деревьев клопом

Неодинаковая степень заселенности деревьев клопом в культурах известна давно, но она не была охарактеризована в очагах корневой губки. Различное отношение подкорного клопа к деревьям, одинаковым по происхождению, месторасположению, диаметру, высоте и т. п., но разным по физиологическому состоянию, иллюстрируется его численностью, установленной энтомоанализом.

Таблица I

Численность подкорного клопа на деревьях различного состояния

Состояние деревьев	Количество модельных деревьев	Средний диаметр в см	Средняя высота в м	Среднее количество подкорного клопа на дереве	Осмотрено деревьев на зараженность клопом в 15 очагах		
					всего	из них зараженных	
						число	%
Здоровые . . . .	30	10,5	13	176	45	45	100
Больные I степени . . . . .	30	10,5	13	698	87	87	100
Больные II степени . . . . .	30	10,5	13	140	35	35	100
Мертвые . . . . .	10	10,5	13	0	10	0	0
Всего . . . . .	100				177	167	

На деревьях больных I степени численность клопа оказалась в 3,9 раза больше, чем на условно здоровых; на больных II степени численность клопа резко сокращена и на мертвых его нет совершенно. Является ли наблюдаемое различие в численности клопов следствием поражения корней грибом или, наоборот, состояние деревьев есть следствие поражения их вредителями, — сказать нельзя, и этот кардинальной важности лесознтомологический вопрос обычными методами не разрешить.

### Влияние клопа на прирост верхушечных побегов

В сосновых культурах Брагинского и Октябрьского лесничеств смерть деревьев в очагах корневой губки обычно объясняется воздействием только корневой губки. Другие причины, хотя наличие их, как правило, неизбежно, признаются второстепенными или игнорируются. Не уделяется должного внимания и таким вредным насекомым, как хрущи (в особенности майский, на 1 м<sup>2</sup> встречается до 30 личинок этого жука) и подкорный клоп.

На совместные, одновременные губительные воздействия корневой губки и подкорного клопа в сосновых культурах указывал еще А. Бирнбаум (1914), но в последующих, в том числе, в специальных по фитопатологии литературных источниках, посвященных корневой губке, и в инструктивных указаниях по борьбе с ней, подкорный клоп не упоминается (Ванин, Власов, Анкудинов и др.).

С другой стороны, и энтомологи, исследуя подкорного клопа, не связывали ни его поселение на деревьях, ни распространение в лесу с поражением корней грибом.

Вредное для деревьев влияние подкорного клопа в очагах корневой губки подтверждается следующими нашими опытами.

15 апреля 1954 года до выхода клопов с зимовки, нами были отобраны 10 пар одинаковых по диаметру и состоянию крон деревьев, принадлежащих к большему I степени.

Стволы (в комлевой части) 10 деревьев были окольцованы колесной мазью, другие оставлены в качестве контрольных. Через 14 месяцев у всех отобранных деревьев был измерен прирост вершинных побегов за последние пять лет.

В обеих группах деревьев за предшествующие четыре года разница в размере была небольшая (7—13 см), в исследуемый же год прирост у опытных деревьев оказался (табл. 2) в 2,5 раза большим, чем у контрольных, то есть пораженных клопом.

Таблица 2

Прирост вершинных побегов у деревьев, защищенных и не защищенных от заселения подкорным клопом

Состояние деревьев	Число деревьев	Средний диаметр в см	Средние приросты вершинного побега по годам в см					Среднее количество клопов на дереве в шт.
			1951	1952	1953	1954	1955	
Больные I степени								
Окольцованные	10	10	10	13	7	10	22	—
Контрольные	10	10	13	13	10	9	8	467

Опыт подтверждает способность подкорного клопа существенно влиять на прирост, а, следовательно, и на физиологическое состояние деревьев в возрасте, по крайней мере, до 27 лет. Отсюда может быть понятной взаимозависимость между корневой губкой и клопом: возникновение в лесу очагов корневой губки может привести к улучшению условий существования клопа и увеличения его численности; в свою очередь, увеличение численности клопа в очагах корневой губки способствует ослаблению жизнедеятельности деревьев и их умерщвлению.

### Толщина луба

При изучении энтомоустойчивости дуба Положенцевым (1942—1944) и Положенцевым с Ханисламовым (1954) была обнаружена зависимость толщины луба от физиологического состояния дерева: чем оно здоровее, тем луб толще. При исследовании толщины луба у сосны мы пользовались прежним методом: пробы брались высечкой на высоте груди с южной стороны; толщина луба измерялась кронциркулем.

Таблица 3

Толщина луба у деревьев сосны

Состояние деревьев	Число определенных	Средняя толщина луба в мм
Здоровые . . . . .	10	1,77
Больные I степени . .	10	1,20
Больные II степени . .	10	0,91

В итоге оказалось, что отмеченное для дуба правило пригодно и для сосны — луб у деревьев больных I степени в 1,4 раза, а у больных II степени — в 1,9 раза тоньше, чем у условно здоровых деревьев.

### Влажность луба

Повреждение корней сосны корневой губкой, а ствола — подкорным клопом, не могло не отразиться на влажности луба в стволовой части дерева.

Предыдущие наши исследования (П. А. Положенцев, 1944) указали на прямую корреляцию влажности луба с физиологическим состоянием живой сосны: чем выше влажность луба, тем здоровее дерево.

Влажность луба стволов сосны, пораженных подкорным клопом, мы определяли бесконтактным влагоизмерителем конструкции Положенцева — Ханисламова (1948).

Таблица 4

#### Влажность луба стволов сосны

Состояние деревьев	Число определений	Средние показания прибора в сек.
Здоровые . . . . .	10	219
Больные I степени . . . . .	10	294
Больные II степени . . . . .	10	376

Влажность луба, как и следовало ожидать, у деревьев разного физиологического состояния оказалась различной: у условно здоровых порозовение кобальтовой бумаги до стандарта происходит в 1,3 раза быстрее (219 сек.), чем у больных I степени (294) а у больных II степени (376) — в 1,7 раза медленнее, чем у здоровых.

### Количество сока в лубе

Количество сока в лубе определялось с помощью карманного прессы конструкции Положенцева — Ханисламова. Пробы луба, каждая по 20 кружков, высечкой брались на высоте груди с южной стороны ствола.

Таблица 5

#### Количество сока в лубе

Состояние деревьев	Число определений	Среднее количество сока в см <sup>3</sup>
Здоровые . . . . .	10	1,13
Больные I степени . . . . .	10	0,81
Больные II степени . . . . .	10	0,44

Цифры показывают, что деревья, наиболее пораженные подкорным клопом, имеют в лубе сока в 1,4 (0,81) раза меньше, чем здоровые (1,13), и почти в два раза больше, чем больные II степени, заселяющиеся вторичными вредителями (0,44).

## Активность фермента каталазы в лубе

Исследования С. М. Кокиной (1939) и А. А. Кокина (1948) показали, что процессы роста у растений протекают тем энергичнее, чем большую активность проявляет каталаза. Этот показатель у деревьев мы определяли газометрическим методом — по количеству выделенного кислорода на 1 г исследуемого вещества при действии 5-процентного раствора перекиси водорода (Н. Н. Иванов, 1946). Пробы для анализа брались высечкой на высоте груди с южной стороны ствола.

Таблица 6

## Активность каталазы в лубе

Состояние деревьев	Число определений	Среднее значение выделившегося кислорода на 1 г луба в см <sup>3</sup>
Здоровые . . . . .	10	6,75
Больные I степени . . . . .	10	5,01
Больные II степени . . . . .	10	2,44

Как видим, цифры анализов находятся в полном соответствии с состоянием деревьев: у больных I степени активность каталазы меньше в 1,3 раза, чем у здоровых, а у больных II степени она меньше в 2,7 раза. Интересное предположение о том, что «наиболее сильно клопом заселяются деревья, имеющие лучший рост» (М. В. Тропин, 1949), показателями активности каталазы не подтверждаются. Признание правильным отмеченного предположения: «чем лучше рост дерева, тем больше на нем клопа» вело бы к опровержению вредности клопа для деревьев.

Диаметр дерева, которым мы обычно оперируем при его характеристике, объясняет бывший процесс роста, но физиологического состояния в данный момент выразить не может. Поэтому пользоваться внешними признаками дерева, о чем мы уже говорили ранее (Положенцев, 1953), для определения его состояния — рискованно.

## Плазмолиз клеток луба

Наблюдения проведены на 9 модельных деревьях с тройной повторностью в августе 1957 года. Образцы брались в кроне с южной стороны на трехлетних побегах. Концентрация раствора (сахарозы) испытана в пределах от 0,2 до 1,0 молей. Бритвенные срезы лубяной паренхимы, подлежащие анализу, находились в растворе в течение одного часа.

Количество плазмолизированных клеток выражалось в процентах. Окончанием плазмолиза считался тот момент, когда плазмолизированных клеток, видимых в поле зрения, оказывалось больше половины.

Результаты, как видим, получились заслуживающими внимания: чем здоровее дерево, тем при меньшей концентрации наступало округление протоплазмы в клетках: у здоровых при 0,4, у больных I степени при 0,6, у больных II степени при 0,8 молей. По формуле  $P = \frac{R \cdot T}{V}$  (где  $P$  — осмотическое давление,  $R$  — газовая константа,  $T$  — абсолют-

Таблица 7

## Количество плазмолизированных клеток (в %)

Концентрация раствора в молях	Состояние деревьев		
	условно здоровые	больные I степени	больные II степени
0,2	едилично	нет	нет
0,3	до 25%	едилично	"
0,4	свыше 50%	до 25%	едилично
0,5	тоже	тоже	до 5%
0,6	"	свыше 50%	тоже
0,7	"	тоже	"
0,8	"	"	свыше 50%
0,9	"	"	тоже
1,0	"	"	"

ная температура,  $V$  — объем в литрах, в котором растворен моль вещества), было вычислено осмотическое давление клеточного сока, оказавшегося равным:

для здоровых деревьев — 9,58 ат; больных I степени — 14,38 ат; больных II степ. — 19,17 ат.

## Густота живицы

Этот показатель определялся упрощенным методом, описанным П. А. Положенцевым (1953). Живица из искусственных ран, наносимых на высоте груди с южной стороны исследуемых деревьев, собиралась в пробирки. Самое определение (из-за отсутствия вискозиметра) производилось посредством установления времени (через которое из трубочки выделялось 10 первых капель живицы). Трубочка была длиной 7 см, 1 см в верхнем сечении и 1 мм в нижнем конце (в трубочку живица наливалась сверху).

Таблица 8

## Густота живицы

Состояние деревьев	Число определений	Среднее время, необходимое для выделения 10 капель живицы в сек.
Здоровые	10	38,0
Больные I степени	10	14,9
Больные II степени	10	47,1

Данные таблицы указывают на своеобразие в показателях густоты живицы: у деревьев больных I степени она оказалась наиболее жидкой (14,9), самой густой — у деревьев II степени (47,1), условно здоровые деревья занимают промежуточное положение между больными. Обнаруженное обстоятельство, если оно подтвердится в других очагах подкорного клопа, безусловно, интересно, так как концентрация живицы для сосущих насекомых не может быть безразличной.

В более ранних наших исследованиях (П. А. Положенцев, 1953) у энтомоинвазированных и здоровых деревьев густота живицы имела несколько иные показатели. С. Негруцкий (1955), исследуя очаги корне-

вой губки Хреновского бора (к сожалению, он не учитывал наличие на стволах деревьев вредителей), также нашел, что здоровые деревья имеют более густую живицу, чем больные I и II степени и менее густую, чем больные III степени.

### Коэффициент преломления живицы

Живица, являющаяся защитным средством дерева (Н. Н. Иванов, 1936; П. А. Положенцев, 1953), в отношении вредителей остается почти не изученной. Например, как показал М. В. Ливадин (1954), скипидар живицы сосновых деревьев I класса роста содержит наибольшее количество пиненовой фракции, имеет больший угол вращения и меньший показатель преломления и удельный вес. С ухудшением состояния роста деревьев (что под этим ухудшением подразумевается, автор не указывает) наблюдается падение угла вращения, уменьшение пиненовой фракции, увеличение показателя преломления и удельного веса скипидара. Занимаясь исследованием свойств живицы у деревьев I—IV классов роста, он далее показал, что отдельные деревья при подсочке выделяют различную по свойству живицу. Это различие выражалось в цвете и скорости кристаллизации. Изучение перечисленных показателей для здоровых и больных деревьев (или заселяющихся вредными насекомыми) в разной степени могло бы иметь важное значение. В первую очередь было бы интересно определить эти показатели для живицы деревьев, пораженных вредителем с сосущим ротовым аппаратом — подкорным клопом.

В наших исследованиях удалось выяснить лишь коэффициент преломления живицы. Определение велось рефрактометром при температуре 20° С.

Таблица 9

#### Коэффициент преломления живицы

Состояние деревьев	Число определений	Среднее значение коэффициента преломления живицы
Здоровые . . . . .	20	1,5138
Больные I степени . . . . .	20	1,5126
Больные II степени . . . . .	20	1,5143

Из сравнения цифр для деревьев разных категорий состояния видно, что коэффициент преломления живицы различается в тысячных долях шкалы, а именно, у больных I степени он оказывается наименьшим (показатель 1,5126), у больных II степени он наибольший (1,5143), у здоровых — несколько больше, чем у больных I степени (1,5138).

### Заключение

1. Подкорный клоп в обследованных культурах Хреновского бора и Анненского лесхоза распространен повсеместно, корневая губка — локально, очагами. Корневая губка поражает деревья позднее, чем на них появляется подкорный клоп.

2. Численность клопа на деревьях в очагах корневой губки неодинакова; ее зависимость от гриба не установлена.

3. Деревья, пораженные клопом, физиологически могут быть разделены на три группы: 1) условно здоровые; 2) больные I степени; 3) больные II степени. На мертвых деревьях клоп отсутствует, на здоровых его меньше, чем на больных II степени; больше всего клопа на деревьях больных I степени.

4. В зависимости от физиологического состояния дерева различаются: по приросту верхушечных побегов, толщине и влажности луба, по количеству сока, активности фермента каталазы в лубе, осмотическому давлению в клетках, густоте живицы и коэффициенту преломления живицы.

5. Корневая губка образованием прогалин в культурах до 30-летнего возраста содействует увеличению численности подкорного клопа; в свою очередь, клоп, размножившись в очагах корневой губки, не может не способствовать ослаблению жизнедеятельности деревьев и их умерщвлению.

Выводы по характеристике физиологического состояния деревьев, пораженных подкорным клопом в очагах корневой губки, сделать пока невозможно; нужны дальнейшие и более углубленные исследования.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Бирнбаум А. Повреждение грибом (*Polyporus annosus*) корневой губкой сосновых насаждений, урочища Червоный бор Червоноборского лесничества, Ломжинской губ. «Лесной журнал» № 3, 1914. Иванов Н. Н. Методы физиологии и биохимии растений, 1946. Кокина С. И. Об окислительно-восстановительных процессах у пустынных растений. «Ботанический журнал» № 24, 1939. Кокин А. А. Исследование больного растения, 1948. Ливадин М. В. Влияние типов леса на выход и качество живицы при подсочке сосны обыкновенной. Автореферат, 1954. Негруцкий С. Ф. Болезни сосны и борьба с ними в Хреновском бору, 1955. Положенцев П. А. Энтомонизация ветровальной сосны. Научные записки ВЛХИ, т. XII, 1953. Положенцев П. А., Ханисламов М. Г. Новые приборы для диагностики состояния деревьев. Труды Башкирской лесной опытной станции, вып. II, 1954. Положенцев П. А., Ханисламов М. Г. Изучение состояния деревьев, подвергающихся и не подвергающихся поражению вторичными вредителями. Третья экологическая конференция. Тезисы докладов, ч. IV, 1954.

Поступила в редакцию  
3 октября 1957 г.



## НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ОБСЛЕДОВАНИЯ КУЛЬТУР СОСНЫ I КЛАССА ВОЗРАСТА \*

**А. А. ХИРОВ**

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

На основании ежегодной инвентаризации лесных культур нельзя получить материалы, необходимые для сравнительного анализа и рекомендовать рациональные приемы создания и выращивания леса в конкретных природно-экономических условиях. Эту задачу можно решить лишь при помощи специальных обследований и исследований, которые должны проводиться по единой методике с наименьшими затратами труда и времени. Такая методика была разработана Н. П. Кобрановым (1930).

Изучение лесных культур сводится к определению таких показателей, как условия местопроизрастания, сохранность и рост молодняков, технико-экономическая эффективность лесокультурного производства. Точность определения основных показателей не должна быть ниже  $\pm 10\%$  при обследованиях и  $\pm 5\%$  при исследованиях.

### Фазы процесса искусственного лесовозобновления и лесоразведения

Между возрастными периодами естественного древостоя и установленными проф. Кобрановым фазами процесса искусственного лесовозобновления и лесоразведения имеется много общего. Это нашло отражение в совпадении не только названий и характеристик, но и продолжительности ряда фаз и периодов.

Соглашаясь в принципе с классификацией проф. Н. П. Кобранова, считаем целесообразным внести в нее некоторые поправки.

Во-первых, чтобы сделать классификацию более понятной для производственников, следует отказаться от наименования ряда фаз, присвоив им названия возрастных периодов жизни древостоя.

Во-вторых, для практических целей крайне необходимо установить возрастные границы фаз, так как это позволит избежать произвола и субъективизма при отнесении к той или иной фазе участков с нечетко выраженными признаками.

\* Материалы, публикуемые в статье, были собраны в течение 1954—1955 гг. в Собичском лесничестве Шосткинского лесхоза Сумской области; в Онцевском лесничестве Сиверского учебно-опытного лесхоза, в Лисинском лесничестве Лисинского учебно-опытного лесхоза и Охтенском учебно-опытном лесхозе Ленинградской области.

В-третьих, вместо «фазы дифференциации искусственно созданного древостоя по степени господства», которая по Н. П. Кобранову (1930) охватывает периоды «чащи» и «жердняка» (возраст 16—31 г.), резко различающиеся по характеру дифференциации, росту и хозяйственным мероприятиям, целесообразнее выделить фазы чащи и жердняка.

С учетом настоящих и некоторых других поправок классификация проф. Н. П. Кобранова (1930) приведена в табл. 1.

Таблица 1  
Фазы процесса искусственного лесовозобновления и лесоразведения

Наименование фазы	Средняя продолжительность фазы (лет)	Возраст культур (лет)	
		хвойные и твердолиственные	мягколиственные
1. Фаза подготовки территории и лесокультурного материала . . . . .			
2. Фаза производства культур . . . . .			
3. Фаза приживания . . . . .	2	1—2	1—2
4. Фаза предшествующая смыканию (по В. В. Огневскому 1949) . . . . .	3—8	до 10	до 5
5. Фаза „чащи“ . . . . .	5—10	11—20	6—10
6. Фаза „жердняка“ . . . . .	10—20	21—40	11—20
7. Фаза средневозрастного насаждения . . . . .	10—20	41—60	21—30
8. Фаза приспевания . . . . .	10—20	61—80	31—40
9. Фаза спелости . . . . .	10—20	81—100	41—50

Примечание: в смешанных культурах нужно ориентироваться на возраст главной породы.

Целевое назначение классификации — дать общую схему подразделения лесокультурного процесса на сравнительно однородные части, изучение которых позволило бы воссоздать весь процесс: от подготовки участка под культуры до спелости лесных культур.

### К вопросу определения приживаемости

Выраженное в процентах отношение количества сохранившихся растений к общему числу их принято называть приживаемостью. Этот, широко используемый в практике, термин нельзя считать удачным, особенно в применении к посевам.

Если определение приживаемости в посадках не вызывает затруднений, то в посевах определить ее практически почти невозможно, так как неизвестно количество растений, соответствующее 100% приживаемости. Решение вопроса посредством определения величины грунтовой всхожести, которую можно было бы принять за 100% приживаемости, возможно лишь в опытных работах.

Предложение проф. Н. П. Кобранова (1930) оценивать успешность посевов отношением (в процентах) количества нормальных всходов к общему числу высеванных семян (при обследовании) или к числу семян, которые могут дать всходы (при исследовании), можно практически принять, если учесть некоторые изменения и упрощения, сделанные нами.

«Руководство по производству и учету лесных культур в равнинных лесах Европейской части СССР» предлагает при инвентаризации посе-

вов определять приживаемость как отношение посевных мест, имеющих хотя бы один нормально развитый всход, к общему числу посевных мест, то есть сводит решение вопроса к определению процента заселенных посевных мест.

По нашему мнению, для характеристики сохранности посевов, необходимо не менее трех показателей:

1. Процент заселенных (хотя бы с одним нормально развитым растением) посевных мест.
2. Среднее количество растений в заселенном посевном месте (всех, нормально развитых, поврежденных, погибших).
3. Отношение ( $K\%$ ) среднего количества живых растений в заселенном посевном месте к среднему числу высеванных в посевное место доброкачественных семян, что можно выразить формулой:

$$K\% = \frac{10\,000 \cdot n}{D \cdot N},$$

где  $n$  — среднее количество живых растений в заселенном посевном месте;

$N$  — среднее количество высеванных в посевное место семян;

$D$  — доброкачественность семян в %.

При обследовании можно считать посевным местом всю площадку. При исследовании, если посев на площадке проведен в несколько мест, желательно рассчитать показатели как целиком по площадке, так и по лункам, бороздкам и т. п.

При оценке гнездовых посадок также нельзя ограничиться одним показателем процента сохранившихся растений. Для более полной характеристики отпада на участке нужны, по крайней мере, три показателя:

1. Процент сохранившихся растений на участке.
2. Процент заселенных площадок.
3. Среднее количество растений в заселенных площадках (всех, нормально развитых, поврежденных, погибших).

Для определения процента сохранившихся растений был проведен сплошной пересчет на семи участках культур сосны общей площадью свыше 20 га. Результаты сплошного пересчета сравнивались с данными выборочных способов учета. Выводы по выполненной работе приведены ниже.

Применяя способ учетных рядов при исследовании культур, можно ограничиться пересчетом на 5% рядов, равномерно размещенных по всему участку. Лишь в том случае, когда заселенные посевные или посадочные места очень неравномерно размещены по площади культуры, процент выборки нужно увеличить вдвое, то есть брать для пересчета 10% рядов. Абсолютное количество учетных рядов для каждой породы в обоих случаях должно быть не меньше двух. Погрешности при выполнении этих условий не превышали  $\pm 5\%$ .

При обследовании культур процент учетных рядов может быть сокращен в два раза. При объеме выборки 2,5—5% и при абсолютном количестве рядов не меньше двух, ошибки, как правило, не были выше  $\pm 10\%$ .

При пересчете по отрезкам рядов учетные единицы необходимо размещать равномерно по всему участку. В принятой схеме размещения отрезков нами на каждом ряду брался отрезок длиной в 3 м с 5—10 посадочными местами. Суммарная длина всех отрезков на участке была не меньше средней протяженности ряда. Ошибки не превышали  $\pm 5\%$ .

На участках, где направление рядов совпадает с направлением длинной стороны участка, нужно заложить на каждом ряду несколько отрезков, чтобы охватить учетными единицами всю площадь. В культурах с короткими рядами и со смещением пород в ряду более эффективно применение учетных рядов.

Применение способа пробной площади целесообразно лишь на участках с более равномерным размещением заселенных посевных или посадочных мест. Размер ошибок при перечетах зависит не столько от величины пробы, сколько от выбора места для нее. Ориентировочно при исследовании культур можно рекомендовать такие пробные площади, которые включают в себя около 5% посевных или посадочных мест участка. Ввиду больших затрат времени на выбор места для пробы, применять данный способ учета при обследованиях нецелесообразно.

Перечет на 5—10 статистических площадках при 5—3,5% посевных или посадочных мест участка не давал ошибок выше  $\pm 5\%$ . При обследовании культур выборка может быть сокращена до одного процента, а количество площадок — до трех.

Размер площадки должен определяться, исходя из величины выборки и количества площадок. По нашим наблюдениям, удобнее пользоваться площадками с 25—100 посевными или посадочными местами. Конфигурация площадок прямоугольная или квадратная при условии полного охвата всего цикла смещения.

При сравнении способов учета по размерам выборки и ошибкам, затратам времени и простоте осуществления перечета преимущество остается за способами учетных рядов и отрезков рядов. Но данные способы учета можно применять на участках, где посевные или посадочные места размещены рядами, достаточно хорошо различаемыми в натуре. В других условиях надежнее использовать перечет статистическими площадками.

### Определение среднего диаметра и высоты в посевах сосны

Средние для посевов и посадок при массовых обследованиях и исследованиях должны не только характеризовать какой-либо участок, но и давать возможность сравнивать участки между собой.

Как известно, посевы и посадки — два метода производства лесных культур, существенно отличающиеся друг от друга. При посадках на лесокультурную площадь попадают отсортированные в питомнике сеянцы. Растения, отставшие в росте или поврежденные, как правило, отбраковываются. В посевах же приходится иметь дело со всеми появившимися растениями.

Хотя сравнению посевов и посадок посвящено немало работ, выводы исследователей довольно противоречивы. Одна из причин противоречий, по-видимому, в различном подходе к определению средних.

Среднее, полученное путем обмера всех растений в посевных местах, может создать неверное мнение о преимуществе посадок перед посевами. Чем больше общее количество растений в посевных местах, тем значительнее число отставших в росте экземпляров, а это замечено снижает средние высоту и диаметр культуры.

Определение средних по результатам обмера максимальных экземпляров в посевном месте — прием искусственный, хотя в какой-то мере логически оправданный.

Известно, что при посевах рассчитывают на то, что к возрасту рубки в посевном месте остается 1—2 лучших дерева. Все остальные, выполняющие служебную роль, постепенно удаляются.

Но возникает вопрос: можно ли ориентироваться на максимальные экземпляры при выборке растений в посевных местах?

Как показали многочисленные опыты различных исследователей, большая часть растений сохраняет первоначальную дифференциацию проростков до взрослого состояния, хотя в процессе развития фитоценоза относительные места, занимаемые отдельными деревьями, могут измениться.

По нашим данным, в посевах сосны шести лет (Лисинская дача квартал № 198) три максимальных экземпляра сохраняли свое положение по высоте в посевном месте с 2 до 5 лет в среднем в 62,7% (78,5%—62,6%—41,7%) случаев. У других семи экземпляров в посевном месте процент случаев колеблется от 43,9 до 31,4. Из данного примера видно, что ориентировка на один экземпляр, даже максимальный по высоте, связана с известным риском. Вместе с тем риск значительно снижается, если брать для измерений не один, а три, максимальных по высоте, экземпляра в посевном месте. При таком подходе, ввиду того, что сосенки в посевном месте меняются положением друг с другом, в 84% случаев три максимальных экземпляра оставались самыми большими в период с 2 до 6 лет.

Происходящая в посевных местах дифференциация по высоте и диаметру ведет к отставанию в росте значительной части растений. В табл. 2 приведено количество экземпляров (в процентах), имеющих отклонения от максимальной по высоте и диаметру сосны в посевном месте, в среднем по пяти участкам в возрасте 6—18 лет (Лисинское лесничество квартал № 198; Онцевское лесничество кварталы № 29, 8, 9, 18).

Таблица 2

Дифференциация в посевах сосны 6—18 лет  
(средние данные по пяти участкам)

При величине отклонения от максимального экземпляра в посевном месте в %	Количество растений в %							
	по высоте				по диаметру			
	всего	в том числе			всего	в том числе		
		здоровых	поврежденных	погибших		здоровых	поврежденных	погибших
до 10	19,1	16,0	3,1	—	9,4	7,4	2,0	—
11—20	14,9	12,0	2,9	—	6,7	5,6	1,1	—
21—30	16,9	14,3	2,6	—	8,6	7,7	0,9	—
31—40	12,2	8,8	3,2	0,2	12,7	11,2	1,5	—
41—50	11,4	8,8	1,8	0,8	13,3	10,5	2,8	0,0
51—60	8,6	5,4	2,5	0,7	11,9	8,9	2,9	0,1
61—70	7,8	4,6	2,3	0,9	12,2	8,3	3,0	0,9
71—80	6,6	1,5	1,1	4,0	11,1	7,3	2,6	1,2
81—90	2,3	0,1	0,2	2,0	9,9	4,1	2,3	3,5
91—100	0,2	0,0	0,0	0,2	4,2	0,5	0,6	3,1
Итого	100	71,5	19,7	8,8	100	71,5	19,7	8,8

Как показывает таблица, уже при величине отклонения от максимального экземпляра свыше 30% по высоте и 40% по диаметру, часть сосенок в посевном месте погибает. По мере увеличения размера отклонений относительное число погибших сосенок все время возрастает.

Общее количество растений, отставших в росте по высоте и диа-

метру более чем на 30% от максимального экземпляра, составляет: по высоте 49,1% (от 32,3% до 65,0%) и по диаметру 75,3% (от 70,9% до 79,9%). Живые сосенки этой категории имеют более короткую хвою последнего года: хвоя предыдущих лет часто опадает или сохраняется лишь в небольшом количестве. На центральном и боковых побегах таких сосенок имеется 2—3 небольших верхушечных почки; прирост боковых ветвей очень мал. Ожидать от таких деревьев участия в образовании основного яруса более чем рискованно, так как, вероятнее всего, они погибнут или будут вырублены уже при осветлениях и прочистках.

Все это позволяет нам при определении средних высоты и диаметра в посевах сосны учитывать только те растения, которые отстали в росте от максимального экземпляра не более, чем на  $\frac{1}{3}$ . Таких растений в посевах шести лет (фаза, предшествующая смыканию) в среднем будет три, а для посевов 14—18 лет (фаза чащи) — два.

Как будто все обстоит довольно просто: для определения среднего диаметра и высоты нужно обмерить три максимальных экземпляра в одном случае или два — в другом.

Но против такого решения вопроса есть возражения. При двух — трех сохранившихся растениях в посевном месте не приходится говорить об отборе, а это приводит к тому, что в перечень нередко попадают отстающие в росте растения.

Отбор в каждом посевном месте самых развитых растений вполне отвечает ориентировке на перспективные экземпляры при выращивании посевов. Но основная трудность при таком решении вопроса — в самой практике отбора растений. Ориентироваться при отборе только на высоту или диаметр нельзя, так как не все экземпляры с самыми большими диаметрами имеют максимальные высоты.

Следовательно, иногда необходимо брать два максимальных экземпляра в посевном месте — один по высоте и другой по диаметру.

Отбор растений в фазе, предшествующей смыканию, должен проводиться в каждой лунке, бороздке и т. п., а в фазе чащи — во всей площадке, независимо от количества посевных мест в ней. В процессе отбора из перечета исключаются (кроме погибших и сильно поврежденных растений) все сосенки с отклонением по высоте или диаметру более чем на  $\frac{1}{3}$  от максимального экземпляра. К сильным повреждениям мы относим те, которые уже в ближайшем будущем угрожают жизни растения или ведут в перспективе к заметному снижению качества ствола. Измерение диаметров при отборе у всех растений производится на одной высоте. У отобранных экземпляров измеряются высоты, диаметры на 0,1 *H*, приросты и т. д.

Поскольку в возрасте 17—18 лет посевных мест с одним растением было в среднем 60,3% (от 48,4% до 70,4%), надо полагать, что в посевах в фазе «жердняка» при своевременном проведении рубок ухода в преобладающем большинстве случаев отпадет надобность в отборе.

Как уже отмечалось, определение средних через обмер максимальных экземпляров в посевном месте страдает условностью. Если в посевном месте производится отбор лучших экземпляров, то в посадках (по аналогии) необходимо установить группы растений, из которых должны выбираться максимальные экземпляры для измерения. Естественно, что размер группы должен определяться средним количеством растений в посевном месте. Но тогда, при изменяющемся с возрастом среднем числе растений в посевном месте, при посадках придется оперировать группами с разным количеством растений. А это приведет к тому, что полученные материалы будут непригодны для сравнения одних и тех же участков во времени.

Как видим, несмотря на логичность, данный прием определения средних в посевах для производственных целей мало пригоден. Применение его возможно в научно-исследовательских работах, чаще при сравнении двух участков.

Против приведенного нами решения вопроса по определению средних в посевах сосны вполне вероятны возражения. Многие могут не согласиться с принятой допускаемой величиной отклонения от максимального экземпляра в посевном месте. На самом деле, в зависимости от ряда причин, в том числе от лесорастительных условий, количества растений в посевном месте, повреждений и т. д., погибшие сосенки могут встречаться и при меньшей величине отклонения. Такая же картина будет иметь место и в посевах других древесных пород. Поэтому вопрос об определении допускаемых величин отклонений может быть решен в порядке дискуссии при наличии большого фактического материала. Не отрицая других путей решения вопроса по определению средних в посевах, считаем, что так или иначе установить единые правила и избежать разногласия в определении средних в посевах крайне необходимо.

### Высота измерения диаметра

При изучении лесных культур диаметры измеряются на различной высоте: при исследовании культур старшего возраста — на высоте груди; в культурах первого десятилетия — у корневой шейки (вернее у поверхности почвы) на высоте 10, 20, 25, 40 см от шейки корня. Подобную практику нельзя признать положительной потому, что отпадает всякая возможность для сопоставления диаметров. Чтобы избежать этого, необходимо установить единую высоту измерения диаметров. Но сделать это довольно трудно, если учесть, что высота растений есть функция возраста, условий местопроизрастания, эколого-физиологических особенностей породы и т. д.

Показаться от измерения диаметров на высоте груди в культурах старшего возраста нельзя, так как это будет идти в разрез с общепринятыми положениями. В то же время измерять диаметр на такой высоте возможно лишь в культурах со средней высотой 4—5 м (по проф. Н. В. Третьякову, 1956, — 4 м) и более. Следовательно нужно установить две высоты измерения диаметров: одну — для культур, в которых все экземпляры достигли 130 см (фаза «жердняка» и т. п.) — и другую — для культур с меньшими высотами (фаза, предшествующая смыканию, и фаза чащи). Назначение двух высот измерения дает возможность сопоставлять диаметры только в пределах двух групп фаз, но с этим недостатком можно мириться.

При выборе высоты измерения диаметров для фазы, предшествующей смыканию и фазы чащи ориентироваться приходится на высоту культур первой фазы, то есть измерять диаметр в непосредственной близости от корневой шейки (не выше 10 см). Основной недостаток при таком решении вопроса заключается в том, что ввиду сильного сбегания в нижней части ствола, ошибка в высоте измерения даже на 1 см приводит к значительным погрешностям при измерении диаметра, особенно в культурах фазы чащи. Различная глубина посадки, напочвенный покров и т. д. не дают возможности точно выдерживать одну и ту же высоту измерения диаметра у всех учетных растений на участке.

В Собичском лесничестве было взято четыре участка рядовых культур сосны в одном типе лесорастительных условий (свежая суборь), при одном способе подготовки почвы и размещения растений. На этих

участках, находящихся в фазе, предшествующей смыканию, производились измерения диаметров на разной высоте от поверхности почвы. Ближайшая цель исследования — выявление величины косости рядов распределения.

Известно, что асимметричные кривые распределения встречаются часто, тогда как симметричные — довольно редко. Косость кривых распределения может быть вызвана самыми различными причинами; одна из них, как указывает проф. А. К. Митропольский (1930), заключается в непосредственном влиянии растений друг на друга. Измерение диаметров в сомкнутых культурах сосны I класса возраста в Собичском и Онцевском лесничествах подтверждает это положение.

В то же время косость рядов распределения может вызываться и искусственно созданными причинами. Например, смешение двух поколений ели при пересчетах приводит к заметной даже на глаз косости ряда распределения диаметров. Аналогичная картина наблюдается при обмере пополненных культур. В шестилетних посадках сосны (кварталы № 1 и 2 Машинской дачи Лисинского лесничества) при измерении диаметров у поверхности почвы и на расстояниях 10—20 см от нее  $\alpha$  находилась в пределах от  $+0,944 \pm 0,144$  до  $+0,983 \pm 0,144$ .

Анализ статистически обработанных материалов по четырем участкам показал зависимость величины меры косости ( $\alpha$ ) рядов распределения диаметров от высоты, на которой измерялся диаметр.

Таблица 3

Зависимость между высотой измерения диаметра и мерой косости

№ квартала	Возраст	Количество учетных деревьев	Средняя высота (H) см	Высота измерения диаметров (h) в см	Средний диаметр в см	Мера косости кривой распределения диаметров ( $\alpha$ )	$\frac{h}{H}$
33	4	400	$52,2 \pm 0,65$	0	$1,4 \pm 0,02$	$+0,285 \pm 0,122$	0
				10	$1,1 \pm 0,02$	$+0,120 \pm 0,122$	1/5
42	6	250	$81,6 \pm 1,73$	0	$2,6 \pm 0,05$	$+0,249 \pm 0,179$	0
				10	$2,2 \pm 0,04$	$+0,172 \pm 0,179$	1/8
				15	$2,1 \pm 0,04$	$+0,174 \pm 0,179$	1/5
				20	$2,0 \pm 0,04$	$+0,112 \pm 0,179$	1/4
37	7	300	$147,7 \pm 2,24$	0	$4,0 \pm 0,05$	$+0,350 \pm 0,141$	0
				10	$3,5 \pm 0,05$	$+0,127 \pm 0,141$	1/15
				15	$3,3 \pm 0,04$	$-0,025 \pm 0,141$	1/10
				20	$3,2 \pm 0,04$	$-0,106 \pm 0,141$	1/7
32	8	300	$228,6 \pm 2,18$	0	$5,5 \pm 0,06$	$-0,224 \pm 0,141$	0
				10	$5,1 \pm 0,06$	$-0,198 \pm 0,141$	1/23
				20	$4,8 \pm 0,06$	$-0,067 \pm 0,141$	1/11
				40	$4,4 \pm 0,07$	$-0,132 \pm 0,141$	1/6
				130	$2,5 \pm 0,05$	$-1,172 \pm 0,141$	1/2

Как показывает табл. 3, при измерении диаметра у поверхности почвы и на  $1/23 H$ , средняя величина меры косости во всех случаях была больше ее ошибки.

При измерении диаметров на других высотах величина меры косости была то меньше, то больше ошибки. Если проследить по табл. 3 зависимость между мерой косости и относительной высотой измерения диаметра ( $\frac{h}{H}$ ), то по данным той же таблицы видно, что величина меры косости при измерении диаметров  $1/4—1/15 H_{cp}$  всегда меньше даже одной ошибки. Иными словами, при измерении диаметров на данных



относительных высотах не приходится говорить о практическом значении меры косости.

Основная причина наличия косости при измерении диаметров в зоне, примыкающей к корневой шейке и на  $1/2 H_{\text{ср}}$  кроется, по-видимому, в неоднородности материала. По своей форме весь ствол дерева нельзя приравнять к одному телу вращения, отдельные же части его могут более или менее приближаться к правильным телам вращения: самая нижняя часть — к нейлоиду, нижняя — к цилиндру, верхняя — к параболоиду, а верхинка — к конусу.

При проведении измерений около поверхности почвы, у одних экземпляров могут быть измерены диаметры корневых шеек, а у других диаметры, прилегающие к ней, причем соотношение тех и других может быть самым различным, зависящим от количества растений с глубиной и мелкой посадкой, от условий местопроизрастания и т. д. В том случае, когда диаметры измеряются в верхней части стволика, полученные материалы также неоднородны. Например, в квартале № 32 Собицкого лесничества при средней высоте 228,6 см максимальный экземпляр имел высоту 306,0 см, а минимальный 158,5 см. При обмере диаметров на высоте груди у некоторой части экземпляров диаметры измерялись в самой верхней части стволика (где разница в диаметрах осевых побегов последнего и предыдущего года значительна), а у других ниже  $1/2 H$ .

Как показывают данные, приведенные в табл. 3, наиболее целесообразно измерять диаметры в пределах  $1/4—1/15 H_{\text{ср}}$ . Но для практики не так важны пределы высоты измерения, как строго определенная высота. В качестве относительной высоты измерения диаметра можно принять  $1/10 H_{\text{ср}}$ . Данная высота, находясь в пределах допускаемых относительных высот, удобна тем, что позволяет легко рассчитать абсолютную высоту измерения диаметра.

Но, поставив высоту, на которой должен измеряться диаметр, в зависимость от средней высоты культур, мы будем пользоваться разными относительными высотами измерения диаметров. Чтобы избежать этого, необходимо измерять диаметр каждого стволика на  $1/10$  его высоты. Полученные таким образом средние диаметры ( $D_{0,1 H}$ ) дают более однородный материал и позволяют проводить вполне обоснованные сравнения диаметров при многократных и многолетних исследованиях на одном участке или при однократных исследованиях большой серии участков культур.

### Количество измерений при определении средних диаметров

До настоящего времени не установлено, какое количество измерений необходимо для определения средних показателей роста культур. Предложения таксаторов относятся к древостоям естественного происхождения и не всегда могут быть использованы.

Вариационная статистика дает формулу для определения необходимого количества измерений при заданной точности показателя исследования:

$$n = \frac{V^2}{P^2},$$

где  $n$  — количество измерений;

$V$  — коэффициент вариации в %;

$P$  — показатель точности исследования в %.

Как видим, количество измерений зависит от степени варьирования изучаемого признака и показателя точности исследования. Чем выше коэффициент вариации и чем точнее проводится исследование, тем больше должно быть число измерений.

Приведенная формула в нормальных, а с известным приближением, и в асимметричных рядах распределения, позволяет определять средние с вероятностью 0,683, что для практических целей недостаточно. Как отмечает проф. Н. В. Третьяков (1956), изменчивость средних высот и диаметров существенна даже в пределах одного типа леса, не говоря уже о бонитете. Поэтому нельзя согласиться с предложением проф. В. К. Захарова (1950), рекомендующего для рационализации таксационных работ определять количество учетных деревьев, исходя из вероятности 0,683.

При ориентировке на средние коэффициенты вариации, когда амплитуда колебаний отдельных коэффициентов значительна, нужно пользоваться большей вероятностью. В табл. 5 расчет произведен с вероятностью 0,899, то есть количество наблюдений, вычисленное по приведенной выше формуле, умножено на  $1,64^2$ .

Работа по определению количества наблюдений, необходимых для нахождения средних диаметров, высот и приростов в высоту, проводилась в культурах сосны Сумской (Собичское лесничество) и Ленинградской (Лисинское и Онцевское лесничества, Охтенский лесхоз) областей. На каждом исследованном участке было взято в среднем около 350 учетных деревьев. Вычисленные средние коэффициенты вариации по фазам приведены в табл. 4.

Таблица 4

Средние коэффициенты вариации в культурах сосны (в %)

Ф а з ы	По диаметру	По высоте	По приросту в высоту			
			за послед- ний год	текущему периодическому по пятилетиям		
				I	II	III
Посадка (Собичское лесничество)						
Фаза приживания . . . . .	32,8	25,4	31,4	—	—	—
Фаза, предшествующая смыканию . . . . .	26,9	23,9	31,5	25,9	—	—
Фаза чащи . . . . .	27,9	21,2	34,7	24,2	21,4	22,6
Посадка (Ленинградская область)						
Фаза приживания . . . . .	33,3	27,4	38,9	—	—	—
Фаза, предшествующая смыканию . . . . .	29,7	26,2	38,0	24,8	—	—
Фаза чащи . . . . .	28,8	15,8	37,0	29,2	24,5	22,0
Посев (Ленинградская область)						
I. При измерении всех экземпляров в посевном месте						
Фаза приживания . . . . .	—	36,8	—	—	—	—
Фаза, предшествующая смыканию . . . . .	51,0	35,2	58,8	36,3	—	—
Фаза чащи . . . . .	49,4	32,3	60,0	43,3	35,6	32,6
II. При измерении сосенок с отклонением по высоте и диаметру не более 1/3 от максимального экземпляра в посевном месте						
Фаза приживания . . . . .	—	32,4	—	—	—	—
Фаза, предшествующая смыканию . . . . .	34,5	29,7	36,7	27,2	—	—
Фаза чащи . . . . .	39,7	31,8	50,1	40,2	32,7	29,4

Из табл. 4 видно, что наиболее сильно варьируют диаметры и приросты в высоту за последний год, а менее всего высоты. Коэффициенты

вариации в фазе приживания в большинстве случаев выше, чем в других фазах. Посевы отличаются значительно большим варьированием признаков, чем посадки.

На основании приведенных коэффициентов вариации рассчитано среднее количество измерений для определения средних диаметров, высот и проростов в высоту при показателях точности исследования 5 и 10% и вероятности 0,899.

Таблица 5

Количество наблюдений при определении средних диаметров, высот и проростов в культурах сосны

Ф а з ы	Необходимое количество наблюдений					
	для диаметров	для высот	для проростов в высоту			
			за последний год	текущих периодических по пятилетиям		
			I	II	III	
Посадки (Собичское лесничество)						
Фаза приживания . . . . .	$\frac{116}{29}$	$\frac{69}{17}$	$\frac{108}{26}$	—	—	—
Фаза, предшествующая смыканию . . . . .	$\frac{78}{19}$	$\frac{61}{15}$	$\frac{107}{27}$	$\frac{72}{18}$	—	—
Фаза чащи . . . . .	$\frac{84}{21}$	$\frac{48}{12}$	$\frac{130}{32}$	$\frac{63}{16}$	$\frac{49}{12}$	$\frac{55}{14}$
Посадки (Ленинградская область)						
Фаза приживания . . . . .	$\frac{119}{30}$	$\frac{81}{20}$	$\frac{163}{41}$	—	—	—
Фаза, предшествующая смыканию . . . . .	$\frac{95}{24}$	$\frac{73}{18}$	$\frac{155}{39}$	$\frac{62}{17}$	—	—
Фаза чащи . . . . .	$\frac{89}{22}$	$\frac{27}{7}$	$\frac{147}{37}$	$\frac{92}{23}$	$\frac{65}{16}$	$\frac{52}{13}$
Посевы (Ленинградская область)						
I. При измерении всех экземпляров в посевном месте						
Фаза приживания . . . . .	—	$\frac{146}{36}$	—	—	—	—
Фаза, предшествующая смыканию . . . . .	$\frac{280}{70}$	$\frac{133}{33}$	$\frac{372}{93}$	$\frac{141}{35}$	—	—
Фаза чащи . . . . .	$\frac{263}{66}$	$\frac{112}{28}$	$\frac{387}{97}$	$\frac{202}{50}$	$\frac{136}{34}$	$\frac{114}{29}$
II. При измерении сосенок с отклонением по высоте и диаметру не более $\frac{1}{3}$ от максимального экземпляра в посевном месте						
Фаза приживания . . . . .	—	$\frac{113}{28}$	—	—	—	—
Фаза, предшествующая смыканию . . . . .	$\frac{128}{32}$	$\frac{95}{24}$	$\frac{145}{36}$	$\frac{80}{20}$	—	—
Фаза чащи . . . . .	$\frac{170}{42}$	$\frac{109}{27}$	$\frac{270}{68}$	$\frac{173}{43}$	$\frac{115}{29}$	$\frac{94}{23}$

Примечание: в числителе — при показателе точности исследования  $\pm 5\%$ , в знаменателе  $\pm 10\%$ .

Как показано в табл. 5, для определения средних диаметров, высот, приростов в высоту за последний год и текущих периодических приростов в высоту по пятилетиям, в культурах сосны I класса возраста можно ограничиться следующим количеством учетных деревьев:

- I. В рядовых посадках Собичского лесничества:
  - а) при обследованиях — 30,
  - б) при исследованиях — 130.
- II. В рядовых посадках Ленинградской области:
  - а) при обследованиях — 40,
  - б) при исследованиях — 160.
- III. В посевах Ленинградской области:
  1. При измерении всех экземпляров в посевном месте:
    - а) при обследованиях — 100,
    - б) при исследованиях — 390.
  2. При измерении сосенок с отклонением по высоте и диаметру не более  $\frac{1}{3}$  от максимального экземпляра в посевном месте:
    - а) при обследованиях — 70,
    - б) при исследованиях — 270.

Что касается других районов, то для определения достаточного количества наблюдений необходимо проводить своеобразную разведку. Для этого, не менее чем на трех-пяти наиболее типичных участках лесных культур, производится измерение диаметров, высот и приростов. Количество учетных деревьев, по нашему мнению, не следует брать меньше 200 в посадках и 400 в посевах. После статистической обработки и определения коэффициентов вариации находится необходимое количество наблюдений с вероятностью 0,899 при показателях точности исследования 5 и 10%. Найденное среднее количество наблюдений может служить эталоном при обследованиях и исследованиях других участков.

Остановившись в настоящей статье на нескольких вопросах методики массовых обследований культур сосны, мы считаем, что окончательное решение их возможно лишь в процессе дискуссии с участием представителей практики и науки.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Захаров В. К. Варьирование таксационных признаков древостоя. «Лесное хозяйство» № 11, 1950. Кобранов Н. П. Обследование и исследование лесных культур. Труды по лесн. опыти. делу, т. VIII, Л., 1930. Митропольский А. К. Техника статистического исчисления. Сельхозгиз, М. — Л., 1931. Огиевский В. В. и др. Лесные культуры. Гослесбуиздат, М. — Л., 1949. Руководство по производству и учету лесных культур в равнинных лесах Европейской части СССР. Изд. Мин. сельского хозяйства, М., 1954. Третьяков Н. В. Метод исследования динамики древостоев данного типа леса. Труды ЛТА, вып. 73, Л., 1956.

Поступила в редакцию  
13 января 1958 г.

## ОСОБЕННОСТИ РОСТА СОСНЫ В СУХИХ КОТЛОВИНАХ НА ПРИДОНСКИХ ПЕСКАХ

**М. И. БУРДАЕВ**

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Воронежский лесотехнический институт)

Среди разбитых и полуразбитых песков Дона встречается немало котловин выдувания, прилегающих непосредственно к песчаным буграм и повышенным местоположениям. Чаше они наблюдаются на второй надлуговой террасе, где дефляционные процессы отличались наибольшей интенсивностью.

Размеры котловин колеблются от нескольких десятков квадратных метров до гектара. Они занимают 5—10% площади разбитых песков.

Котловины, как комплекс определенных лесорастительных условий, могут быть благоприятными для лесоразведения или отличаться чрезвычайно тяжелыми условиями для эффективного облесения.

Признаки, определяющие степень лесопригодности котловин, в настоящее время еще не совсем ясны. Нашими наблюдениями установлено хорошее развитие сосновых культур в котловинах с близкой грунтовой водой.

Совершенно противоположное наблюдается в котловинах, где грунтовые воды недоступны для корней (ниже 4—5 м) или где дефляционные процессы обнажили древне-аллювиальные отложения с прослоями из глины и песка с глиной.

Обычно с пониженными местоположениями связывают представление об увлажненных и более благоприятных условиях местопроизрастания. Для нас привычным стал ландшафт, когда полог леса выравнивает рельеф. Однако среди разбитых и полуразбитых песков Дона такая закономерность нарушается в сухих котловинах и межбугровых понижениях; нередко полог леса следует рельефу.

В подобных местах сосновые культуры, как правило, имеют с первых же лет жизни карликовый рост.

Созданные в котловинах культуры изучались Г. Ф. Морозовым, В. П. Веселовским, И. В. Ново-Покровским, В. А. Дубянским, А. Г. Гаелем и рядом других исследователей. Все они установили, что сосновые культуры в этих условиях растут неудовлетворительно. Однако это явление объясняется по-разному. Большинство ученых сходится на предположении о том, что почвогрунты, слагающие котловины, бесплодны, а сеянцы сосны повреждаются из-за засекания песком.

Вопросы роста культур сосны в сухих котловинах и возможности его улучшения представляют несомненный интерес для практики.

Для характеристики роста сосны в сухих котловинах мы располагаем значительными материалами, собранными в разное время в течение последних тридцати лет.

В настоящей статье на основании части материалов, кратко излагаются данные по характеристике котловин и сосновых культур на них.

Эоловые процессы приводят не только к образованию котловин, но и к одновременному отложению песчаных бугров, что создает в зоне разбитых песков резко расчлененный рельеф. Однако трудно установить строгую зависимость формы бугров и расположения котловин от направления ветра.

Так, сделанные нами в 1927 году замеры около с. Прогорелого (Воронежской области) показывают, что бугристые образования чаще вытянуты в направлении с северо-востока на юго-запад, но крутизна теневых и освещенных склонов почти одинакова и составляет около 30 градусов. Котловины располагаются и с западной и с северо-западной стороны.

В степных районах, где дефляция выражена резко, можно заметить приуроченность котловин к склонам бугров южных румбов.

Наиболее интенсивное разрушение ветром происходит в центре котловин и на верхней трети освещенного склона прилегающего бугра, что особенно часто приходилось наблюдать в районе Цимлянского песчаного массива. Профиль котловин — вогнутый, форма, особенно крупных котловин, отличается неправильной конфигурацией, что хорошо видно на рис. 1.

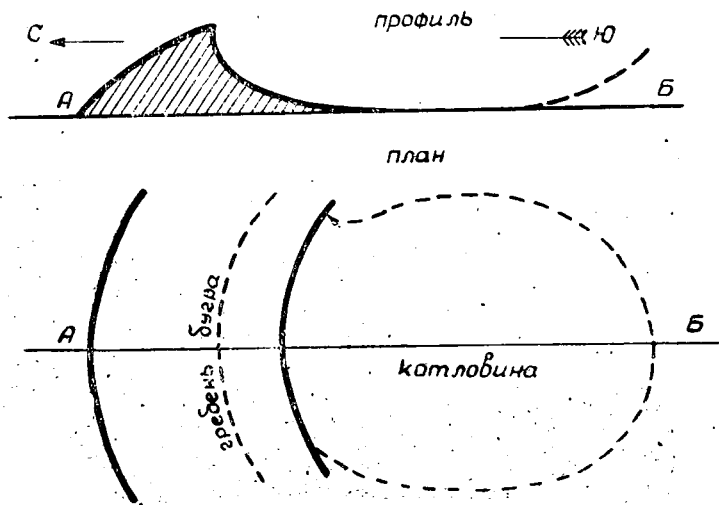


Рис. 1. Схематический план и профиль котловины и бугра на Цимлянском песчаном массиве (1951 г.).

Почвенно-грунтовые условия на различных элементах котловин с культурами сосны разных возрастов могут быть охарактеризованы следующими почвенными разрезами, сделанными в 1956 году в Подкоподновском лесничестве (Каменская область)\*.

\* Исследования в 1956 году проводились с участием дипломантки ВЛТИ Н. М. Синюгиной

**Пробная площадь № 1, квартал 117, лит. 2а. Окраина котловины;  
культуры сосны 1941 года, светло-серые, слабо-гумусированные пески**

- 0 — 5 см — мертвая подстилка из хвон  
 5 — 60 см — светло-коричневый, почти сухой песок, крупнозернистый, большое количество корней. Переход в следующий горизонт заметный  
 60 — 107 см — плотный суглинистый слой, свежий, бесструктурный, количество корней небольшое. Переход в следующий горизонт заметный.  
 107 — 217 см — буро-желтый рыхлый свежий песок. Корней мало. По механическому составу — мелкозернистый, ниже песок светло-серого цвета. Корни не встречаются  
 Влажность 17 октября 1956 года на глубине 30 см составляла 3,7%, на глубине 130 см — 4,3%.

Влажность почвы определялась с большим опозданием — в конце вегетационного периода и спустя несколько дней после выпавших дождей, вследствие чего полученные показатели влажности являются повышенными и не могут характеризовать водный режим почв в напряженный период вегетации. Тем не менее, приводимые здесь величины влажности дают представление об изменении ее по элементам котловины.

**Пробная площадь № 2, квартал 117 в той же котловине. Склон котловины**

- 0 — 3 см — подстилка из хвон  
 3 — 15 см — светло-серый, почти сухой песок, рыхлый, много корней, в следующий горизонт переход заметный  
 15 — 100 см — светло-коричневый свежий песок, прослойка мощностью в 1—2 см темно-коричневого цвета, корней немного. Переход в следующий горизонт постепенный  
 100 — 138 см — свежий с коричневым оттенком песок, плотные прослойки толщиной 3—5 см. Корней мало, глубже 138 см идет более светлый песок, без прослойки. Переход в следующий горизонт постепенный  
 Влажность на глубине 50 см — 2,4%, на глубине 150 см — 2,4%.

**Пробная площадь № 3. Дно той же котловины**

На стенке разреза слои не выделяются — строение однофазное. По всему разрезу светло-желтый свежий рыхлый мелкозернистый песок. Корни сосны встречаются до глубины 120 см.

**Пробная площадь № 7 — квартал 120. Окраина котловины,  
культуры сосны 1941 года. Светлые пески.**

- 0 — 3 см — подстилка из хвон  
 3 — 60 см — светло-желтый, сухой, мелкозернистый песок. Обилие корней. Переход в следующий горизонт заметный  
 60 — 150 см — светло-коричневый песок, чередующийся с прослойками белого песка, ниже общая окраска становится более светлой. Корни встречаются до глубины 80 см. Переход в следующий горизонт постепенный  
 150 см  
 и глубже — светлый, рыхлый песок.  
 Влажность почвы 6 октября 1956 года составила на глубине 30 см — 2,1%, на глубине 100 см — 3,1%.

**Пробная площадь № 8. Склон котловины**

- 0 — 3 см — подстилка из хвон  
 3 — 40 см — светло-коричневый, крупнозернистый песок, корни  
 40 — 105 см — светлый песок, чередующийся с более темными полосками коричневого цвета в 3—5 см. Корни сосны встречаются до глубины 63 см  
 105 см  
 и глубже — светлый, рыхлый песок.  
 Влажность почвы на глубине 20 см — 3,8%, на глубине 68 см — 3,8%.

**Пробная площадь № 9. Дно котловины**

- 0 — 3 см — подстилка из хвон  
 3 — 45 см — светло-коричневый, рыхлый, почти сухой песок. Корней мало.

- 45 — 220 см — светлый рыхлый песок, встречаются глинистые, темно-коричневого цвета прослойки в 1—2 см толщины, ниже такие прослойки идут не параллельно, пересекаются. Корней мало.
- 220 см и глубже — светлый песок.

Влажность на глубине 25 см составила 2,4%, с глубиной она уменьшается.

**Пробная площадь № 10, семилетние культуры сосны. Окраина котловины.**  
**Участок на территории землепользования колхоза «Красный партизан»,**  
**Богучарского района, Каменской области**

- 0 — 15 см — светлый, почти сухой песок, корни встречаются редко, переход резкий
- 15 — 55 см — коричневого цвета песок, корни единичные
- 55 — 85 см — более плотный песок, светло-коричневый горизонт. Корней нет
- 85 — 200 см — светлый рыхлый песок.

#### Пробная площадь № 11. Склон котловины

- 0 — 17 см — светлой окраски песок с множеством корней. Переход в следующий горизонт резкий
- 17 — 98 см — более плотный песок, с коричневым оттенком. Корней нет
- 98 — 150 см — светло-желтый песок

#### Пробная площадь № 12. Дно котловины

По стенке разреза на глубине до 2,5 м — светло-желтый песок.

Показатели лабораторных анализов взятых образцов по гранулометрическому составу песчаных земель и характеристик их свойств приведены в табл. 1.

Из описания и данных анализов можно видеть, что на окраинах и склонах котловин отмечается многофазность в строении почвенных разрезов.

В центре котловин, наоборот, чаще имеет место однофазное строение почвогрунта, состоящего из желтого или светло-желтого песка. Вместе с тем для разрезов на дне котловин характерно наличие глинисто-песчаных прослоек, чередующихся с прослойками желтого или белого песка.

Нередко на поверхность центра котловин выходят песчано-глинистые древне-аллювиальные отложения, в сухом виде исключительно твердые и неподдающиеся обработке. Часто такие отложения прикрыты различной мощности наносами желтого или более светлой окраски рыхлого песка.

Все элементы котловин характеризуются малым содержанием гумуса, — он составляет менее 5%. По механическому составу во всех горизонтах преобладают средне- и мелкозернистые фракции (1—0,25 мм), мелкозема на окраинах — 2,33—3,12%, на склонах — 2,4—2,64% и на дне — 2,4—2,12%.

Наиболее активная часть почвы — мелкозем — концентрируется главным образом на окраинах, его меньше на склонах и еще меньше — на дне котловин.

Следует отметить случаи, когда в центре котловин можно было наблюдать на различной глубине в пределах корнедоступных горизонтов сменяющие друг друга прослойки песка с резко различным механическим составом. Например, прослойки гравия (с крупностью частиц в 2 мм и более) толщиной в 3—5 см чередуются с полосками мелкозернистого песка. Присутствие прослойки гравия резко меняет водный режим песчаной толщи и, в частности, водоподъемную способность.

Для почв всех элементов котловин характерны невысокая насыщенность основаниями (максимальная величина 70%) и небольшая кислотность (0,52—0,87 м/экв на 100 г почвы).



Таблица 1

Анализ почвенной лаборатории Воронежской экспедиции «Агралпроект» почвенных образцов, взятых в Подколдовском лесничестве, квартал № 120 (Тип земель светло-серые пески, сухая котловина выдувания)

№ проб-ных площадей	Элементы котловин, из которой брались пробы	Глубина взятия образцов в см	Вскипаные с НС1	Гигроскопическая влага в %	Гумус по Тюринову в %	Сумма поглощенных оснований на 100 г почвы	Гидролитическая кислотность в %	Степень насыщенности в %	Усвоение мая Р <sub>2</sub> О <sub>5</sub> в мг на 100 г почвы	Механический состав по Качинскому (в %)						
										1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,001	0,001-0,0001	100,0	
7	Окраина	20	Нет	0,22	0,17	1,23	0,52	70	1,75	69,12	27,36	0,64	0,48	0,72	1,20	0,48
8	Склон	100	"	0,29	0,31	0,72	0,87	45	1,25	84,96	11,06	0,36	0,72	0,48	1,92	0,50
9	Дно	25	"	0,30	0,23	1,43	0,70	67	1,25	84,22	12,86	0,32	0,48	0,60	1,32	0,20
		105	"	0,19	0,18	1,33	0,70	65	2,50	85,79	10,52	0,24	0,08	0,16	2,40	0,81
		22	"	0,18	0,28	0,72	0,87	45	2,50	87,68	8,24	0,60	0,48	0,24	1,68	1,08
		110	"	0,16	0,14	1,23	0,52	70	10,00	86,07	11,03	0,28	0,52	0,20	1,10	0,50

Показатели гидролитической кислотности позволяют считать почвы котловин несколько кислыми, что соответствует биологическим требованиям такой, основной здесь, породы, как сосна.

Влажность достигает минимальной величины в центре котловины, больше влаги на склонах и окраинах, что находится в соответствии с механическим составом и влагоемкостью песка.

В табл. 2, на основании специальных исследований состояния сосновых культур в котловинах выдувания в степных и лесостепных районах Дона, приводятся показатели их роста.

Как видно из табл. 2, в котловинах показатели роста сосны снижаются от окраин к центру, где снижение особенно резко.

Полнота же насаждений (по сомкнутости) наоборот, как правило, повышается по мере продвижения к центру, но в то же время она остается достаточно высокой и на прочих элементах котловин.

Показатели бонитета следуют рельефу; во взрослых культурах класс бонитета находится в пределах III—Va, причем более низкий — на дне котловин.

Аналогичное положение с высотами и диаметрами. Интерес представляют данные, характеризующие изменение высоты и диаметра с возрастом культур.

В Подколдовском лесничестве нами прослежен рост сосны на одной и той же котловине в течение тридцатилетнего периода (см. табл. 3).

По данным табл. 3 составлены индексы соотношений высот и диаметров по элементам котловин и возрастам.

Исследования показали, что в первом десятилетии имелось резко выраженное отставание высоты культур на дне котловины от высоты их на окраине и на склоне; в дальнейшем, к 24 годам, отставание увеличилось еще больше; к 41 году разница по высоте несколько

Таблица 2

Рост сосновых культур в котловинах выдувания в степных и лесостепных районах Дона

№ пробной площ. № квартала	Типы песков	Элементы котловины	Возраст лет	Расстояние между посадками в м		Состояние культур									
				в ряд	между рядами	бонитет	полнота	приживаемость в %	количество деревьев на га	средняя высота в м	средний диаметр в см	запас на 1 га в м <sup>3</sup>	средний прирост		
													по высоте в см	по массе в м <sup>3</sup>	
Подколдновское лесничество (степь)															
1	Светло-серые пески	Окраина	41	—	—	III	0,9	—	2625	12	14	109	28	4,3	
117															
2	"	Склон	41	—	—	IV-V	0,9	—	3120	8	10	103	18	2,4	
117															
3															
4	Светло-желтые пески	Окраина	41	—	—	V-a	1,0	—	7080	4	7	36	9	0,8	
117															
5	"	Склон	36	—	—	III-IV	0,7	—	1910	8	11	101	22	2,9	
118															
6															
7	Светло-серые пески	Окраина	41	—	—	III	0,7	—	2050	11	14	174	26	4,2	
118															
8	"	Склон	41	—	—	V	0,9	—	3670	4	6	30	10	0,8	
120															
9															
120	"	Склон	41	—	—	V-a	0,8	—	2070	5	8	75	12	0,8	
120															
120	"	Окраина	41	—	—	V-a	0,9	—	3740	3	6	40	7	1,0	
120															

На территории колхоза „Красный партизан“ (степь)

10	Светло-желтые пески	Окраина	7	1,4	0,7	—	—	71	7033	1,4	—	—	20	—	
11			Склон	7	—	—	—	—	86	8633	1,3	—	—	16	—
12				Дно	7	—	—	—	—	88	8833	1,2	—	—	16

Близ с. Ст. Хворостань, Давыдовского р-на (лесостепь)

—	Светло-серые пески	Окраина	18	1,5	0,7	III	—	—	—	7	12	—	—	—	
—			Склон	18	"	"	IV-V	—	—	—	3,7	6,3	—	—	—
—				Дно	18	"	"	V	—	—	—	2,6	3,3	—	—

Таблица 3

Рост сосны в котловине в Подколдновском лесничестве в течение 30 лет

Возраст деревьев	На окраине		На склоне		На дне		На склоне		На окраине	
	высота	диаметр	высота	диаметр	высота	диаметр	высота	диаметр	высота	диаметр
	в м	в см	в м	в см	в м	в см	в м	в см	в м	в см
12 лет . . . . .	3,19	3,84	2,14	1,63	1,07	—	2,86	3,69	2,76	3,21
24 года . . . . .	4,0	7,5	3,7	4,8	1,8	2,1	3,8	4,8	4,8	8,0
41 год . . . . .	12,0	14,0	8,0	10,0	4,0	7,0	8,0	12,0	12,0	14,0

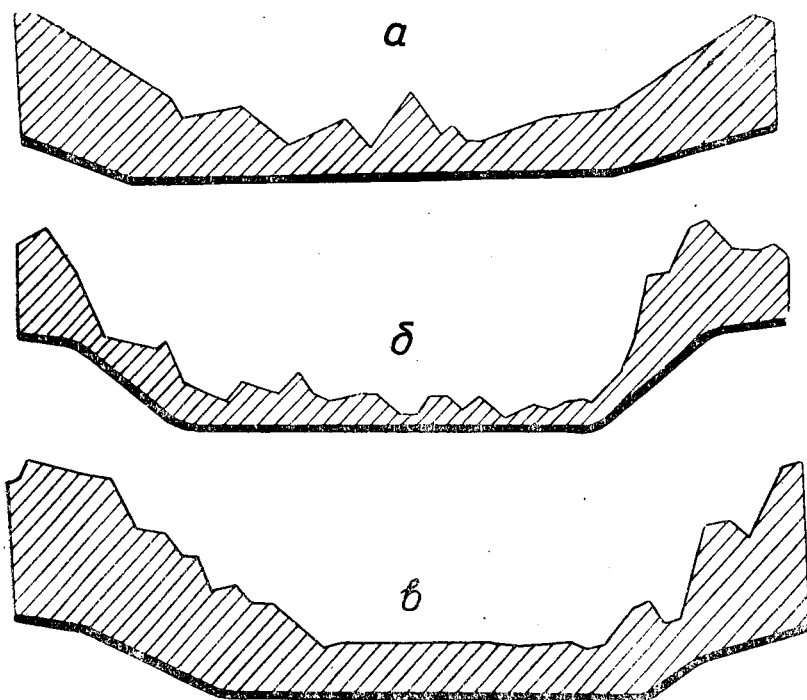


Рис. 2. Профиль полога культур сосны в котловинах выдувания.  
*a* — возраст 12 лет (Давыдовский район, ст. Хворостань); *б* — возраст 18 лет (Богучарский лесхоз, Подколодновское лесничество); *в* — возраст 43 года (Богучарский лесхоз, Подколодновское лесничество).

Таблица 4

## Индексы высот и диаметров культур

Год наблюдений	Возраст культуры	Элементы котловины	Высота культуры в м	Диаметр культур в см
1927	12	Окраина	1,8	—
		Склон	2,3	—
		Дно	1	—
1939	24	Окраина	2	4
		Склон	2,5	4
		Дно	1	1
1956	41	Окраина	3	2
		Склон	2	1,5
		Дно	1	1

сгладилась, в особенности по сравнению с культурами на склоне; разница по высоте в центре и на окраине оставалась еще значительной.

Диаметры деревьев на дне котловин обнаруживают резкое отставание в сравнении с другими элементами рельефа, особенно в возрасте 24 лет; к 41 году отставание уменьшилось более чем в два раза. Для стволов становится характерной сбежистая форма, что, впрочем,

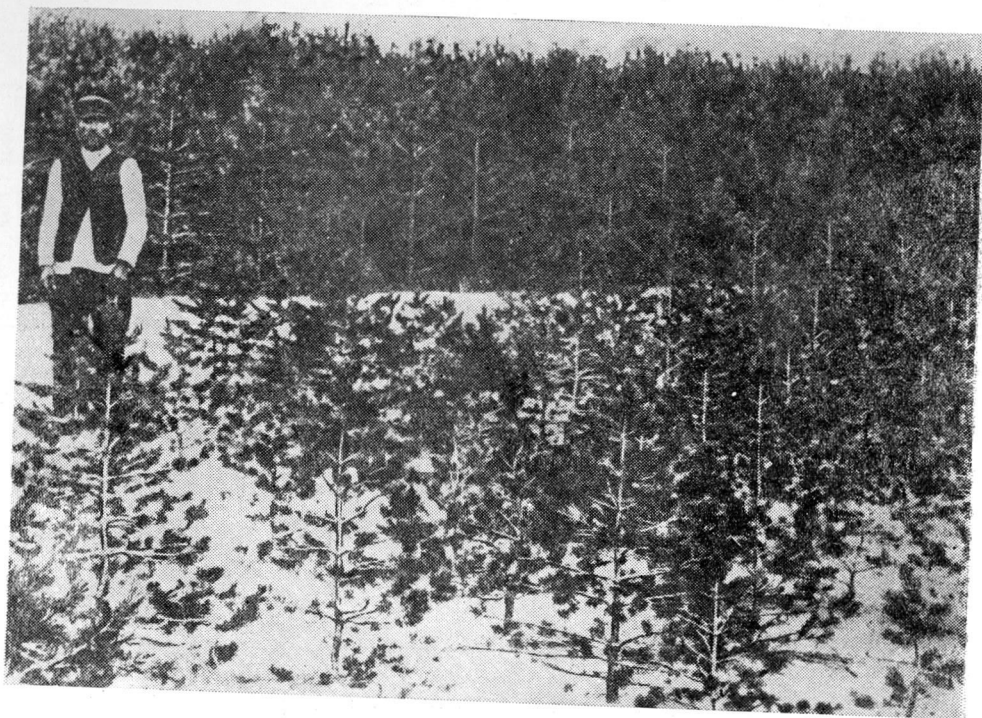


Рис. 3. Культуры сосны в возрасте 12 лет в котловине выдувания. Впереди — дно, сзади — склон и окраина. Подколдновское лесничество, квартал 117 (1927 г.).

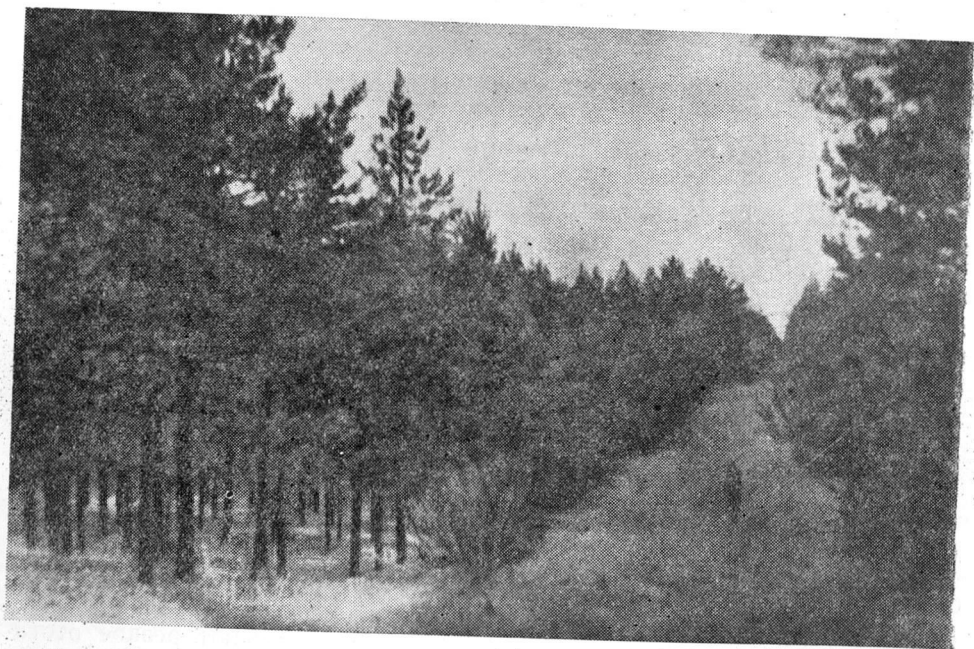


Рис. 4. Культуры сосны в возрасте 41 года в той же котловине, что и на рис. 3. На втором плане — культуры на дне котловины (1956 г.).

является типичным для культур сосны на песках типа сухого бора, в особенности в степных районах.

Измерения ежегодного прироста по высоте в первые двенадцать лет жизни культур сосны приводятся в табл. 5.

Таблица 5  
Прирост культур сосны в первые 12 лет по высоте (в см)

Год	Окраина	Склон	Дно	Склон	Окраина
1-й	10	17	13	12	4
2-й	12	23	8	10	8
3-й	19	25	15	18	18
4-й	25	24	12	18,5	15,5
5-й	20	15	7	11	12,5
6-й	24	11	6,5	16	22
7-й	25	13	7	20	18
8-й	44	17	12	31,5	45
9-й	40	20	15	42	52
10-й	25	18	5	27	38
11-й	46	25	9	47	70
12-й	40	18	6	36	37
Среднее за год	27,5	17,4	9,6	24	28

Показатели табл. 5 говорят о том, что в первые три периода приживаемости прирост в центре котловин мало отстает от прироста на окраинах и склонах. Далее, с возрастом, прирост в центре характеризуется пестрыми показателями, причем к двенадцати годам возникает тенденция к систематическому падению прироста, в то время как на других элементах котловины прирост значительно выше. Средний годичный высотный прирост составляет: на дне котловины 9,6 см, на склонах — 20,7 см, на окраинах — 28 см.

Раскопки корневых систем в разных частях котловин, сделанные в культурах сосны на пробных площадях № 7, 8 и 9, дали следующие результаты.

В наилучших условиях местопроизрастания в центре котловины главный корень 41-летней сосны распространяется вертикально на глубину 60—70 см в форме редьки, мелкие корневые окончания отсутствуют. В 30-сантиметровом слое поверхностного горизонта сосредоточены горизонтально расположенные боковые корни с массой мелких корешков. Такую концентрацию почти всей массы корней в верхнем горизонте следует объяснить лучшим увлажнением его атмосферными осадками.

На окраине котловины главный корень идет вертикально до глубины 90 см, два боковых корня, имеющие мелкие корневые окончания, которые позволяют использовать влагу и питание из более глубоких горизонтов, с глубины 30 и 50 см также направлены вниз. У сосны на окраине в поверхностном горизонте также концентрируются боковые корни с мелкими корешками. На склонах главный корень имеет среднюю глубину распространения, боковые корни также размещаются в поверхностном слое.

Описанное состояние сосновых культур и соотношение показателей роста сохраняется не везде. В сухих и глубоких котловинах, с прилегающими к ним высокими (более 5 м) песчаными буграми, культуры сосны развиваются слабо почти на всех элементах котловины, за исключением теневых склонов бугров и, в частности, их нижней трети.

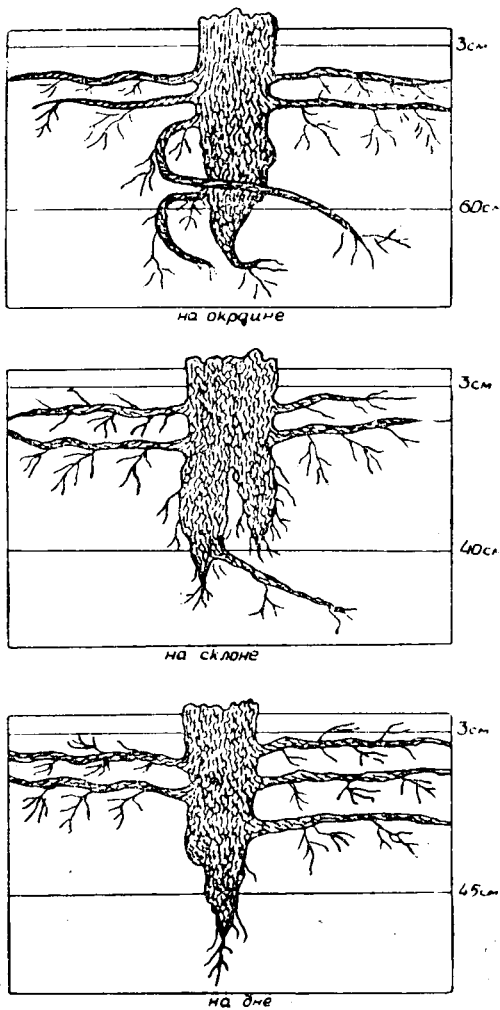


Рис. 5. Корневые системы сосны в возрасте 41 года.

Соображения о причинах неудовлетворительного состояния сосновых культур в сухих котловинах были приведены в начале статьи. На основании показателей ежегодного высотного прироста в период приживаемости и большей сохранности культур можно предположить, что явления выдувания, засыпания и, в частности, засекания семян, имея большое значение в первоначальный период приживаемости культур, в дальнейшем не являются основными факторами, влияющими на жизнеспособность посадок (основного места) и на их дальнейшую устойчивость в данных условиях.

Решающими причинами недостаточно успешного лесоразведения на дне сухих котловин надо считать неудовлетворительный водный режим и замедленность почвообразовательных процессов, в особенности на тощих древне-аллювиальных глинисто-песчаных отложениях; последняя причина обуславливает бедность почв питательными веществами, которые могут быть усвоены растениями при довольно частом недостатке почвенной влаги.

Грунтовые воды, залегающие на глубине свыше четырех метров, вследствие слабой капиллярной способности

песков, практически не увлажняют верхние горизонты, в которых находится основная масса корней. Влагоемкость песков на дне котловин невелика, а атмосферная вода, задерживаемая глинистыми прослойками, полностью расходуется растениями. Таким образом, при недостатке усвояемых питательных веществ и недостатке влаги, в центре котловин может быть обеспечено лишь «карликовое» состояние сосновых культур.

Несмотря на жесткие лесорастительные условия в центре котловин, за исключением тех случаев, когда на поверхность или близко к ней выходят цементирующиеся песчано-глинистые отложения («жерства»), наблюдаются высокая приживаемость культур сосны и хорошая сохранность взрослых насаждений. По сомкнутости такие насаждения отличаются большей полнотой, в особенности на дне котловин.

Однако, вследствие пониженных высоты и диаметра культур, насаждения здесь имеют незначительный запас древесины. Так, к 41 году запас стволовой массы составлял на гектаре 36—40 м<sup>3</sup>, что в несколько раз меньше запаса нормальных насаждений.

Несмотря на низкую продуктивность культур в центре котловин, за ними сохраняется большая мелиоративная роль — они хорошо защищают песчаные земли от развевания и способны вместе с этим улучшать почвогрунт, минерализуя его и обогащая мелкоземом.

Некоторые исследователи, основываясь на невысокой продуктивности сосновых культур, предлагают совершенно отказаться от закультивирования центральных участков котловин.

Учитывая хорошую приживаемость культур, их сохранность и, главное, их большое мелиоративное значение, полное облесение котловин выдувания представляется нам целесообразным мероприятием.

Разведение леса в сухих котловинах связано с рядом затруднений и в этой связи хотелось бы высказать ряд соображений по улучшению агротехники выращивания культур в указанных условиях.

До сих пор не найдены пути совершенствования техники выращивания основных насаждений и улучшения их роста в котловинах выдувания, хотя этот вопрос привлекал внимание практиков и исследователей почти с самого начала облесительных работ на песках. Еще в 1903—1906 годах А. А. Никитиным в Воронежской губернии были поставлены опыты в производственных условиях по устранению вредного влияния жерствы в котловинах и других понижениях. Результаты опытов показали, в частности, что культуры некоторых лиственных пород, как тополь, шелюга, ветла, береза на зажерствленных песках в Подколдновском показательном участке с различной обработкой почвы оказались неудовлетворительными.

Для характеристики приживаемости названных пород приводим данные А. А. Никитина.

Таблица 6.

**Приживаемость шелюги, березы, тополя и ветлы на зажерствленных песках (в %)**  
(По данным А. А. Никитина)

Условия посадок	Приживаемость в %			
	шелюга (черенко- вая)	береза (сеянцами 2 л.)	тополь (черенко- вый)	ветла (кольями)
На дне канавы глубиной 32 см	62,5	57,4	22,6	23,6
В ямки глубиной 30—50 см и размером по верху 70×70 см	51,3	62,9	18,5	33,3
По насыпи слоем 16 см . . . . .	70,5	76,8	28,5	23,2
При обработке сплошным пере- валом на глубине 70 см . . . . .	96,3	87,8	62,3	27,3
Без всякой обработки . . . . .	60,1	75,0	6,9	30,8

Исходя из полученных данных, А. А. Никитин сделал вывод, что лучше всего все породы прижились на участках, где была произведена глубокая обработка с перевалом. Однако он отметил, что позднее ни одна порода не оказалась устойчивой — все растения погибли из-за недостатка влаги.

Посадки сосны, произведенные им же на покрытых глиной песках с обработкой даже плужными бороздами и с прикрытием междурядий хворостом, давали хорошие результаты.

Из опытов А. А. Никитина можно заключить, что в сухих котловинах и понижениях с жерствой на поверхности или расположенной близко к ней, лиственные породы непригодны для разведения и пока единственной устойчивой породой является сосна, способная мириться с тяжелыми условиями внешней среды.

Мы считаем возможным предложить следующие мероприятия по повышению первоначальной приживаемости и улучшению роста сосновых культур в сухих котловинах на песках Дона:

1. На песках, на поверхности которых имеются выходы древнеаллювиальных глинисто-песчаных отложений, следует производить глубокую вспашку плантажным плугом на глубину до 70 см; если слой жерствы по мощности не превышает 20—25 см, возможна обработка плужными бороздами с глубиной борозд равной мощности глинистого слоя. В местах, где жерства располагается на глубине свыше 50 см, а сверху имеется нанос рыхлого песка — никакой обработки можно не делать.

2. Для устранения явлений выдувания, засыпания и засекания семян в междурядьях целесообразно создавать защиты из хвороста, устилывая его по поверхности или ставя хворостяные заборчики.

3. Культуры сосны на дне котловин, в целях ускорения смыкания, лучше создавать более густыми — до 20 тыс. растений на гектар при расстоянии междурядий в 1 м и в рядах — 0,5 м.

Повышенная густота, хотя и увеличивает затраты на 10—12%, но зато уменьшает срок смыкания в междурядьях до 5—6 лет, в то время как при обычном полутораметровом расстоянии культуры сосны в центре котловины не смыкаются и к двенадцати годам.

Повышение густоты посадки при равномерном отпаде исключает необходимость такой трудоемкой работы, как дополнительная посадка. Кроме того, в культурах быстрее может создаваться лесная обстановка.

После смыкания, в порядке лесоводственного ухода, следует своевременно проводить осветление и другие мероприятия по уходу в зависимости от роста культур. При осветлении выбирается до 50% деревьев.

Приживаемость и рост загущенных посадок в центре котловин следует проверить в производственных условиях; необходимо установить конкретные сроки проведения первого лесоводственного ухода — осветления.

4. На дне котловин введением торфяно-навозной прослойки можно повысить влажность песков и обогатить почвогрунт элементами питания, в особенности азотом. Внесение торфяных прослоек на сухих песках Нижнего Днепра дало хорошие результаты — достигалась высокая приживаемость и нормальный рост сосны по крайней мере в первые четыре года жизни культур. В районе Дона этот способ может найти применение и его следовало бы проверить на практике, в первую очередь на дне котловин с жерствой.

Вносить торф с навозом можно в борозды, в том числе и в сделанные плантажным плугом на расстоянии, равном ширине междурядий для культур. Удобрение вносится под каждое посадочное место на расстоянии 0,6—0,7 м, а при загущенных посадках — через 0,5 м. Слой торфа с навозом заделывается на глубину 25—30 см.

Можно посадку семян и внесение удобрений производить в площадки, размером 1,0 × 1,0 м. На 1 гектаре делается 4450 площадок. Расстояние между центрами площадок должно быть 1,5 × 1,5 м. В каждую площадку высаживается по 3—5 семян.

Повышение влажности и запаса питания должно способствовать более высокой приживаемости культур в котловинах с жерствой и усиленного роста их на сухих котловинах вообще.

Внесение удобрений, конечно, увеличивает затраты по сравнению с обычной технологией производственного процесса, но они компенсируются лучшим ростом сосновых культур, повышенной продуктивностью их и резким снижением опасности повреждения посадок вредителями.



## ЛИТЕРАТУРА

Агролесомелиорация. Под ред. проф. Н. И. Суса, 1956. Бурдаев М. И. Облесение песков Воронежской области, 1953 (автореферат диссертации). Бурдаев М. И. Рост сосны в котловинах выдувания. «Научные записки ВЛХИ», т. VIII, 1941. Веселовский В. П. О произрастаниях сосны, разведенной на придонских песках. «Известия Донского с/х. института», т. 4, 1919—1921. Гаель А. Г. Облесение бугристых песков засушливых областей. Географиздат, 1952. Дубянский В. А. Пески Среднего Дона и их использование в сельском и лесном хозяйстве. М., 1949. Никитин А. А. Песчано-овражные работы в Воронежской губернии с 1898 по 1917 г. Бобров, 1918; Никитин А. А. Отчеты по опытам, архивные материалы по Богучарскому песчано-овражному району за 1903—1906 гг. Погребняк П. С. Гнездовые посадки сосны на песках. Журн. «Лес и степь» № 8, 1952.

Поступила в редакцию  
18 ноября 1957 г.

## О ВАРЬИРОВАНИИ ОБЪЕМНОГО ВЕСА И ВЛАЖНОСТИ ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ НА ВЫРУБКАХ

**Ю. А. ОРФАНИТСКИЙ**

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Северное отделение института леса Академии наук СССР)

**В. Г. ОРФАНИТСКАЯ**

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Проводя любые почвенные исследования, мы сталкиваемся с варьированием почвенных признаков или свойств в пределах территории, занятой даже какой-либо одной почвенной разностью. Это варьирование обусловлено неоднородностью микрорельефа, пестротой растительного покрова и других факторов, влияющих на формирование почв и на процессы, в них протекающие.

Знание степени изменчивости свойств почв позволяет объективнее оценивать результаты исследований, относящихся к разным объектам. Обработка материалов исследований методами вариационной статистики дает возможность решать вопрос о минимальном количестве почвенных образцов для характеристики того или иного признака с желаемой степенью точности.

В связи с почвенными исследованиями на концентрированных вырубках Архангельской области перед нами неизбежно встал вопрос об изучении варьирования объемного веса и влажности почвы. Заранее можно было предполагать, что, на вырубках пестрота свойств почвы будет значительной, поскольку, помимо отмеченных выше общих факторов, обуславливающих пестроту почвенного покрова, здесь имеют значение еще и некоторые специфические факторы, например, неравномерность распределения по площади остатков древесины, невырубленных деревьев и т. п.

Если по пахотным сельскохозяйственным почвам интересующий нас вопрос освещен в ряде методических работ (П. А. Некрасов, И. С. Грабовский, 1928; Н. А. Качинский, 1930), краткие сводки из которых мы находим у Н. И. Саввинова и Е. И. Кочериной (1937), а также и у И. С. Васильева (1939), то по вопросу варьирования свойств лесных почв публикаций меньше.

Некоторые материалы, касающиеся сравнительной оценки разных методов определения объемного веса и скважности, приводятся у

В. З. Гулисашвили и А. И. Стратоновича (1935). Единственной, по-видимому, детальной методической работой по вопросу о влажности лесных почв подзолистой зоны (дерново-среднеподзолистый суглинок) является статья И. С. Васильева (1950).

На основании исследований в б. Центральном лесном заповеднике (Великолукская область) И. С. Васильев пришел к следующим основным выводам:

1. Влажность почвы участка сильно варьирует в пространстве.

2. При определении влажности изучаемой почвы могут быть получены средние величины с точностью до 10% и вероятностью (0,950), что требует 4—16-кратной повторности определения, различной в разных горизонтах.

В данной статье авторы касаются вопроса о варьировании объемного веса и влажности лесных подзолистых почв Севера.

### МЕТОДИКА РАБОТЫ И ОБЪЕКТЫ

Работа проводилась летом (июль 1955 года) на территории Концгорского лесничества Виноградовского лесхоза близ лесопункта «Няводы». Объектами исследования были четыре пробных площади величиной 0,5 га, ограниченные на типичных участках луговиковых и долгомошных условно-сплошных концентрированных вырубках разных лет. На каждой пробной площади, в тщательно выбранных типичных местах, заложено по 10 неглубоких разрезов, в которых и произведено определение объемного веса и влажности почвы по горизонтам. Объемный вес определялся с помощью бура объемом 360 см<sup>3</sup>, высотой 5 см. Влажность почвы определялась обычным высушиванием образцов при температуре 100° С. Полученные данные обработаны методом вариационной статистики с вычислением средней арифметической ( $M$ ), средней ошибки ( $\pm m$ ), основного отклонения ( $\sigma$ ), показателя точности ( $P$ ), коэффициента вариации ( $V$ ). Указанные статистические величины были рассчитаны по формулам:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n}}; \quad m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}; \quad P = \frac{m}{M} \cdot 100; \quad V = \frac{\sigma}{M} \cdot 100.$$

Приводим краткую характеристику пробных площадей.

Проба I. Заложена на потенциально-луговиковой вырубке 1953 года (в условиях местопроизрастания, соответствующих ельнику-зеленомошнику). В покрове—полукустарнички и лесные травы; представлен моховой покров. Почва—сильно-оподзоленная валунная супесь, подстилаемая валунным суглинком. Приводим краткое морфологическое описание наиболее типичного (из 10) почвенного профиля:

A <sub>0</sub>	0—3 (4) см	— лесная подстилка;
A <sub>1</sub>	3—5	» — перегнойно-аккумулятивный. Выражен местами, не на всех стенках разреза;
A <sub>2</sub>	5—16	» — подзолистый. Белесый, плотноватый, свежий, супесчаный, в верхней части содержит много валунов;
B <sub>1</sub>	16—25	» — иллювиальный. Светло-охристый, плотноватый, свежий, супесчаный;
B <sub>2</sub>	25—38	» — буровато-краеный, плотноватый, свежий, супесчаный, внизу с суглинистыми языками;
B <sub>3</sub>	38—60	» — буро-красный, плотный, влажный, суглинистый;
D	60—160	» — красный валунный суглинок, плотный, влажный.

Проба II. Луговиковая вырубка 1951 года. По почвенно-топографическим условиям пробная площадь сходна с предыдущей. Отличие заключается в том, что горизонт A<sub>0</sub> местами представляет собой дернину с остатками лесной подстилки, а горизонт A<sub>1</sub> выражен на всех 10 разрезах. Живой напочвенный покров представлен в основном злаками с некоторым участием зеленых мхов. На пробе в значительном количестве встречается корнеотпрысковая поросль осины.

Проба III. Долгомощная вырубка 1951 года. По почвенным условиям пробная площадь близка к предыдущей. Травяной покров почти не выражен; сильно развит моховой покров, представлен преимущественно кукушкиным льном.

Мощность почвенных горизонтов по отдельным разрезам проб I и III приведена в табл. 1, а в табл. 2 показаны основные математические характеристики.

Сравнительно невысокие коэффициенты вариации и достаточная точность определения показывают, что почвенные условия на пробных площадях относительно однородны.

Таблица 1

Мощность почвенных горизонтов

№ при-копок	Проба I					№ прикопок	Проба III		
	мощность горизонтов в см				нача-ло В <sub>3</sub>		мощность го-ризонтов в см		Нача-ло
	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>			A <sub>0</sub>	A <sub>2</sub>	
1	4,5	2	8,5	15	30	1	11	24	35
2	3,5	1,5	11	12	28	2	11	19	30
3	3	2	8	22	35	3	13	8	21
4	6	4	10	17	37	4	10	11	21
5	3,5	0	10,5	21	35	5	11	17	28
6	3	1	16	18	38	6	8	21	29
7	4	3	9	29	45	7	7	17	24
8	5	2	17	13	37	8	8	12	20
9	4,5	2,5	8	10	25	9	13	11	24
10	4	2	8	31	45	10	7	10	17

Таблица 2

Основные математические характеристики мощности почвенных горизонтов

№ пробных площадей	Горизонты	n	M	$\sigma$	m	V	P
I	A <sub>0</sub> (лесная подстилка)	10	4,1	0,94	0,3	22,8	7,2
	A <sub>1</sub>	10	2,0	1,08	0,3	54,0	17,1
	A <sub>2</sub>	10	10,6	3,30	1,0	31,1	9,8
	B <sub>1</sub>	10	18,8	7,02	2,2	37,4	11,8
	начало В <sub>3</sub>	10	31,5	6,56	2,1	18,5	5,9
III	A <sub>0</sub> (торфянистый)	10	9,9	2,28	0,7	23,0	7,3
	A <sub>2</sub>	10	15,0	5,33	1,7	35,5	11,3
	начало В <sub>1</sub>	10	25,0	5,50	1,7	22,0	7,0

Проба IV. Заложена на долгомощной вырубке 1954 года (в лесорастительных условиях типа леса ельник-черничник влажный). Травяной покров слабо развит, моховой — значительно сильнее и представлен, главным образом, кукушкиным льном. Почва — торфянистый оглеенный супесчаный подзол, подстилаемый валунным суглинком. Профиль типичного разреза представляется в следующем виде:

A<sub>0</sub> 0 — 11 см — торфянистый;  
A<sub>2</sub>( $\theta$ ) 11 — 29 » — подзолистый оглеенный. Буровато-серый, плотноватый, влажный, супесчаный;

- $B_1$  ( $\delta$ ) 29— 39 см — иллювиальный, гумусово-железистый. Коричневато-темнобу-  
рый, плотноватый, влажный, супесчаный;  
 $B_2$  ( $\delta$ ) 39— 77 » — очень плотный, супесчаный;  
Д 77—100 » — красноватый опесчаненный суглинок.

### ВАРЬИРОВАНИЕ ОБЪЕМНОГО ВЕСА

Определение объемного веса почвы должно производиться как мож-  
но точнее, поскольку эта величина является основой для расчета скваж-  
ности (порозности) и используется для перевода весовой влажности в  
объемную и в ряде других случаев. И. С. Васильев (1950) считает не-  
обходимым определять объемный вес с точностью не ниже 5%.

Из табл. 3 следует, что значения объемного веса верхних почвенных  
горизонтов в общем мало варьируют в пространстве (коэффициент ва-  
риации не превышает 12%).

Таблица 3

Основные математические характеристики объемного веса почвы

№ пробных площадей	Горизонты	Глубины взятия образцов в см	$n$	$M$	$\sigma$	$m$	$V$	$P$
I	$A_2$	5—10	10	1,44	0,084	0,03	5,7	1,8
II	"	5—10	10	1,44	0,083	0,03	5,8	1,8
III	"	15—20	10	1,39	0,170	0,05	12,2	3,9
IV	"	10—15	10	1,41	0,154	0,05	10,9	3,5
III	$A_0$ (торфянистый)	5—10	5	0,18	0,102	0,05	26,6	25,3
I	$B_1$	20—25	10	1,45	0,179	0,06	12,3	3,9
II	"	20—25	10	1,29	0,081	0,03	6,3	2,0
III	"	25—30	10	1,47	0,130	0,04	8,8	2,8
IV	"	30—25	5	1,42	0,101	0,05	7,2	3,2
I	$B_3$	35—40	3	1,56	0,045	0,03	2,8	1,6
II	"	40—45	3	1,56	0,036	0,02	2,3	1,3
III	$B_2(\delta)$	40—45	3	1,90	0,041	0,02	2,1	1,2

Во всех случаях отмечается пестрота объемного веса горизонта  $B_3$  по сравнению с верхними горизонтами.

Резко выделяется высоким коэффициентом вариации (56,6%) тор-  
фянистый горизонт на долгомошной вырубке, что обусловлено неоднородностью сложения этого горизонта.

Установить какую-либо закономерность в отношении различия в степени варьирования по типам вырубков (с одной стороны, пробы I и II — луговиковые вырубки, и с другой — пробы III и IV — долгомошные вырубки) в общем не удастся. Лишь в подзолистом горизонте коэффициенты вариации для луговиковых вырубков значительно меньше, чем для долгомошных. Это находит себе объяснение в большей пестроте условий почвообразования на последних вырубках.

Следует отметить трудность определения объемного веса в услови-  
ях завалуненных почв, в особенности для горизонта  $A_2$ . Здесь зачастую приходилось браковать несколько образцов уже после их взвешивания — при удалении почвы из цилиндра, поскольку в них обнаруживались камни.

Использование буров меньшего размера, а именно объемом 100 см<sup>3</sup> не помогало делу; значения объемных весов, определенных для одного и того же объекта бурами разных размеров, получались близкими между собой.

## ВАРИРОВАНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ

Пестрота влажности почвы на пробных площадях выше, чем объемного веса (см. табл. 4), что объясняется большей динамичностью влажности почвы, чем объемного веса. Особенно выделяется высокими коэффициентами вариации торфянистый горизонт на долгомошной вырубке (43,9%).

Таблица 4

Основные математические характеристики весовой влажности почвы

№ пробных площадей	Горизонты	Глубины взятия образцов в см	<i>n</i>	<i>M</i>	$\sigma$	<i>m</i>	<i>U</i>	<i>P</i>
I	A <sub>2</sub>	5—10	10	20,4	2,05	0,65	10,1	3,2
II	"	5—10	9	12,5	2,91	0,74	23,3	5,9
III	"	15—20	10	25,5	5,59	1,77	22,0	6,9
IV	"	10—15	10	28,4	7,28	2,31	25,7	8,1
III	A <sub>0</sub>							
	(торфян.)	5—10	5	336,8	147,8	65,9	43,9	19,6
I	B <sub>1</sub>	20—25	10	21,5	5,26	1,67	24,5	7,7
II	"	"	9	19,1	3,02	1,01	15,8	5,3
III	"	25—30	10	19,7	3,54	1,18	18,0	6,0
IV	"	30—35	5	27,6	5,70	2,55	20,7	9,2
I	B <sub>3</sub>	35—40	3	18,5	0,92	0,53	5,0	2,9
II	"	40—45	3	15,4	2,85	1,65	18,5	10,7
III	B <sub>3</sub> δ)	"	3	12,4	3,06	1,77	24,7	14,3

Известно, что для сравнения водного режима объектов с разным объемным весом (например, минеральные и органические горизонты почвы) более наглядное и правильное представление дает объемная влажность. Так как при ее расчете учитывается объемный вес, то можно ожидать, что варьирование объемной влажности будет отличаться от варьирования весовой влажности. Мы вычислили объемную влажность для торфянистого горизонта почвы на пробе III и произвели математическую обработку результатов.

Таблица 5

Объемная и весовая влажность почвы пробной площади III в горизонте A<sub>0</sub> (торфянистом)  
Глубина взятия образцов 5—10 см

Влажность	<i>n</i>	<i>M</i>	$\sigma$	<i>m</i>	<i>V</i>	<i>P</i>
Объемная . . . . .	5	48,9	3,97	1,77	8,1	3,6
Весовая . . . . .	5	336,8	147,8	65,9	43,9	19,6

Сравнение с математической характеристикой весовой влажности на этой пробе показывает, что варьирование объемной влажности в несколько раз меньше, чем весовой влажности. И это всего лишь при пятикратной повторности. Указанное обстоятельство должно учитываться в практике исследований водного режима почв.

Степень варьирования весовой влажности на вырубках разных типов почти одинакова. В пределах одного и того же типа вырубков различия в варьировании наблюдаются среди вырубков разных лет. Так,

при достоверной разнице во влажности горизонта  $A_2$  (глубина 5—10 см) на пробах I (вырубка 1953 года) и II (вырубка 1951 года), при меньшей влажности во втором случае \*, коэффициент вариации на пробе II выше, нежели на пробе I, с относительно повышенной влажностью почвы. Для горизонта  $B_1$ , при почти одинаковой влажности, различия коэффициентов вариации менее выражены.

**О ПОВТОРНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМНОГО ВЕСА И ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ**

В начале статьи мы уже отмечали, что математическая обработка результатов исследований позволяет решить вопрос о необходимом минимальном числе наблюдений для получения средних величин с желаемой точностью. Из руководств по вариационной статистике известно, что число точек наблюдения ( $n$ ), коэффициент вариации ( $V$ ) и точность исследования ( $P$ ) связаны следующей зависимостью:  $n = \frac{t^2 \cdot V^2}{P^2}$ , где  $t$  —

коэффициент доверия, означающий отношение числа случаев, в которых точность выше или равна заданной, к числу случаев, в которых точность ниже принятой. При коэффициенте доверия равном 1, обеспечивается получение верных данных (то есть точностью выше принятой) лишь в двух случаях из трех, что явно недостаточно. При коэффициенте доверия 2, обеспечивается 19 верных определений из 20 и при коэффициенте 3—384 из 385, то есть в последнем случае вероятность практически переходит в достоверность. Наблюдения с вероятностью 0,996 практически неосуществимы при определении объемного веса и влажности почвы, так как требуется очень большая повторность: достаточно бывает вероятности 0,950 (коэффициент доверия — 2). Последнее мы и приняли в дальнейших расчетах.

В табл. 6 приведены результаты расчета числа наблюдений при заданных  $P$  и  $V$ . В табл. 7 показаны минимальные количества образцов для получения среднего значения желаемой точности.

Таблица 6

Число наблюдений при заданных  $P$  и  $V$  по формуле  $n = \frac{t^2 \cdot V^2}{P^2}$  при  $t=2$

$VP$	1	2	3	5	10	15	20	25	30
2	16	4	2	1					
3		9	4	2	1				
4		16	7	3	1				
5		25	11	4	1				
6			16	6	1				
7			22	8	2				
8				10	3	1			
9				13	3				
10				16	4	2			
11				19	5				
12				23	6				
13					7	3			
14					8	3			
15					9	4			
16					10	5	3		
17					12	5	3		
18					13	6	3		
19					14	6	4		
20					16	7	4		
21					18	8	4		
22					19	9	5		
23					21	9	5		
24					23	10	6	4	
25					25	11	6	4	
26					27	12	7	4	
27						13	7	5	
28						14	8	5	
29						15	8	5	
30						16	9	6	4

\* Меньшая влажность, по-видимому, здесь связана с большим развитием расходуемой влагу верхних слоев травянистой растительностью и пониженной защитной от испарения влаги ролью лесной подстилки в связи с меньшей ее мощностью, а местами и отсутствием.

При точности определения объемного веса не ниже 5%, а для влажности — не менее 10%, повторность взятия образцов по отдельным почвенным горизонтам широко варьирует. Следует иметь в виду, что приводимые данные относятся к летнему, сравнительно сухому периоду и не могут претендовать на универсальность. Правда, в отношении объемного веса, по-видимому, может быть сделано исключение, поскольку в литературе до сих пор не затрагивался вопрос о сезонной динамике этого свойства почвы.

Таблица 7

Число образцов для получения среднего значения  
желаемой степени точности

№ пробных площадей	Горизонты	Глубины взятия образцов в см	Значения коэффициентов вариации	Минимальное число образцов для получения среднего с точностью в %										
				1	2	3	5	10	15	20	25	30		
Объемный вес														
III	A <sub>0</sub>	5—10	57										21	14
	торф.													
I	A <sub>2</sub>	5—10	6				16	6	1					
II	"	5—10	6				16	6	1					
III	"	15—20	12					23	6					
IV	"	10—15	11					19	5					
I	B <sub>1</sub>	20—25	12					23	6					
II	"	20—25	6				16	6	1					
III	"	25—30	9					13	3					
IV	"	30—35	7				22	8	2					
I	B <sub>3</sub>	35—40	3		9			4	2					
II	B <sub>3</sub>	40—45	2	16	4			2	1					
III	B <sub>2(0)</sub>	40—45	2	16	4			2	1					
Весовая влажность														
I	A <sub>2</sub>	5—10	10					16	4	2				
II	"	5—10	23						21	9	5			
III	"	15—20	22						19	9	5			
IV	"	10—15	26						27	12	7	4		
I	B <sub>1</sub>	20—25	25						25	11	6	4		
II	"	20—25	16						10	5	3			
III	"	25—30	18						13	6	3			
IV	"	30—35	21						18	8	4			
I	B <sub>3</sub>	35—40	5		25	11	4		1					
II	"	40—45	19						14	6	4			
III	B <sub>2(0)</sub>	40—45	25						25	11	6	4		

Число образцов для получения среднего значения объемного веса с точностью не ниже 5% для верхних горизонтов (A<sub>2</sub> и B<sub>1</sub>) колеблется в пределах 6—23, причем для подзолистого горизонта почв долгомошных вырубков (пробы III, IV) необходима значительно большая повторность, чем для луговиковых вырубков (пробы I, II). Для суглинистого горизонта B<sub>3</sub> достаточно трехкратной повторности для всех участков.

Особняком стоит торфянистый горизонт с его неоднородным сложением; здесь приходится отказываться от точности в 5% и довольствоваться меньшей при максимальном, практически возможном, числе образцов (20 и более). Назвать эту точность на основании наших данных не представляется возможным, поскольку расчеты для горизонта A<sub>0</sub> сделаны на основании только пяти наблюдений.

Повторность взятия образцов для определения весовой влажности



почвы с точностью не ниже 10% получается в общем очень большой (до 27), так что практически приходится довольствоваться точностью 15%, для получения которой необходимо брать примерно 10 образцов в горизонте  $A_2$  и 5—10 в горизонте В. На двухлетней потенциально-луговиковой вырубке (проба I) при этой повторности будет достигнута точность порядка 10% (исключая горизонт  $B_1$ ).

При каждом уменьшении повторности необходимо особенно тщательно выбирать места взятия образцов — они должны быть типичными для участка наблюдений.

Для определения весовой влажности торфянистого горизонта даже с низкой точностью 20% в наших условиях получается необходимой большей повторностью (19). В то же время при определении объемной влажности с точностью 10% необходимо всего три наблюдения.

Т а б л и ц а 3

Объемная и весовая влажность почвы пробной площади III  
в горизонте  $A_0$  (торфянистом)  
Глубина взятия образцов 5—10 см

Влажность	Значение коэффициентов вариации	Минимальное число образцов для получения среднего с точностью в %					
		5	10	15	20	25	30
Объемная . . . . .	8		78	35	19	12	9
Весовая . . . . .	44	10	3	1			

При возможности одновременно с весовой влажностью определять и объемный вес, необходимо вычислять объемную влажность.

Все изложенное в данной работе в отношении варьирования объемного веса и влажности почв позволяет сделать следующие выводы:

1. Объемный вес и влажность сильнооподзоленной валунной супесчаной почвы, подстилаемой валунным суглинком на луговиковых вырубках в ельнике-зеленомошнике и торфянистом оглеенного супесчаного подзола, также подстилаемого валунным суглинком на долгомошных вырубках во влажном ельнике-черничнике, сильно варьирует в пространстве.

2. Для определения объемного веса исследованных почв, с точностью не ниже 5% и при вероятности 0,950, в горизонте  $A_2$  необходима примерно двадцатикратная повторность; в горизонте  $B_1$  — десятикратная; для горизонта  $B_3$  (суглинистый, на глубине около 40 см) достаточно трехкратного определения.

3. При определении весовой влажности с той же вероятностью 0,950 приходится довольствоваться точностью 15% и брать 10 образцов в горизонте  $A_2$  и 5—10 образцов — горизонте В.

4. Для весовой влажности горизонта  $A_0$  торфянистого оглеенного подзола точность определения 15% может быть достигнута лишь при тридцатипятикратной повторности взятия образцов. Для определения же объемной влажности с точностью 10% необходимо всего три образца.

В заключение следует отметить, что точность исследований каких-либо свойств почвы, (а значит и повторность взятия образцов) зависит от поставленной цели. Если для характеристики количественной стороны почвенных процессов необходима высокая точность, для получения которой приходится брать значительное количество образцов, то качественная сторона процессов, их направленность часто может быть выявлена и при небольшом числе образцов.

## ЛИТЕРАТУРА

Васильев И. С. К методике определения влажности почв. «Проблемы советского почвоведения», сб. 9, М., 1939, Васильев И. С. О наблюдениях над влажностью почвы в лесу. «Труды Почвенного ин-та АН СССР», т. 31, М., 1950; Гулисашвили В. З., Стратонович А. И. Физические свойства лесных почв и их изменения под влиянием лесохозяйственных мероприятий. Гослестехиздат, Л., 1935. Качинский Н. А. Изучение физических свойств почвы и корневых систем растений при территориальных почвенных исследованиях. Госсельиздат, 1930. Некрасов П. А., Грабовский И. С. Изучение пестроты, скважности, влажности и капиллярной влагоемкости в почве по способу наименьших квадратов. «Научно-агрономич. журнал» № 10, 1928. Саввинов Н. И., Кочерина Е. И. Варьирование физических свойств компонентов солонцового комплекса. Труды комиссии по ирригации АН СССР, вып. 9, М. — Л., 1937.

Поступила в редакцию  
22 ноября 1957 г.

## РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ВОЗРАСТОВ РУБКИ \*

О. О. ГЕРНИЦ

Доцент

((Поволжский лесотехнический институт)

Задачи VI пятилетнего плана в области развития лесозаготовительного производства, требующие увеличения объемов эксплуатации и рационального использования древесины при одновременном улучшении лесного хозяйства и увеличении продуктивности лесных площадей, обязывают лесоводов пересмотреть содержание ряда существенных вопросов организации лесного хозяйства. Наибольшее внимание привлекают к себе вопросы спелости и возрастов рубки. Это и понятно, так как эти категории выражают экономическую цель организуемого хозяйства и являются основой для расчета размера лесопользования.

В последнее время эти вопросы стали предметом широких исследований, проводимых институтом леса Академии наук СССР в комплексе с научно-исследовательскими институтами и высшими лесными учебными заведениями. Положительной стороной этой работы является стремление подчинить возрасты рубки экономике потребления древесины и обосновать оптимальные возрасты рубки применительно к экономическим и лесорастительным особенностям лесохозяйственных районов. Строго говоря, эти исследования могут установить лишь оптимальные возрасты спелости, а конкретные возрасты рубки должны устанавливаться лесоустройством, что представляет довольно сложную задачу, которая далеко не всегда решается удовлетворительно.

### Спелость и возраст рубки

Известно, что спелость есть понятие, относящееся к отдельным категориям насаждений, однородных по составу и производительности, и что возраст спелости можно устанавливать для насаждений целых лесохозяйственных районов, однородных в экономическом и лесорастительном отношении. Возраст спелости выражает цель лесохозяйственного производства в отношении вида и размеров производимой древесины и время, в течение которого эта древесина может быть выращена.

В отличие от спелости, возраст рубки выражает не только цель, но и то, что цели потребления сообразованы с условиями и естественными

\* Статья печатается в порядке обсуждения.

средствами лесохозяйственного производства в хозяйственной единице. Поэтому возраст рубки является атрибутом каждого хозяйства лесхоза и индивидуализируется в каждом месте соответственно имеющимся условиям и средствам хозяйства, которые представлены прежде всего лесным фондом. Возраст рубки основывается на спелости и включает ее, так как предполагает рубку насаждений в возрасте спелости, но, с другой стороны, он зависит от состояния лесного фонда в хозяйстве, от того, как насаждения распределены по классам возраста.

Общеизвестно, что хозяйственная цель, определяемая возрастом спелости, может быть реализована в возрасте рубки только при условии, если насаждения распределены более или менее равномерно по классам возраста в пределах возраста рубки. Тогда возраст рубки может точно соответствовать оптимальному возрасту спелости. Если же распределение насаждений отличается неравномерностью, то это будет указывать на то, что в хозяйстве нет соответствия между целью и средствами, вследствие чего возраст рубки не может совпадать с оптимальным возрастом спелости и вынужден от него отклониться в ту или другую сторону.

Так, например, если в хозяйстве нет насаждений V класса возраста или их очень мало, то возраст рубки должен быть ниже 100 лет, как бы тщательно ни был обоснован столетний возраст спелости.

Требование, чтобы возраст рубки не выходил за рамки данной спелости и соответствовал распределению насаждений по классам возраста, подчиняет организацию хозяйства экономической задаче удовлетворения потребностей в древесине требуемых размеров, которые можно получить, если насаждения будут поступать в рубку в возрасте, отвечающем возрасту рубки. Отступления от оптимального возраста спелости возможны и допустимы, но только в тех пределах, в которых находится данная спелость. Выход же за эти пределы будет равносителен отказу от данной цели, а ориентирование хозяйства на другую цель связано с иными возрастными спелостями и рубки.

Количественная и техническая спелость отличается той особенностью, что характеризуется не одним, точно установленным числом лет, а периодом в несколько десятилетий, имеющим верхний и нижний возрастные пределы спелости, между которыми соответствующее место занимает оптимальный возраст спелости. Эти пределы указывают допустимые отступления возраста рубки от оптимального возраста спелости без нарушения цели хозяйства. При наличии в хозяйстве насаждений старших классов возраста имеются все основания к тому, чтобы возраст рубки принять с отступлением от оптимального возраста спелости к верхнему пределу ее; при недостатке же их приходится принимать возраст рубки ниже оптимального возраста спелости.

Лесохозяйственная практика предъясвляет огромное многообразие вариантов действительного распределения насаждений в хозяйстве по классам возраста, которые очень редко повторяются, но в принципе могут быть сведены к трем основным случаям, когда:

- 1) насаждения распределяются в хозяйстве более или менее равномерно в пределах возраста спелости;
- 2) в хозяйстве преобладают насаждения в возрасте спелости и более высокого возраста (спелые и перестойные);
- 3) в хозяйстве недостаточно спелых древостоев и преобладают насаждения предшествующих классов возраста.

Основания для установления возрастов рубки применительно к этим случаям общеизвестны, они изложены в имеющихся учебных пособиях и действующей лесоустроительной инструкции, и ими так или иначе руководствуются в широкой лесоустроительной практике.

Трудности при обосновании возрастов рубки возникают не тогда, когда насаждения распределены относительно равномерно, и даже не тогда, когда насаждений в возрасте спелости в хозяйстве мало и преобладают насаждения предшествующих классов возраста — приспевающие и средневозрастные. В этом случае во избежание совершенного закрытия пользования лесом, впредь до накопления в хозяйстве насаждений оптимального возраста спелости, напрашивается единственно возможное и правильное решение — принять возраст рубки по нижнему пределу спелости. И этот возраст рубки найдет свое обоснование и оправдание, ибо он не порывает связи со спелостью и, что главное, он действительно будет выражать реальный возраст поступающих в рубку насаждений. Единство между возрастом рубки, спелостью и возрастом назначаемых в рубку насаждений будет соблюдено почти такое же, как и при относительно равномерном распределении насаждений с той лишь разницей, что при недостатке в хозяйстве насаждений, соответствующих оптимальному возрасту спелости, возраст рубки будет установлен по нижнему пределу спелости, а при относительно равномерном распределении — по оптимальному возрасту спелости. Несомненно, что это различие будет иметь своим последствием и то, что в первом случае назначаемые в рубку насаждения будут содержать сортименты менее крупных размеров, чем во втором. Но это обстоятельство едва ли может изменить принятое решение, ибо кроме него остается лишь одно — совершенно закрыть пользование на длительное время.

Нельзя сказать, чтобы наше лесоустройство уделяло мало внимания обоснованию возрастов рубки. Ежегодно закладываются сотни пробных площадей, рубятся тысячи модельных деревьев, много затрачивается труда на их обработку, чтобы в конечном итоге определить оптимальные возрасты спелости. И очень часто полученные выводы подтверждают лишь то, что уже ранее было известно, и не вносят ничего нового.

Вместе с тем, по совершенно непонятной причине, игнорируется определение возрастных пределов спелости, вследствие чего отступления от оптимальных возрастов спелости при обосновании возрастов рубки становятся шаткими и лишены доказательств. Этот пробел в практике нашего лесоустройства требует устранения.

### **Возрасты рубки при наличии насаждений высокого возраста**

Вопрос об установлении возраста рубки осложняется, если в хозяйстве преобладают насаждения высоких классов возраста, выходящих за верхние пределы спелости. Не боясь впасть в преувеличение, можно сказать, что подавляющая часть лесов III и II группы зоны хвойных и смешанных лесов характеризуется именно подобным состоянием лесного фонда, в связи с чем затрагиваемый вопрос приобретает тем большее значение. Не видя экономических различий хозяйства, порождаемых наличием насаждений многих и, особенно, высоких классов возраста, лесоустройство поступает по издавна выработанному общему правилу, объединяя все эти насаждения в одно хозяйство, устанавливая общую хозяйственную цель и подчиняя их одному возрасту рубки, основываясь на расчетах спелости. Лесоустройство несколько не смущается тем обстоятельством, что, имея в хозяйстве насаждения от I до VIII классов возраста и принимая возраст рубки 100 лет (V класс), оно реализует в плане рубок не спелый лес, а прежде всего самые старые насаждения, руководствуясь не экономическими требованиями потребления, которые оказываются преданными забвению, а чисто хозяйственными побуждениями о предпочтительности рубки леса более высокого возраста.

Принятые возрасты рубки экономически не выражают характера лесохозяйственного производства в отношении размеров производимой древесины, так как фактический возраст поступающих в рубку насаждений значительно превосходит возрасты рубки и все пределы спелости. Связь возраста рубки с распределением насаждений в хозяйстве, с действительным возрастом поступающих в рубку насаждений и их сортиментной структурой отсутствует, и возраст рубки превращается в фикцию, в излишний придаток, который только дублирует возраст спелости.

Лесоустройству нельзя отказать в благородном стремлении улучшить с течением времени существующее распределение насаждений в хозяйстве и привести его в соответствие с возрастом рубки. Однако пути и средства для достижения этой цели чрезвычайно примитивны и направлены лишь на вырубку всех стоящих на пути и мешающих хозяйству насаждений, старше возраста рубки. Сплошь и рядом этот процесс ликвидации старых насаждений растягивается на 20—30—40 лет. Что же касается требований потребления, то все это длительное время оно вынуждено довольствоваться худшим соотношением сортиментов и их размеров, чем в обещанном возрасте рубки. Таким образом, и потребитель вводится в заблуждение фиктивным возрастом рубки.

Сказанное наглядно иллюстрируется нижеследующим примером хозяйства на сосну в Волжском лесхозе Марийской АССР по данным лесоустройства 1948/49 гг. Это хозяйство имеет насаждений 63 560 га, которые распределяются по классам возраста следующим образом:

Классы возраста	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Итого
Площадь в га	15824	7546	6855	4892	8173	5300	4521	6758	3673	18	63560

В 1926 году оборот рубки был принят 120 лет, последнее лесоустройство снизило возраст рубки до 100 лет. Нетрудно видеть, что ранее имевшееся несоответствие между оборотом рубки и состоянием лесного фонда углубилось с понижением возраста рубки. Для улучшения распределения насаждений в будущем лесоустройство установило рубку в размере 833 га в год, рассчитав, что все ныне спелые и перестойные насаждения будут вырублены в 34 года. Если добавить, что к тому времени ныне припевающие насаждения (IV класс) тоже перейдут за возраст рубки, то можно считать, что в течение всех предстоящих 40 лет в пользование будет поступать лес, перешедший за пределы спелости.

Таким образом, удовлетворение потребности лесом в возрасте рубки отодвигается на десятилетия, до того времени, пока все более старые насаждения не будут вырублены, и путь к насаждениям в возрасте рубки окажется свободным.

Такой порядок использования лесов признается нормальным, научно-обоснованным и освящен практикой многих десятилетий; ведь какие-либо иные решения как будто исключаются?

Мы миримся с несостоятельностью возрастов рубки, с тем, что фактический возраст поступающих в рубку насаждений значительно выше возраста спелости и разделяем оптимистические выводы лесоустройства о том, что через 30—40 лет все придет в норму.

И если, тем не менее, возраст рубки все еще сохраняет свое значение, то только как расчетная основа для вычисления размера пользования лесом, но не как выразитель единства цели и средств лесохозяйственного производства.

Исследования последнего времени в области экономики потребления древесины свидетельствуют о тенденции к потреблению древесины более

тонких размеров, в связи с чем лесная промышленность признает возможным снизить существующие возрасты рубки на один класс.

Для лесных районов, представленных лесным фондом высоких классов возраста, снижение возраста рубки будет означать лишь увеличение пользования и форсированную вырубку фонда старых насаждений, дающих выход крупной древесины. Но стремление рано или поздно привести лесной фонд в соответствие с возрастом рубки, особенно при снижении возраста рубки, сопряжено еще с одним последствием, значение которого недооценивается и упускается из поля зрения. Следствием нерасчетливой вырубки всех насаждений, старше возраста рубки, явится резкое оскудение лесного фонда и низведение хозяйства в нем к уровню одностороннего хозяйства, способного удовлетворять преимущественно узко целевые требования. Лесное хозяйство будет лишено того богатства содержания и потенциальных возможностей, которые таятся в имеющемся разнообразии насаждений по классам возраста, в насаждениях высокого возраста, то есть всего того, что сообщает хозяйству гибкость и маневренность, необходимые для осуществления многообразных задач и требований, которые к лесному хозяйству предъявляются сейчас и могут быть поставлены в будущем.

### Рационализация возрастов рубки

Причины, по которым наше современное лесоустройство оказывается не в состоянии дать сколько-нибудь удовлетворительное решение вопросов организации лесного хозяйства в условиях значительного наличия в лесном фонде насаждений высоких классов возраста, заключаются в явной недооценке различия экономического значения имеющихся насаждений и в несовершенстве методики организационно-технических построений. Для дальнейшего усовершенствования хозяйства в этих условиях, оно должно быть организовано на следующих положениях:

1. Возраст рубки, как выразитель единства цели и естественных средств и условий организуемого хозяйства, должен быть сообразован с состоянием лесного фонда, при котором насаждения в установленном возрасте рубки поступали бы в рубку, даже если в хозяйстве есть насаждения более высоких классов возраста.

2. Соответствие между возрастом рубки и распределением насаждений в хозяйстве должно быть обеспечено сразу, с первого года, а не в перспективе отдаленного будущего, и достигнуто организационными решениями, а не принесением в жертву насаждений высокого возраста.

3. Установленный размер главного пользования реализуется в плане рубок путем назначения в рубку участков в возрасте рубки.

Чтобы претворить эти принципы в организацию лесного хозяйства необходимо прежде всего отказаться от ничем не оправданного объединения в одно целое и подчинения одному возрасту рубки экономически различных категорий насаждений. Действительно, одна часть лесного фонда, представленная насаждениями в пределах возраста рубки, является объектом организации лесохозяйственного производства в соответствии с экономической целью хозяйства, в то время как другая часть, состоящая из насаждений, превосходящих возраст рубки, представляет ранее накопленный запас на корне, который правильнее было бы рассматривать, как резерв хозяйства для обеспечения государственных потребностей в крупной деловой древесине.

Указанное различие обязывает дифференцировать хозяйство соответственно экономическому значению этих двух категорий насаждений и организационно обособить их в два самостоятельных хозяйства. Лесоуст-

ройство при образовании хозяйств исходит из различия хозяйственного значения пород, а в пределах породы, путем горизонтального деления, в ряде случаев дифференцирует хозяйства по производительности объединяемых насаждений. Предлагаемое вертикальное разделение насаждений по признаку резкого хозяйственного различия, обусловленного возрастом их, дополняет первое разделение и приводит к целесообразной дифференциации хозяйств. Соответственно такому разделению к первому хозяйству должны быть отнесены все насаждения с I класса возраста рубки, ко второму — все насаждения старше возраста рубки. Все расчеты в отношении размера пользования, как и составление плана рубки, производятся отдельно по каждому хозяйству. Размер главного пользования для первого хозяйства определяется вычислением лесосек по спелости, возрасту и среднему приросту, причем расчетная лесосека не должна превышать прирост. Для второго хозяйства, объединяющего все насаждения, старше возраста рубки, устанавливается период рубки, в течение которого все эти насаждения должны быть вырублены. Этот период определяется разностью лет между тем высшим возрастным пределом, до которого насаждения могут быть оставлены на корне в здоровом состоянии и без потери технических качеств, и возрастом самых молодых из объединяемых насаждений. Так, если первое хозяйство при возрасте рубки 100 лет объединяет насаждения с I до V класса возраста, а все насаждения с VI класса (с 101 года) и старше образуют второе хозяйство, и если высший возрастной предел придется на VIII класс возраста (160 лет), то период рубки будет равен 60 годам.

Размер рубки в отмеченных возрастных пределах устанавливается на основании вычисления лесосек по спелости и по возрасту.

Насаждения, превышающие по своему возрасту указанный высший возрастной предел, образуют лесосеку по состоянию.

Таким образом, размер пользования для второго хозяйства образуется как сумма двух лесосек, каждая из которых реализуется в плане рубок в соответствующих категориях насаждений.

Рекомендуемые периоды рубки не должны означать, что в течение их все насаждения будут вырублены и хозяйства ликвидированы. Они и в этом случае могут быть рассчитаны на неопределенно длительное время существования, если, по мере рубки, хозяйство периодически будет пополняться насаждениями низшего класса возраста из фонда спелых насаждений первого хозяйства. Из этих соображений потому и целесообразно ограничить средним приростом пользование в первом хозяйстве, чтобы могущий оказаться избыток спелых насаждений явился источником пополнения фонда второго хозяйства.

Обоснование подобного перенесения насаждений из первого хозяйства во второе должно осуществляться периодически повторяющимся лесоустройством.

Предлагаемая дифференциация хозяйств должна устранить возникающие затруднения и недоразумения с возрастными рубками, привести их в соответствие с лесным фондом и способствовать более совершенной организации хозяйства.

При подчинении пользования лесом и воспроизводства его в каждой единице самостоятельным расчетам создаваемое хозяйство сможет лучше и полнее удовлетворять предъявляемые к нему разнообразные требования.



## ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ И СТОИМОСТИ НАЗЕМНОЙ И АВИАЦИОННОЙ ОХРАНЫ ЛЕСОВ ОТ ПОЖАРОВ

Г. А. МОКЕЕВ

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Ленинградский научно-исследовательский институт лесного хозяйства)

Виды, качество и стоимость наземной и авиационной охраны лесов от пожаров различны в зависимости от экспозиции и физико-географических условий охраняемого района.

Наземными методами охраняются различные по размерам площадей лесные обходы. В соответствии с этим, охраной занято различное число людей, различна степень технической вооруженности. Сеть дорог в лесах и сеть пожарных наблюдательных вышек бывают различной густоты; вышки могут быть по-разному оборудованы средствами связи и приборами для обнаружения лесных пожаров, лесная охрана бывает в различной мере снабжена автомашинами, мотоциклами, лошадьми, автоцистернами или мотопомпами. В зависимости от этих факторов изменяется эффективность борьбы с пожарами, а стоимость ее колеблется от копеек до нескольких рублей на 1 га.

Авиационная охрана может заключаться в патрулировании лесов на легких самолетах только для обнаружения пожаров. Патрулирование может проводиться систематически, ежедневно над всей охраняемой территорией; оно может проводиться через день или же эпизодически, по мере надобности. Патрулирование на легких самолетах можно совмещать с высадкой парашютистов-пожарных для мобилизации населения. Наконец, патрулирование может осуществляться полутяжелыми самолетами, сбрасывающими парашютно-пожарные команды для тушения лесных пожаров. В зависимости от вида охраны будет меняться эффективность и стоимость примененных авиационных средств борьбы с лесными пожарами.

При отсутствии развитой сети наблюдательных вышек авиатрулирование экономически целесообразно, ибо строительные работы по сооружению пожарных вышек и проведению телефонных линий трудоемки и дороги, в то время как авиатрулирование может обеспечить получение ежедневных полных сведений о состоянии лесных массивов, а в случае возникновения пожара — точных данных о местонахождении, виде, силе пожара и об окружающей пожар обстановке. При наличии этих данных легко определить, какое количество рабочих необходимо для борьбы с пожаром.

Так как авиатрулирование осуществляется один, самое большее,

два раза в день, то, следовательно, некоторые из возникших пожаров обнаруживаются с запозданием, когда они успевают уже разрастись.

При наблюдении с пожарных наблюдательных вышек, дым пожара обнаруживается сразу же при его появлении над лесом. Это обстоятельство является положительной стороной наблюдения с пожарных вышек, так как быстрота обнаружения и прибытие к месту пожара в кратчайший срок позволяет застать пожар в начальной стадии развития, что является самым важным условием для легкой и быстрой ликвидации его.

Однако при обнаружении пожара с пожарной вышки часто бывает трудно установить точное местонахождение пожара, оценить окружающую его обстановку и определить, какое количество рабочих нужно направить для тушения пожара. Тем не менее, быстрота обнаружения пожаров является настолько важным преимуществом наблюдательных вышек, что этот вид наблюдения за состоянием лесов остается предпочтительным. Учитывая это преимущество, часто идут на удорожание стоимости наблюдения и строительство сети пожарных вышек.

В некоторых республиках и областях, как, например, в Марийской АССР, вошло в практику совмещать наблюдения за лесами с пожарных вышек и авиапатрулирование. Когда с вышки невозможно определить точное местонахождение и получить другие сведения об обнаруженном пожаре, о возникновении пожара немедленно сообщается в авиапатруль, который высылает самолет для детального выяснения всех данных о пожаре. Такое совмещение, при хорошей организации работ, находит все большее признание среди лесных работников.

В обширных и малонаселенных лесных районах, где трудно создать сеть пожарных наблюдательных вышек, авиапатрулирование является наиболее целесообразным и дешевым способом обнаружения лесных пожаров; при этом приходится мириться с тем, что получение сведений о состоянии леса обеспечивается только один раз в день.

Если в лесах имеется густая сеть грунтовых дорог, то наиболее целесообразно организовать тушение пожаров лесными пожарными командами, доставляемыми на автомашинах или, в крайнем случае, конным транспортом. Когда дорог нет, приходится использовать пожарно-десантные команды, выбрасываемые с самолетов или вертолетов.

Авиационные средства значительно сложнее и дороже, но при отсутствии дорог являются единственно возможными.

Определение стоимости годичной охраны одного гектара общей площади лесов затруднено вследствие того, что лесники и объездчики, помимо охраны лесов от пожаров, выполняют многие другие обязанности (отвод лесосек, лесокультурные и лесозащитные работы), поэтому трудно точно учесть, какая часть проработанного ими времени затрачивается на охрану лесов от пожаров. Количество его определяется прежде всего продолжительностью пожароопасного сезона, который может длиться от 80 до 295 дней, в зависимости от пожарного пояса. Напомним, что пожарными поясами акад. И. С. Мелехов называет географические пояса, объединяющие территории с одинаковыми сроками пожароопасных сезонов. Установление пожарных поясов имеет большое научное и практическое значение, так как позволяет на научной основе строить систему охраны лесов Советского Союза, правильно и своевременно районировать наземные и авиационные средства борьбы с лесными пожарами.

Вероятно, не будет большой ошибки, если в среднем на охрану лесов от пожаров будет отнесено 60% стоимости содержания штата лесной охраны.

Ежегодные операционные расходы на противопожарные мероприятия по отчетным данным Министерства лесного хозяйства за 1951 год и по плану 1952 года составляли 10—12% от той части стоимости содержания штата лесной охраны, которая относилась к расходам на охрану лесов от пожаров. Эти расходы должны причисляться к стоимости охраны лесов.

Вычисленная ниже стоимость охраны 1 га лесов от пожаров является только приближенной.

Так как главную часть расходов на охрану лесов составляет содержание штата, то стоимость лесной охраны находится в прямой зависимости от площади лесного обхода, что видно из табл. 1.

Таблица 1

№ п/п.	Наименование главных и областных управлений лесного хозяйства по состоянию на 1 января 1954 года	Площадь в тыс. га	60% содержания штата охраны в млн. руб.	Ежегодные операционные расходы на противопожарные мероприятия в млн. руб. (11% от содержания штата)	Общая стоимость охраны в млн. руб.	Себестоимость охраны 1 га лесов за 1 пожароопасный сезон в руб.	Средняя площ. обхода в тыс. га	Средняя площадь одного лесного пожара в относительных числах
1	Министерство лесн. х-ва Литовской ССР . . . . .	1258,1	5,62	0,618	6,24	4,95	0,5	1
2	Министерство лесн. х-ва Латвийской ССР . . . . .	1809,0	8,34	0,917	9,26	5,11	0,6	1
3	Министерство лесн. х-ва Белорусской ССР . . . . .	5322,0	18,78	2,068	20,85	3,92	0,8	6
4	Министерство лесн. х-ва РСФСР . . . . .	34379,0	91,2	10,03	101,23	2,94	1,3	3
5	Управление лесн. х-ва Кировской области . . . . .	6365,0	6,78	0,746	7,53	1,18	3,0	27
6	Управление лесн. х-ва Пермской области . . . . .	10803,5	6,78	0,746	7,53	0,70	4,5	40
7	Управление лесн. х-ва Свердлов. области . . . . .	13538,2	7,8	0,858	8,658	0,61	6,4	33
8	Главн. управл. лесов Севера и Северо-Запада . . . . .	84476,7	15,0	1,65	16,65	0,20	22,8	30
9	Управление лесн. х-ва Мурманск. области . . . . .	9646,0	0,906	0,0997	1,006	0,10	67,9	37
10	Управление лесн. х-ва Тюменской области . . . . .	72841,7	2,78	0,3058	3,0858	0,42	100,7	37

Из этой таблицы также видно, что при небольших площадях лесных обходов — до 3 тыс. га, — стоимость охраны 1 га лесов превышает 1 рубль и достигает даже 5 и более рублей. При хорошо организованной охране большинство пожаров удается потушить в начальной стадии, когда они распространились на площади не более 1 га и, хотя они возникают часто, только самое незначительное число пожаров охватывает более крупные площади. При увеличении же средних площадей лесных обходов до 10 тыс. га и более, стоимость охраны резко снижается (становится меньше рубля и выражается даже копейками), а ее эффективность становится все ниже, и средние площади, поражаемые пожарами, становятся значительными.

Стоимость патрулирования 1 га лесов Гослесфонда легкими самолетами и, в единичных случаях, самолетами АН-2 (с применением на одной трети оперативных отделений парашютистов-пожарных) приводится в табл. 2.

Таблица 2

Наименование авиабаз	Наименование управления лесного хозяйства	Стоимость в коп.		
		1953 г.	1954 г.	1956 г.
Северная база	Мурманское управление лесного хозяйства . . . . .	—	—	5,25
"	Архангельское управление лесного хозяйства . . . . .	—	—	8,2
"	Управление лесного хозяйства Коми АССР	—	—	4,3
Пермская база	—	—	—	5,9
Центральная база	—	9,14	10,9	—
Уральская база	Тюменское управление лесного хозяйства . . . . .	4,57	6,1	7,1
"	Костромское управл. лесного хозяйства . . . . .	10,78		
Зап.-Сиб. база	Горно-таежная зона . . . . .	—	5,3	5,5—5,8
"	Таежная зона . . . . .	—	6,7	
Красноярская база	—	—	—	5,5—5,8
Иркутская база	Читинское и Бурят-Монгольское управление лесного хозяйства . . . . .	5,44	5,9	
"	Иркутское управление лесного хозяйства . . . . .	6,45		6,6

В эту стоимость авиационной охраны входит, главным образом, только патрулирование лесов и извещение лесной охраны вымпелами о возникающих пожарах. Но на 30% оперативных отделений были парашютисты-пожарные, которые, выполняя в большинстве случаев прыжки к селениям и мобилизуя рабочих, помогали быстро ликвидировать пожары. В 1953 году некоторые оперативные отделения практиковали самостоятельное тушение лесных пожаров; было потушено, например, в Северной базе — 42, в Уральской — 129, Якутской — 22, Центральной — 30 лесных пожаров.

Мы не ошибемся, если будем считать, что стоимость одного патрулирования лесов таежной зоны на легком самолете в среднем удорожает наземную охрану 1 га охраняемой площади на 7 коп. За эту надбавку к стоимости служба охраны лесов получает сведения о возникающих пожарах в тот же день.

Авиатрулирование удорожает наземную охрану в лесхозах со средними площадями лесных обходов до 5 тыс. га не свыше, чем на 10%, а в удаленных районах, имеющих средние площади лесных обходов 10 и более тыс. га, — на 30 и более процентов. Однако для этих районов оно является особенно необходимым.

Представляет интерес сравнить стоимость авиатрулирования со стоимостью наблюдения за лесом с пожарных наблюдательных вышек.

Будем исходить из положения, что при наиболее выгодном расположении вышек и возможном просматривании местности с них на расстояние до 8 км, потребуется на 1 млн. га лесов около 55 вышек. Часть обозреваемой с вышек местности будет перекрываться обзором с других вышек, что позволит засекаать пожары с двух, а иногда и с трех вышек.

Сметная стоимость 38-метровой наблюдательной вышки Е. И. Цицковского равна 10 280 руб. \*, а стоимость 55 вышек выразится в 565 400 руб. Если принять срок службы вышек в 15 лет \*\*, то годовичная амортизация вышек выразится в 37 700 рублей.

Длина телефонных линий, проведенных с наблюдательных вышек в контору лесхоза (с учетом возможности частичного использования государственной телефонной сети), ориентировочно равна 700 км на 1 млн. га, что при установленной стоимости 1000 руб. за 1 км составит сумму в 700 тыс. рублей. Сюда входит стоимость материалов, подвозка телефонной сети и частичная прорубка двухметровых просек.

Расход на оборудование наблюдательных пунктов телефонами выразится в 6435 руб. (55 аппаратов по 117 руб.) Отсюда стоимость телефонной связи равна 706 435 рублей.

Вследствие того, что вышки, в большинстве случаев, ставятся вблизи кордонов и населенных пунктов, использующих телефонную связь круглогодично, на пожарную охрану может быть отнесено около одной трети стоимости, то есть 235 тыс. рублей.

Если принять, что срок службы телефонных столбов около 10 лет, то годовичная амортизация телефонных линий ориентировочно будет равна 23,5 тыс. рублей.

Заработная плата сторожей на пожарных вышках выразится в 86,1 тыс. рублей (300 руб.  $\times$  55 вышек + 4,4% начислений). Общая же стоимость за сезон наблюдения с пожарных вышек на 1 млн. га лесов, с использованием телефонной связи, равна 127,3 тыс. рублей, то есть 14,7 коп. на 1 га. Стоимость же авиатрулирования, — 6 коп. — является в 2,45 раза дешевле.

Однако это снижение стоимости и улучшение осмотра пожаров с летящего низко самолета связано с эпизодичностью наблюдений, что значительно затрудняет обнаружение пожаров.

При хорошей организации непрерывное наблюдение с пожарных вышек дает лучшие результаты, чем авиатрулирование, так как пожары обнаруживаются тотчас, как дым покажется над лесом и огонь еще не успел распространиться на большой площади. Поэтому нельзя в ущерб развитию наземной охраны, без учета условий охраняемого района, пренебрегать ремонтом старых вышек и строительством новых и, соблазняясь заманчивой легкостью организации и дешевизной, прово-

\* Е. И. Цицковский. Наблюдательные пожарные вышки новой конструкции и опыт их строительства в Латвийской ССР. Труды института лесохозяйственных проблем. Изд. Академии наук Латвийской ССР, 1956.

\*\* В Марийской АССР пожарные наблюдательные вышки, постройки 1936 года, после капитального ремонта стоят по настоящее время.

дить авиапатрулирование лесов самолетами в населенных районах с густой сетью дорог.

В малонаселенных северных, и во многих центральных районах СССР, за исключением лесов, примыкающих к железным дорогам, к промышленным и административным центрам, трудно организовать наблюдение с пожарных вышек, и авиапатрулирование здесь является наиболее целесообразным способом обнаружения пожаров.

При авиапатрулировании, проводимом на легких самолетах без парашютистов-пожарных, пожар может быть обнаружен, но активная помощь в тушении не может быть оказана.

Однако принятие мер в этом случае явится более оперативным: лесник, получив на пункте приема донесений вымпел с самолета со сведениями об обнаруженном пожаре, собрав необходимое число рабочих с лопатами и продовольствием, взяв с собой опрыскиватели, отправляется к месту пожара, иногда за два-три десятка километров. Средства борьбы с пожарами остаются по-прежнему примитивными: пожар тушится вручную, путем захлестывания огня ветвями, опрыскивания его водой и устройства заградительной полосы из минерального грунта. Зачастую, пока лесник с рабочими успеет прибыть к месту пожара, его бывает трудно потушить, отчего пожары в удаленных от кордонов и населенных пунктов районах \* могут принять большие размеры.

К тушению лесных пожаров в удаленных и бездорожных районах привлекается парашютно-пожарная служба. Патрулирование лесов производится на самолете АН-2, имеющем на борту команду парашютистов-пожарных. В районе обнаружения пожара высаживаются два и более парашютистов, в зависимости от необходимости. Они тушат пожары в начальной стадии их развития.

Если возникает небольшое число пожаров, то отделения парашютистов-пожарников тушат их самостоятельно; если пожаров возникает много, к тушению пожаров приходится привлекать местное население.

Стоимость работ оперативного отделения с самолетом АН-2 и командой парашютистов-пожарных в 10—12 человек, вооруженных взрывчатыми материалами и химическими веществами, и самостоятельно ликвидирующих лесные пожары в указанном выше объеме, выражается по нашим данным и по калькуляции некоторых авиабаз \* — в 16—18 коп. на 1 га охраняемой в течение пожароопасного сезона площади.

Для удаленных районов общая (вместе с наземной) стоимость охраны 1 га лесов гослесфонда приближенно подсчитана в табл. 3.

Таблица 3

Для районов со средней площадью лесных обходов в тыс. га	Стоимость охраны на 1 га в коп.	Увеличение стоимости в %
10	45 + 17 = 62	37,7
20	22 + 17 = 39	77,2
30	15 + 17 = 32	113
50	11 + 17 = 28	154
100	5 + 17 = 22	340

Из этого видно, что общая стоимость охраны 1 га лесов сильно увеличивается из-за дополнения ее авиационными способами тушения пожаров. Однако большим преимуществом такой охраны является быстрота ликвидации пожаров в удаленных и труднодоступных районах.

В заключение обсудим основные факторы, определяющие стоимость охраны лесов: средние площади пожаров, быстрота тушения пожаров и степень горимости лесов.

В табл. 4 приводятся данные о

\* Пермской, Северной и Западно-Сибирской авиабазам приносим благодарность за присланные сведения о стоимости охраны.

Таблица 4

Применяемые способы борьбы с пожарами	Густота дорожной сети в км на 1 тыс. га	Средн. площадь лесного обхода в тыс. га	Средн. площадь лесного пожара в га	Горимость в %	Быстрота тушения лесных пожаров (% потушенных пожаров)			
					до 3 га	свыше		
						50 га	100 га	1000 га
Наблюдение за лесами ведется наземным путем. Автотранспорт имеется в достаточном количестве. Имеется пож. хим. станция . . . . .	3,6	0,6	0,97	0,06	93	0	0	0
Применяется наблюдение за лесами с пожарных наблюдательных вышек; проводится авианатрулирование на По-2 с одиночными парашютистами. Автотранспорт и противопожарный инвентарь имеется в достаточном количестве . . . . .	3,4	2,1	6,9	0,06	75	0	0	0
Ведется хорошее наблюдение с пож. набл. вышек. Имеется достаточно автомашин, мотоциклов. Имеется пож. хим. станция . . . . .	1,0	8,3	8,6	0,11	63	4	0	0
Наземное наблюдение за лесами и авианатрулиров. применяется плохо. Параш. пожарн. нет. Автотранспорта нет. Большой объем лесозаготовок увеличивает пожарную опасность . . . . .	0,8	7,0	203	1,73	15	47	33	7
Самолет АН-2 с парашютной пожарной командой, вооруженной взрывчатыми материалами и химическими веществами. Автотранспорт есть, горимость умеренная . . . . .	0,2-0,9	30,1	14,2	0,063	42	10	10	0

скорости тушения пожаров и величине горимости лесов при различных способах борьбы с пожарами. Из таблицы видно, что при небольших площадях лесных обходов, до 2 тыс. га, при густоте дорожной сети в лесах более, чем 3 км на 1 тыс. га лесов, и при наличии автотранспорта в лесхозах, подавляющее большинство пожаров тушится в начальной стадии их развития, когда они не превышают 3 га и горимость лесов остается умеренной\*.

При увеличении площадей лесных обходов до 8 тыс. га, при сниже-

\* Мы имеем в виду следующую шкалу горимости лесов:

малая горимость	— за сезон повреждается огнем площадь лесов менее 0,01% общей площади лесов
умеренная горимость	— от 0,01% до 0,09% —»
высокая горимость	— от 0,1% до 0,99% —»
чрезвычайно высокая горимость	— более 1,0% —»

нии густоты дорожной сети до 1 км на 1 тыс. га, но при хорошем наблюдении за лесами с пожарных наблюдательных вышек и наличии хорошего автотранспорта, лесхозы ликвидируют большинство лесных пожаров, когда их площадь еще не превышает 3 га и не допускают высокой степени горимости. На таких же по величине площадях лесных обходов, с такой же густотой дорожной сети, но при большом объеме лесозаготовок, отсутствии хорошего наблюдения за лесами с пожарных наблюдательных вышек, полном отсутствии автотранспорта и слабом авиапатрулировании без парашютистов-пожарных, трудно быстро тушить поздно обнаруживаемые и большие по площади пожары.

При более крупных площадях лесных обходов, в 30 тыс. га, при редкой дорожной сети, но хорошо поставленном авиапатрулировании на самолете АН-2 с командой парашютистов-пожарных, вооруженных взрывчатыми материалами, химическими веществами и самостоятельно ликвидирующими пожары, — большая часть пожаров тушится не успев распространиться по площади свыше 3 га.

Из этого видно, какое большое значение в борьбе с лесными пожарами имеет развитие дорожной сети в лесах и снабжение лесной охраны автотранспортом, а в бездорожных районах — использование авиационных способов тушения лесных пожаров.

---

Поступила в редакцию  
22 ноября 1957 г.



## ОПТИМАЛЬНЫЕ СРОКИ ПОСЕВА СЕМЯН БЕРЕЗЫ БОРОДАВЧАТОЙ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*А. Я. ЛЮБАВСКАЯ*

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Московский лесотехнический институт)

Постановка опытов по изучению оптимальных сроков посева березы в условиях Московской области была вызвана необходимостью выращивания сеянцев из гибридных семян березы. Работа по гибридизации березы была начата кафедрой селекции в 1949 году, под руководством зав. кафедрой академика ВАСХНИЛ А. С. Яблокова.

Произвести скрещивание и получить гибридные семена — это значит заложить фундамент для работы по изменению природы растений в нужном направлении. В дальнейшем, правильным направленным воспитанием молодых гибридных сеянцев надо содействовать лучшему и наиболее полному развитию и закреплению в них полезных для человека наследственных особенностей.

И. В. Мичурин на ряде примеров убедительно показал, что пересушка гибридных семян, хранение их в сухом состоянии продолжительное время, оказывает большое, но чаще отрицательное влияние на формирование наследственных особенностей в молодых гибридных сеянцах. Поэтому он рекомендовал посев семян производить немедленно после снятия урожая.

О времени посева семян березы и влиянии сроков посева на качество сеянцев имеются довольно разноречивые сведения.

В практике разведения березы больше всего известны три срока посева — весенний, летний и осенний.

Сторонники летнего посева И. Поганков и Л. Киреевский, Г. Ф. Морозов и другие считали, что семена, высеянные вскоре после сбора, имеют самую высокую всхожесть и дают поэтому более дружные всходы, а их сеянцы к осени следующего года можно с успехом применять для посадок, тогда как при осеннем и весеннем посевах сеянцы находятся на грядах два года.

Опыты проф. С. А. Самофала (1938) по яровизации березы путем высадки всходов березы летнего (1 августа) посева свежесобранными семенами в открытый грунт для охлаждения в течение зимы показали, что низкие температуры содействуют быстрому росту растений. Расте-

ния летнего срока посева по сравнению с контролем (с растениями весеннего срока посева того же варианта семян без предварительной подготовки) отличались исключительно быстрым ростом. Отдельные березы достигали в двухлетнем возрасте 1 м высоты. В следующие годы рост березы летнего срока посева в опытах С. И. Самофала проявлялся еще в большей степени.

О преимуществе летнего посева березы свежесобранными семенами перед осенним и весенним сроками в районах степной зоны писали И. М. Семенов (1951) и И. М. Сахаров (1951).

Сторонники осеннего срока посева семян: А. Длатовский, М. К. Турский, К. Э. Собеневский, Н. Н. Степанов считали, что сеянцы березы летнего посева в течение оставшейся части вегетационного периода не всегда успевают одревеснеть.

Наставление Главного управления лесоохраны рекомендует производить посев березы летом, после созревания семян, или поздней осенью под снег. Весенний посев рекомендуется производить только после предварительной подготовки семян к посеву.

Отсутствие более определенных сведений о влиянии времени посева семян на качество сеянцев поставило перед нами задачу провести специальные опыты для выяснения влияния сроков посева на грунтовую всхожесть семян и на характер роста растений. В условиях Московской области нами были произведены посевы в три срока:

1. Летний посев свежесобранными семенами (8 августа 1949 года, 30 июля 1950 года, 29 июля 1951 года, 1 августа 1952 года, 30 июля 1953 года и 2 августа 1954 года.)

2. Осенний посев (1 ноября 1949 года и 5 ноября 1950 года).

3. Весенний посев (28 апреля 1950 года и 27 апреля 1951 года).

Обработка почвы и уход за сеянцами во всех случаях производились одинаковыми способами. Гряды для осенних подзимных посевов подготовлялись заранее. Семена всех вариантов после сбора обычно делились на четыре части: одна часть использовалась для изучения качества семян, а три — для посевов в установленные сроки. Семена высевались во всех случаях без предварительной обработки, с известной всхожестью, определенной перед посевом.

Выращивание сеянцев из семян сбора 1949 года производилось на территории Ивантеевского селекционного пункта (ВНИИЛМ) на дерново-сильнопodzолистой суглинистой почве, а из семян сбора 1950 и 1954 годов — на территории питомника кафедры селекции и лесного семеноводства МЛТИ на дерново-среднеpodzолистой суглинистой почве.

Посев семян производился на гряды шириной в 1 м поперечными лентами в 10 см, при расстоянии между ними в 15 см. На размеренную заранее площадь, семена каждого варианта высевались из расчета 10 г на 1 м<sup>2</sup> сплошного посева, то есть на каждую ленту высевался 1 г семян с чешуйками.

Норма высева установлена нами в расчете на высокие показатели технической всхожести семян (всхожесть гибридных семян достигала 96%). Посев производился вручную, в безветренную погоду. На смоченную поверхность почвы семена было легко распределить равномерно.

Посеянные семена слегка присыпались торфяной крошкой. Сверху гряды покрывались мхом (кукушкин лен) слоем в 3—5 см и поливались из расчета 4 л на 1 м<sup>2</sup>. До появления всходов гряды поливались в таком количестве через день. С появлением всходов мох убирался, а гряды покрывались щитами. Для предохранения от чрезмерного высыхания почвы моховую покрывку оставляли в междурядьях. Летом 1951 года в дождливую и пасмурную погоду щиты не применялись.

Для сравнительной характеристики роста сеянцев и саженцев одних и тех же вариантов скрещивания, выращенных в различные сроки посева, была принята единая система обработки материала: высота стебля сеянцев измерялась линейкой с точностью до 0,1 см, диаметр стволиков у корневой шейки определялся при помощи штангенциркуля с точностью до 0,1 мм, площадь листовой поверхности растения определялась с помощью планиметра, вес листьев каждого растения определялся взвешиванием при воздушно-сухом состоянии на технических весах с точностью до 0,01 г.

Извлечение из почвы корневой системы сеянцев производилось отмывом с помощью струи воды. Этот метод был успешно применен С. С. Лисиным при изучении корневой системы сеянцев древесных и кустарниковых пород в черноземной зоне Среднего Поволжья.

Вес корневой системы стебля отдельных растений определялся после высушивания их до воздушно-сухого состояния. Данные всех измерений обрабатывались вариационно, методом сумм.

Приводим характеристику посевов березы, произведенных в различные сроки семенами сбора 1949 и 1950 годов.

Семена, собранные в начале августа 1949 года от различных вариантов перекрестного опыления, свободного опыления и самоопыления, были высеяны в три срока. Первый посев был произведен 8 августа на четырех грядах длиной до 10 м и шириной в 1 м каждая. Было высеяно по вышеописанной технике всего 136 вариантов от различных скрещиваний.

Сравнительную характеристику сеянцев, выращенных из семян березы разных сроков посева, считаем удобнее произвести на двух характерных вариантах:

1. Вариант № 45 — семена березы бородавчатой № 14 от свободного опыления.

2. Вариант № 31 — семена, полученные от внутривидового искусственного опыления женских цветков березы бородавчатой № 14, растущей в Ивантеевском дендрологическом саду, пыльцой березы бородавчатой, растущей в Щелковском лесхозе.

Всходы березы вариантов № 45 и № 31 летнего посева 1949 года появились на восьмой день. На 20-й день был произведен подсчет сеянцев в пересчете на один квадратный метр сплошного посева.

Техническая всхожесть семян варианта № 45 была 45,5%, а варианта № 31 — 96,5%. На 1 м<sup>2</sup> сплошного посева варианта № 45 насчитывалось 602 всхода, а варианта № 31 — 1325 всходов.

Все всходы появились очень дружно и хорошо развивались. К концу вегетационного периода они имели от 3 до 5 листочков и высоту от 2 до 3,5 см. Под снег ушли с неопавшими листьями. Для предохранения от вымерзания, а главное от выжимания поздней осенью и ранней весной, гряды были прикрыты еловым лапником и щитами.

Весной 1950 года сеянцы летнего срока посева, сохранившиеся почти полностью, были освобождены от лапника и щитов. Уход за ними, как и за сеянцами осеннего и весеннего сроков посева, состоял в прополке и затенении в жаркие и солнечные дни. Следует отметить, что сеянцы летнего посева были сильно поражены ржавчиной. На сеянцах осеннего и весеннего сроков посева ржавчина начала появляться в конце августа. Для борьбы с ржавчиной применялось опрыскивание бордосской жидкостью.

Осенний посев тех же вариантов был произведен на двух грядах 1 ноября 1949 года. Посевы были покрыты мхом и щитами. Всходы появились весной 5—7 мая. Отличительной особенностью всходов этого

срока посева является их меньшая грунтовая всхожесть. На 1 м<sup>2</sup> варианта № 45 насчитывалось 343 всхода, а варианта № 31 — 939 всходов. Первый лист появился к 20—25 мая. К этому времени сеянцы летних посевов имели 5—6 листиков и вступили в период сравнительно быстрого роста.

Весенний посев тех же вариантов семян был произведен на трех грядах 20 апреля 1950 года. Гряды поливались систематически через день. Всходы появились 25—27 мая.

Следует отметить, что несмотря на такое медленное прорастание, на 1 м<sup>2</sup> всходов весенних посевов было больше, чем всходов осенних, и незначительно меньше летних посевов. На 1 м<sup>2</sup> посева варианта № 45 насчитывалось 525 всходов, а варианта № 31 — 1145. Техническая всхожесть к моменту посева (на 20/IV 1950 года) семян варианта № 45 была равна 43,5%, а семян варианта № 31 — 91,5%.

Анализ выращенных сеянцев всех трех сортов посева был произведен 20 сентября 1950 года. Сеянцы летнего посева некоторых вариантов от перекрестного опыления между различными видами, а также от опыления смесью пыльцы, имели высоту от 25 до 35 см и диаметр у корневой шейки от 4 до 8 мм. Тех же вариантов сеянцы осеннего посева имели высоту от 3 до 6 см и диаметр у корневой шейки 1—2 мм, а сеянцы весеннего посева были еще меньше. Высота их колебалась от 2,5 до 5 см, а диаметр у корневой шейки — от 0,8 до 1 мм.

Сеянцев летнего посева варианта № 45 оказалось на 20 сентября 1950 года в пересчете на 1 м<sup>2</sup> сплошного посева 380 шт., осеннего — 280 шт. и весеннего — 320 шт., сеянцев варианта № 31, соответственно, насчитывалось 980 шт. летнего посева, 350 шт. — осеннего и 650 шт. весеннего посева.

В табл. 1 приведена характеристика измерений по высоте и диаметру у корневой шейки сеянцев березы бородавчатой, выращенных в различные сроки посева из семян сбора 1949 года (варианты № 45 и № 31).

Таблица 1

Характеристика сеянцев из семян березы бородавчатой № 14 сбора 1949 года, посеянных в различные сроки

Размеры сеянцев	Вариант № 214 (береза бородавчатая № 14, свободная от опыления) посева:			Вариант № 31 (береза бородавчатая № 14 × береза бородавчатая № 2) посева:		
	летний (август) 1949 года	осенний (ноябрь) 1949 года	весенний (апрель) 1950 года	летний (август) 1949 года	осенний (ноябрь) 1949 года	весенний (апрель) 1950 года

## Однолетние сеянцы

Учет 20/IX-50 года

Высота в см . . . . .	11,3±0,5	5,6±0,8	4,2±0,7	22,3±0,9	5,4±0,9	5,4±0,9
Диаметр у корневой шейки в мм . . . . .	3,8±0,5	2,5±0,9	2,1±0,5	6,5±0,5	3,2±0,5	2,4±0,4

## Двухлетние сеянцы

Учет 1/IX-51 года

Высота в см . . . . .	26,6±0,2	18,2±2,2	12,1±2,2	39,9±8,5	25,5±8,5	13,6±1,8
Диаметр у корневой шейки в мм . . . . .	5,8±0,6	3,9±0,6	2,2±0,3	7,5±0,1	4,1±0,6	2,9±0,2

Из табл. 1 видно, что средняя высота однолетних сеянцев летнего посева варианта № 45 в два раза больше средней высоты сеянцев осеннего посева и почти в три раза больше сеянцев весеннего посева.

Средний диаметр сеянцев летнего срока посева был также выше, чем средний диаметр сеянцев осеннего и весеннего посевов того же варианта различных сроков посева.

У однолетних сеянцев варианта № 31 разница в высоте и диаметре была еще больше. Средняя высота сеянцев летнего посева варианта № 31 в четыре раза превосходила среднюю высоту сеянцев осеннего и весеннего посева, а средний диаметр — в два раза.

Анализ роста двухлетних сеянцев различных сроков посева семян этих вариантов показал, что размеры их не выравниваются. Двухлетние сеянцы обоих вариантов летнего посева также превосходят почти в два раза двухлетние сеянцы осеннего и весеннего посевов как по высоте, так и по диаметру у корневой шейки.

### Краткая характеристика посевов березы, произведенных в различные сроки, из семян сбора 1950 года

Для проверки результатов посевов в разные сроки семян березы, собранных в 1949 году, подобные же опыты были заложены повторно из семян березы сбора 1950 года. Методика посева оставалась прежней, но с небольшими дополнениями. Перед посевом почва гряд протравливалась путем полива бордосской жидкостью по 3 л на 1 м<sup>2</sup>. Этим было достигнуто значительное снижение пораженности сеянцев ржавчиной. Прополка и рыхление гряд в течение вегетационного периода проводились четыре раза. Сеянцы притенялись щитами и несколько раз поливались, так как в июне и июле 1951 года была сильная засуха.

Опытные посевы различных сроков семян березы бородавчатой № 16, собранных в 1950 году, показали еще большее преимущество летнего посева перед осенним и весенним. Посев семян сбора 1950 года был произведен 30 июля того же года. На седьмой день появились дружные всходы. К концу вегетационного периода сеянцы имели по 4—5 листочков и высоту от 2 до 3 см. Под прикрытием елового лапника они хорошо сохранились зимой 1950/51 годов.

Осенний посев был произведен 5 ноября 1950 года, всходы появились 10 мая. Весенний посев был произведен 27 апреля 1951 года, всходы появились 28—30 мая. Следует отметить, что весной и летом 1951 года стояла сухая и жаркая погода, что не могло не отразиться на росте растений.

В сентябре 1951 года были произведены сравнительные замеры сеянцев, выращенных из семян сбора 1949 года, высеянных в различные сроки.

Кроме высоты и диаметра у корневой шейки, у них была изучена степень развития листьев и корневой системы.

Для сравнения были взяты два варианта:

1. Сеянцы различных сроков посева варианта № 200 (свободное опыление березы бородавчатой № 16).

2. Сеянцы варианта № 264 (береза бородавчатая № 16 × береза бородавчатая № 28 из Орловской области).

Из табл. 2 видно, что в опытах 1951 года разница между сеянцами одного и того же варианта различных сроков посева достигает еще больших размеров, чем в опытах 1949—1950 годов.

Средняя высота сеянцев летнего посева, выращенных из семян от свободного опыления (вариант № 200) в четыре-пять раз больше сред-

Таблица 2

Характеристика однолетних сеянцев из семян березы бородавчатой  
№ 16 сбора 1950 года, посеянных в различные сроки

Размеры сеянцев	Вариант № 200 (свободное опыление) посевы:			Вариант № 264 (береза бородавчатая Моск. обл. × береза бородавчатая Орловск. обл.) посевы:		
	летний 1950 года	осенний 1950 года	весенний 1951 года	летний 1950 года	осенний 1950 года	весенний 1951 года
Высота стебля в см . . . . .	15,3±1,6	3,5±0,6	2,8±0,4	44,6±0,6	4,6±0,25	3,9±0,2
Диаметр у корневой шейки в мм . . . . .	3,9±0,8	2,1±0,3	1,3±0,2	5,2±2,4	1,1±0,1	0,8±0,4
Общий вес растения в г . . . . .	0,9±0,8	—	—	7,4±2,2	0,42±3,3	0,12±0,1
Общий вес листьев в г . . . . .	0,45±1,2	0,18±0,8	0,12±0,2	2,8±2,8	0,11±1,2	0,09±0,12
Общая площадь листьев в см <sup>2</sup> . . . . .	56,9±4,1	—	—	245,4±4,9	21,8±1,0	6,5±0,3
Средняя площадь 1 листа, в см <sup>2</sup> . . . . .	3,3±2,1	—	—	9,1±1,3	4,30±8,0	1,4±0,4
Количество листьев . . . . .	8,2±0,4	4,2±0,8	2,8±0,8	30,4±0,5	4,1±0,1	4,0±0,2
Длина главного корня в см . . . . .	20,5±1,8	—	—	33,9±3,1	10,8±1,2	19,1±1,0
Длина боковых корней в см . . . . .	65,5±3,8	—	—	467,7±4,3	—	38,4±3,3

ней высоты сеянцев того же варианта осеннего и весеннего посевов; средний диаметр сеянцев у корневой шейки первых превышал в два-три раза средний диаметр последних.

Особенно резко эта разница видна при сравнении сеянцев разных сроков посева, выращенных из гибридных семян варианта № 264. Средняя высота сеянцев летнего посева этого варианта в десять раз больше тех же показателей сеянцев осеннего и весеннего посевов. Отдельные сеянцы летнего посева достигли высоты 52—61,5 см (см. на рис. I, II и III).

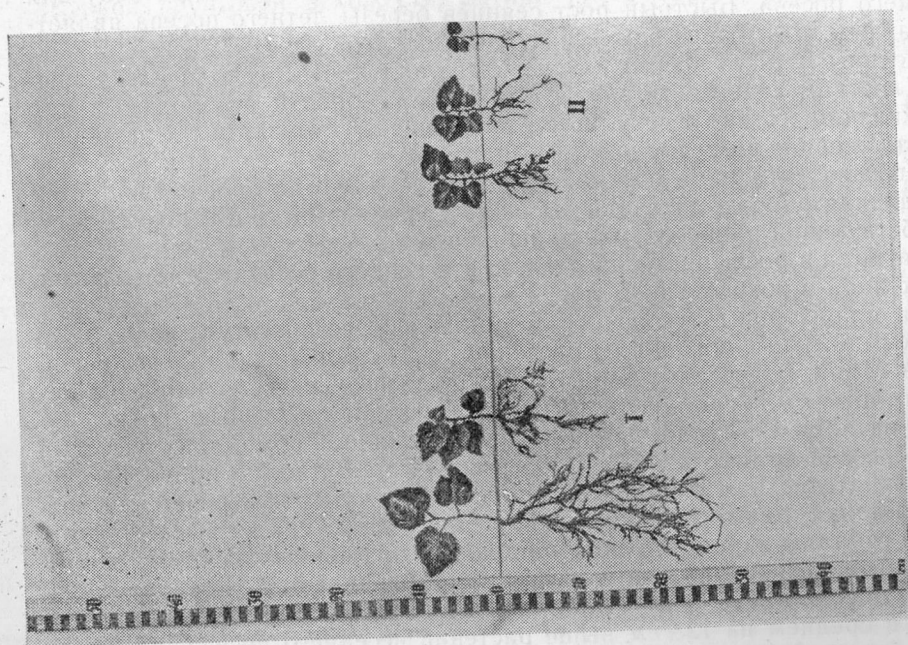
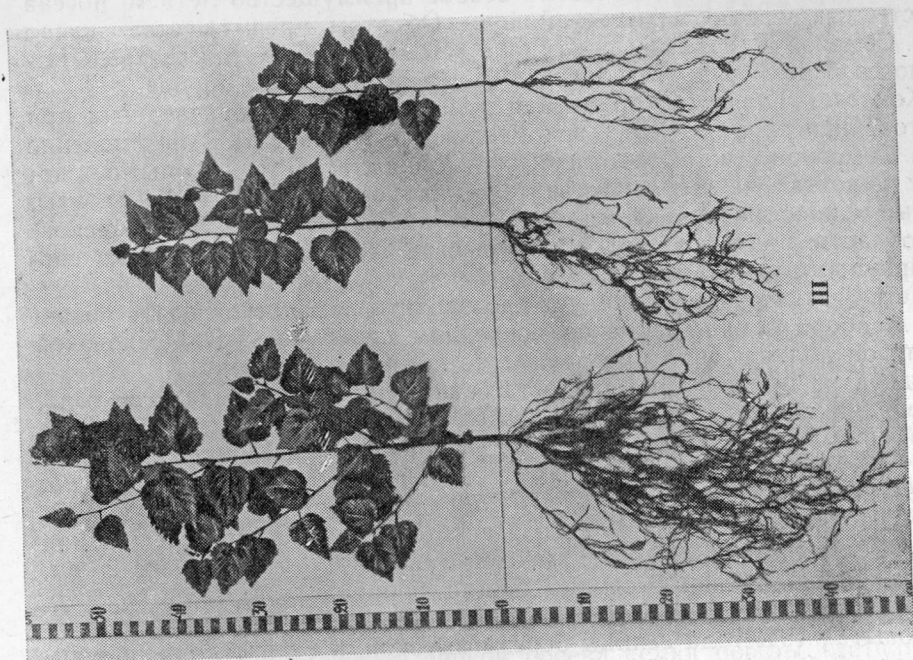
Средний диаметр однолетних сеянцев летнего посева в пять-шесть раз превышал средний диаметр сеянцев осеннего и весеннего посева.

Изучение степени развития корневой системы и листьев показало также резкое преимущество сеянцев летнего посева. Общий средний вес одного растения (вариант № 264) летнего посева равнялся 7,4 г, осеннего — 0,42 г, а весеннего еще меньше — 0,12 г; общий средний вес листьев изменялся соответственно от 2,81 до 0,11 и 0,09 г.

Общая площадь листовой поверхности сеянцев летнего посева более чем в 10 раз выше средних показателей площади листовой поверхности сеянцев осеннего и весеннего посевов. Соответственно в зависимости от сроков посева изменялись средняя площадь и среднее количество листьев одного растения.

Относительно длины главного корня следует сказать, что разница между сеянцами различных сроков посева была выражена менее резко, хотя и достигала больших размеров. Например, длина главного корня сеянцев летнего посева варианта № 264 была больше почти в три раза, чем у сеянцев осеннего и весеннего посева, длина боковых корней и количество корневых окончаний у первых больше (в 8—10 раз) по сравнению с последними.

Проведенный анализ однолетних и двухлетних сеянцев, выращенных из семян сбора 1949 года различных сроков посева, а также однолетних сеянцев из семян сбора 1950 года, показал безусловное преимущество летнего посева свежесобранными семенами перед осенним и весенним посевами в условиях Московской области. Более резкое отличие сеянцев, выращенных из одних и тех же семян, посеянных в различные сроки, в опытах 1950—1951 годов, проведенных в условиях засушливого



Однолетние сеянцы варианта № 264 (береза бородавчатая Московской области, береза бородавчатая Орловской области) от различных сроков + посева семян сбора 1950 года.  
 I — осенний посев (5/XI 1950 г.); II — весенний посев (27/IV 1951 г.) и III — летний посев слежесобранными семенами (30/VII 1950 г.).

вегетационного периода, показало особое преимущество летнего посева для степных и лесостепных районов. Об этом преимуществе писал И. М. Семенов в 1951 году в журнале «Лес и степь» № 3 в статье «Летний посев березы и других древесных и кустарниковых пород».

Коллегия Главного управления полесозащитного лесоразведения при Совете Министров СССР рекомендовала проверить предложение И. М. Семенова в производственных условиях, а также на опытных полевых участках научно-исследовательских учреждений. Наши работы, начатые одновременно с опытами И. М. Семенова (в 1949 г.) в Московской области, подтверждают преимущество лесного посева березы свежесобранными семенами.

Летний посев березы следует производить немедленно после созревания и сбора семян, не давая последним пересыхать. В Московской области он должен быть произведен не позднее 10 августа.

Одной из причин лучшего роста сеянцев летнего посева 1950 года, в сравнении с сеянцами летнего посева 1949 года, надо считать более ранний срок посева первых (почти на 10 дней раньше), произведенного 25 августа 1950 года из гибридных семян березы плосколистной (*Betula platyphylla* S.) и березы высокой (*Betula excelsa* Ait.).

Лучшие сеянцы посева 1950 года некоторых вариантов скрещивания березы плосколистной и березы высокой имели высоту не больше 23 см, в то время как отдельные сеянцы березы бородавчатой, посев которых был произведен на 25 дней раньше, достигли высоты 62,5 см.

В опытах 1949 года сеянцы березы высокой, посеянной одновременно с березой бородавчатой, таких различий между собой не имели.

Летние сроки посева березы позволяют резко сократить расходы на выращивание сеянцев. Кроме того, лесхозы освобождаются от необходимости хранить семена и от расходов на предпосевную подготовку для весеннего посева. Быстрый рост сеянцев березы летнего посева является главным преимуществом его.

Сеянцы летнего посева к концу вегетационного периода следующего за посевом года достигают в Московской области необходимых для высаживания их на лесокультурную площадь стандартных размеров.

Заложенная нами весной 1951 года однолетними сеянцами августовского посева 1949 года опытная культура, анализу которой посвящается специальная работа, показала высокую приживаемость и быстрый рост, способствующий раннему смыканию культур.

Разница в росте растений летнего и весеннего посева остается резко выраженной в возрасте 6—7 лет.

На территории Московского лесотехнического института нами были заложены опытные посадки из растений березы бородавчатой, выращенных из семян, полученных путем внутривидового искусственного опыления, которые были собраны в 1950 году и посеяны в разные сроки.

30 октября 1957 года был произведен сплошной обмер этих растений (110 деревьев летнего посева и 105 весеннего). В табл. 3 приводим результаты статистической обработки способом сумм измерений высоты этих растений, диаметра у корневой шейки и диаметра на высоте груди.

Из таблицы видно, что рост растений, выращенных из семян одного варианта, но разных сроков посева, не выравнивается. Рост растений летнего посева продолжает оставаться более мощным. Растения летнего посева в среднем на 123 см выше растений весеннего посева, на 2,5 см имеют больший диаметр у корневой шейки и на 1,1 см — на высоте груди. Наилучшие растения березы бородавчатой летнего посева имели высоту 510 см при диаметре у корневой шейки 10 см и на высоте груди 7 см. Между тем, наилучшие растения этой же березы весеннего посева имеют



Т а б л и ц а 3

Характеристика семилетних берез, выращенных из сеянцев летнего и весеннего посева семян сбора 1950 года, вариант № 264

Срок посева	Высота в см	Диаметр у корневой шейки в см	Диаметр на высоте груди в см
Летний, 1950 года	360,1±2,0	6,1±0,12	2,5±0,12
Весенний, 1951 года	237,5±2,05	1,5±2,4	1,41±0,4

Примечание: семена получены от опыления подмосковной березы пыльцой березы из Орловской области.

высоту 315 см, диаметр у корневой шейки — 4,5 см и диаметр на высоте груди — 2,5 см.

### ВЫВОДЫ

1. В системе мероприятий по направленному воспитанию, оказывающих положительное влияние на энергию роста сеянцев березы, кроме высокой агротехники выращивания, огромное значение имеют сроки посева.

2. Проведенные нами опыты показывают, что из трех, наиболее распространенных в практике сроков посева семян березы (летний, осенний и весенний), лучшим является летний срок посева свежесобранными семенами. В Московской области летний посев следует производить не позднее 10 августа свежесобранными, не пересохшими семенами. Кроме высокой грунтовой всхожести, летний посев содействует энергичному росту потомства.

3. Сеянцы летнего посева к осени следующего года можно использовать для посадок на лесокультурную площадь, тогда как сеянцы осеннего и весеннего посева должны находиться на посевных грядах два года.

4. Более энергичный рост потомства березы летнего посева по сравнению с потомством березы весеннего посева наблюдается и в культурах.

Поступила в редакцию  
25 ноября 1957 г.

## ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ ПО КАТЕГОРИЯМ РАЗВИТИЯ И РОСТА ДЕРЕВЬЕВ

**М. Д. ДАНИЛОВ**

Профессор

**В. И. ПЧЕЛИН**

Ассистент

(Поволжский лесотехнический институт)

За последние годы разработан и предложен ряд классификаций, на основании которых деревья в лесу разбиваются по категориям или классам, учитывающим их развитие и рост.

В этой связи интересно и практически важно изучить качество древесины деревьев различных категорий (классов) развития и роста; поэтому нами было предпринято исследование физико-механических свойств древесины ели по категориям развития и роста.

Модельные деревья выбирались В. И. Пчелиным в соответствии с классификацией деревьев, разработанной проф. М. Д. Даниловым.

Следует отметить, что в еловом древостое IV класса возраста все категории деревьев выделяются достаточно отчетливо. Наиболее характерными признаками при классификации деревьев в ельниках являются сбежистость ствола, высота первых живых сучьев, протяженность кроны по стволу, развитие и форма кроны и характер коры. Это убедительно подтверждается данными табл. 1.

Таблица 1

Характеристика деревьев по категориям развития  
и роста в ельнике IV класса возраста

Категория деревьев	Диаметр на высоте груди в см	Высота в м	Коэффициент формы ( $q_2$ )	Расстояние до первого живого сучка в м	Протяженность кроны в % от высоты ствола	Средний диаметр кроны в м
Ia	22,50	20,20	0,67	9,95	51,00	3,10
I	28,75	23,50	0,67	10,30	56,00	4,04
II	22,50	22,15	0,71	11,94	46,00	2,99
III	17,18	18,90	0,72	10,90	42,30	2,56

Модельные деревья были взяты на пробной площади, заложенной в Сернурском лесхозе. Возраст древостоя — IV класс, полнота — 0,80, средний диаметр — 21,3 см, средняя высота — 20,7 м, состав — 9ЕI Пихта; тип леса — ельник-зеленомошник.

На пробной площади было срублено 21 модельное дерево: 3 модели Ia категории и по 6 моделей I, II и III категорий. Кряжи для изготовления образцов брались на высоте 1,3—3,1 м. Все испытания производились в соответствии с ГОСТом 6336-52.

Полученные данные, приведенные к 15% влажности, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-механические характеристики древесины ели по категориям развития и роста

Категория деревьев по развитию и росту	Средняя ширина годовичных слоев в мм	Объемный вес в г/см <sup>3</sup>	Предел прочности в кг/см			Удельная работа при ударном изгибе в кг.м/см <sup>3</sup>	Твердость торцовая в кг/см <sup>2</sup>
			сжатие вдоль волокон	статистический изгиб в тангентальной плоскости	скалывание в радиальной плоскости		
Ia. Деревья медленного роста и быстрого развития	1,56	0,428	407	838	63,6	0,185	272
I. Деревья быстрого роста и быстрого развития . . .	1,99	0,426	395	742	62,2	0,167	270
II. Деревья быстрого роста и медленного развития	1,54	0,4 <sup>5</sup>	422	861	64,0	0,208	288
III. Деревья медленного роста и медленного развития	1,19	0,459	424	866	67,0	0,208	278

Данные табл. 2 показывают, что наиболее широкие годовичные слои наблюдаются в стволах быстрорастущих деревьев и, в особенности, у деревьев I категории.

В древостоях ели IV класса возраста наилучшими физико-механическими свойствами обладает древесина ели замедленного развития (II и III категории). Наиболее низкие показатели наблюдаются у деревьев I категории. Следует отметить, что эта закономерность (улучшение физико-механических свойств древесины ели для категорий деревьев с замедленным развитием) была ранее подмечена также и проф. Л. М. Перелыгиным, проводившим изучение физико-механических свойств древесины ели по классам роста и развития (классификации проф. В. Г. Нестерова).

Поступила в редакцию  
23 сентября 1957 г.

## НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗОБНОВЛЕНИИ ЛИСТВЕННИЦЫ В СЕВЕРНЫХ РАЙОНАХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Э. Н. ФАЛАЛЕЕВ

Ст. преподаватель

(Сибирский лесотехнический институт)

Леса с преобладанием лиственницы сибирской в бассейнах рек Ангары, Подкаменной и Нижней Тунгусок занимают площади, исчисляемые миллионами гектаров.

Как показали наши исследования, проводившиеся в Северо-Енисейском лесхозе, для северных лиственничников характерен второй ярус из березы и темнохвойных пород — кедра, ели, иногда пихты. Густой второй ярус и развитый травянисто-кустарничковый покров затрудняют возобновление светолюбивой лиственницы под материнским пологом. Подрост ее встречается здесь в ограниченном количестве и из-за недостаточной освещенности находится в угнетенном состоянии.

После низовых пожаров, охватывающих в засушливые годы большие пространства лиственничников, наблюдается интенсивное отмирание ели, кедра, пихты и березы, которые обладают сравнительно тонкой корой, неглубокой корневой системой и значительно меньшей высотой, чем лиственница, растущая в первом ярусе. Последняя мало чувствительна к воздействию огня, так как надежно защищена в комлевой части толстой (от 8—10 см) и плотной корой. Помимо изреживания древесного полога, пожары разрушают живой напочвенный покров, в результате чего в горевших насаждениях спустя два-три года в массе появляется подрост лиственницы.

Лиственничные леса северных районов Красноярского края в сколько-нибудь значительных количествах начали эксплуатироваться лишь в последнее время. Большие вырубki лиственничников имеются в бассейнах Подкаменной Тунгуски и Большого Пита. Восстановление леса в большинстве случаев на этих вырубках происходит со сменой пород даже при ширине лесосек около 100 м. После сплошной рубки лиственничных древостоев береза, обычная во втором ярусе, дает обильную поросль. Самосев лиственницы из-за быстрого задернения почвы и разрастания яруса кустарников чаще всего появляется в небольшом количестве (см. табл.).

Иная картина наблюдается там, где живой напочвенный покров на-

рушен лесными пожарами или выбит скотом. В этом случае при наличии источников семян на гектаре насчитывается до 5000—7000 экземпляров лиственницы.

Массовое появление лиственничного молодняка как под пологом леса, так и на вырубленных площадях после сплошного прожигания лесной подстилки позволяет рекомендовать эту меру для содействия естественному возобновлению.

#### Лесовозобновление лиственничных вырубок в Северо-Енисейском лесхозе

Возраст лесосеки	Количество подроста и самосева по породам (в тыс. экз. на 1 га)								Примечание
	лиственницы		других хвойных		березы и осины		всего		
	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	

#### Вырубки лиственничника - брусничника

8	0,5	0,6	0,4	0,8	0,6	2,4	1,5	3,8	Размер лесосеки 1200× ×1000 м. Семенники Л и С вывалены ветром Размер лесосеки 500× ×300. Оставлен недо- руб Л и С 20 м <sup>3</sup> на 1 га Северная часть той же вырубки, 8—9 лет назад пройденная низовым по- жаром
13	0,1	0,3	0,2	0,5	0,2	9,2	0,5	9,7	
13	—	4,7	0,3	1,1	0,1	2,2	0,4	8,0	

#### Вырубки лиственничника разнотравного

4	0,2	—	0,7	0,2	0,7	1,5	1,6	1,7	Размер вырубки 300× ×100 м. Оставлен недо- руб Л и С 50 м <sup>3</sup> на- 1 га Размер лесосеки 2000× ×2000 м. Оставлены кур- тины Л 30 м <sup>3</sup> на 1 га. По лесосеке 3—4 года назад прошел пожар Размер лесосеки 300× 200 м. Оставлены кур- тины Л с примесью С 30 м <sup>3</sup> на 1 га. На вы- рубке пасется скот.
12	0,1	6,7	—	1,2	0,3	0,7	0,4	8,6	
Около 14	0,5	4,8	0,8	0,5	0,5	0,8	1,8	6,1	

Примечание: А — подрост, возникший до рубки древостоя; Б — самосев, появившийся на вырубке.

Целесообразность очистки мест рубок сплошным выжиганием в лесах из лиственницы даурской на Дальнем Востоке подтверждается наблюдениями А. Я. Орлова (1955). Очистка лесосек этим способом наиболее полно отвечает биологическим особенностям лиственницы сибирской, широкое распространение которой В. Б. Сочава (1956) связывает почти исключительно с лесными пожарами.

Внедрению в широкую лесохозяйственную практику очистки лесосек сплошным выжиганием должны предшествовать опыты в производственных масштабах, при этом необходимо согласовать сроки сжигания с временем созревания и выпадения семян. Необходимо также разработать систему противопожарных мероприятий, исключающих возмож-

ность возникновения лесных пожаров при очистке лесосек сплошным палом.

Вблизи населенных пунктов на вырубках лиственничников с хорошо выраженным травяным покровом для содействия естественному возобновлению можно использовать умеренный выпас скота.

#### ЛИТЕРАТУРА

Орлов А. Я. Хвойные леса Амгунь-Бурейского междуречья. Изд. АН СССР, М., 1955. Сочава В. Б. Лиственничные леса, т. I — Растительный покров СССР, М.-Л., 1956.

---

Поступила в редакцию  
1 ноября 1957 г.

## ВЛИЯНИЕ ТИПОВ ЛЕСА НА ТЕРМИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ДРЕВЕСИНЫ ЯСЕНЯ ОБЫКНОВЕННОГО

**В. Н. ПРАВДИН**

Доцент, кандидат технических наук

**А. М. КРАСНИТСКИЙ**

Инженер лесного хозяйства

**Л. Ф. ЯНИН**

Инженер-механик

(Воронежский лесотехнический институт)

Термические коэффициенты материалов играют важную роль в промышленности. Это относится и к древесине. Знание ее теплопроводности и теплоемкости дает возможность производить тепловые расчеты деревянных конструкций, определять время, необходимое для нагрева деталей из древесины, древесного сырья и т. д.

Помимо этого, изучение термических коэффициентов древесины представляет интерес при рассмотрении вопросов теплообмена растущего дерева с окружающей средой.

Просмотр литературы, имеющейся в виде справочников и отдельных работ, свидетельствует об ограниченности сведений по тепловым свойствам древесины различных пород. Лучше изучена в этом отношении древесина сосны, ели и дуба. Однако в большинстве работ, посвященных определению термических коэффициентов этих пород, отсутствуют сведения о температуре, при которой проводились испытания и о влажности образцов древесины, что ограничивает возможность использования опытных данных для сравнительных анализов и практического применения. Наиболее методически выдержаны работы Г. М. Кондратьева (1954) и М. П. Емченко (1955).

Общей чертой работ, посвященных изучению термических коэффициентов древесины, является полное отсутствие сведений о происхождении взятой для анализа древесины. Надо полагать, что это был случайный, непаспортизованный материал. Естественно, что исследования, проводившиеся не лесоводами, не затрагивали чисто лесоводственных признаков, какими являются условия произрастания и др.

Изложенное дает достаточные основания для предварительного сообщения о результатах работы по изучению термических коэффициентов древесины ясеня обыкновенного, взятой из различных типов леса.

При определении тепловых коэффициентов древесины ясеня нами были взяты образцы от деревьев I класса роста. Местонахождение пробных площадей, характер почвенно-грунтовых условий, типы леса, происхождение, возраст деревьев, их высота и диаметр иллюстрируются табл. 1.

Таблица 1

Область, лесхоз	Тип леса	Происхождение деревьев	Характеристика модельных деревьев		
			возраст (лет)	высота (в м)	диаметр на высоте 1,3 м (в см)
Балашовская, Теллермановский	Дубрава на темно-сером суглинке	Семенное	91	25,9	28,5
		Порослевое	91	25,1	27,1
Воронежская, Ново-Усманский	Дубрава на солонцеватом суглинке	Семенное	87	23,5	26,8
		Пойменная дубрава	79	25,5	47,5
Белгородская, Алексеевский	Ясень на мелах	..	87	23,8	30,2

Модельные деревья, срубленные в июле — августе 1955 года, охватывают крайние почвенные экотипы ясеня: ясень нагорный на темно-серых суглинках, ясень на солонцеватом суглинке, ясень в пойме на аллювии и ясень на перегнойно-карбонатной почве, подстилаемой мелом. Образцы древесины во всех случаях брались отдельно из ядра и заболони на высоте ствола 1,3 м от шейки корня. У пойменного ясеня термические коэффициенты определялись в зависимости от высоты ствола: на высоте 1,3 м от шейки корня, на середине ствола и под живой кроной.

Тепловые свойства древесины ясеня устанавливались методами, основанными на теории теплового регулярного режима Г. М. Кондратьева. В соответствии с этим определялись:

1) коэффициент температуропроводности перпендикулярно к годичным кольцам —  $a_{\perp}$ ;

2) коэффициент температуропроводности по касательной к годичным кольцам —  $a_t$ ;

3) коэффициент температуропроводности вдоль оси ствола (волокон) —  $a_{\parallel}$ ;

Теплоемкость определена нами по методу ламбдакалориметра, а теплопроводность — расчетным путем, по формулам:

$$a_{\perp} = \frac{\lambda_{\perp}}{c\gamma}; \quad a_t = \frac{\lambda_t}{c\gamma}; \quad a_{\parallel} = \frac{\lambda_{\parallel}}{c\gamma},$$

где  $\lambda$  — теплопроводность;

$c$  — теплоемкость;

$\gamma$  — объемный вес.

При выполнении экспериментальной части использовались латунный водяной термостат объемом 20 л, снабженный мешалкой пропеллерного типа, дававший возможность осуществлять  $\alpha = \infty$  на поверхности помещенного в воду образца; камера спокойного воздуха, объемом в 105 л, обеспечивающая  $\alpha \neq \infty$ . В качестве измерителя разности температур, применялась дифференциальная медно-константановая термопара, соединенная с зеркальным гальванометром типа ППЗ-47, чувствительно-



стью в  $10^{-9}$  ат. Отсчет времени производился секундомером СМ-60 с ценой деления 0,1 сек.

Для защиты образца древесины от проникновения влаги мы отказались от металлической оболочки, заменив ее покрытием влагонепроницаемым лаком.

При заложении термопары в высверленное отверстие образца обеспечивалась надлежащая плотность соединения. Диаметр трубочки термопары составлял 4 мм, а диаметр проводников термопары 0,2 мм. Провода термопары должным образом были изолированы от окружающей среды и друг от друга.

Объемный вес, влажность, число годичных слоев в 1 см и процент поздней древесины определены принятыми в древесиноведении методами. Сосудистая пористость и пористость волокна либриформа характеризуется данными средне-расчетного годичного слоя, определенными линейным методом на микрофотографиях.

### Результаты исследования

В табл. 2 представлены термические коэффициенты древесины ясеня, взятой из различных условий произрастания, отдельно по ядру и заболони.

Теплоемкость древесины ясеня по нашим измерениям равна  $0,52 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$  и одинакова для заболони и ядра и разных условий произрастания\*. Наоборот, на температуропроводности и теплопроводности ясеня заметно влияние условий произрастания. У ясеня на мелах температуропроводность древесины в радиальном направлении оказалась наименьшей, и напротив, наибольшей в тангентальном направлении и вдоль волокон. Наибольшей температуропроводностью в радиальном направлении обладает древесина заболони ясеня на солонцеватых почвах и наоборот, в тангентальном направлении и вдоль волокон ее температуропроводность близка к минимальной. Температуропроводность ядра ясеня на темно-серых суглинках в тангентальном направлении и вдоль волокон самая низкая, и самая высокая — в радиальном направлении.

Полная аналогия наблюдается в теплопроводности древесины ясеня по типам леса.

Из анализа итоговых данных (табл. 2) следует, что температуропроводность заболони на 8—23% ниже, чем ядра. Это явление, на наш взгляд, не случайно: заболонь дерева, видимо, способна в известной мере сглаживать резкие температурные колебания атмосферы\*\*. Конечно, наши выводы из наблюдений, проведенных на «мертвых» кусках дерева, не могут вполне относиться к растущему дереву, но различие в температуропроводности заболони и ядра и здесь проявляется со всей очевидностью.

Различными оказались тепло- и температуросвойства древесины ясеня семенного и порослевого происхождения. Заболонь ясеня порослевого происхождения отличается повышенной температуропроводностью в радиальном направлении. Теплопроводность заболони порослевого ясеня во всех направлениях и температуропроводность в тангентальном

\* Отсутствие зависимости удельной теплоемкости от объемного веса показано М. П. Емченко.

\*\* П. И. Петров (1955) в своих исследованиях наблюдал отсутствие резких суточных колебаний температуры в стволах растущих деревьев уже на глубине  $\frac{1}{4}$  их диаметра.

Таблица 2

Тип леса и происхождение деревьев	Термические коэффициенты						
	теплоем- кость ккал кг.град	температуропровод- ность м <sup>2</sup> /час 10 <sup>-4</sup>			теплопроводность ккал м · час · град		
		a <sub>⊥</sub>	a <sub>t</sub>	a <sub>  </sub>	λ <sub>⊥</sub>	λ <sub>t</sub>	λ <sub>  </sub>
<b>Заболонь</b>							
Ясень на темно-сером суглинке, семенной . . . . .	0,52	3,05 100	5,27 100	12,10 100	0,112 100	0,196 100	0,445 100
То же порослевой . . . . .	0,52	3,74 125,0	4,97 75,3	9,15 75,6	0,118 84,3	0,158 80,7	0,290 65,2
Ясень на солонцеватом суглинке, семенной . . . . .	0,52	3,50 114,7	5,05 95,8	10,0 82,7	0,115 82,2	0,166 84,8	0,330 74,2
Ясень на мелах, семенной . . . . .	0,52	2,56 84,0	5,90 111,5	13,0 107,3	0,100 71,5	2,30 117,3	0,510 114,6
Ясень в пойме, семенной . . . . .	0,52	3,16 107,0	5,17 98,2	11,5 95,0	0,114 81,5	0,186 95,0	0,415 93,3
<b>Ядро</b>							
Ясень на темно-сером суглинке, семенной . . . . .	0,52	4,00 100	5,05 100	9,30 100	0,140 100	0,177 100	0,325 100
То же, порослевой . . . . .	0,52	3,30 82,5	6,00 118,7	14,10 151,6	0,128 91,5	0,232 131,0	0,549 169,0
Ясень на солонцеватом суглинке, семенной . . . . .	0,52	3,78 94,5	5,17 102,2	12,0 129,0	0,137 98,0	0,188 106,1	0,435 133,8
Ясень на мелах, семенной . . . . .	0,52	2,58 64,5	7,00 138,5	15,5 166,7	0,109 78,0	0,295 166,5	0,650 200,0
Ясень в пойме, семенной . . . . .	0,52	3,60 70,7	5,40 107,0	13,20 142,0	0,133 95,0	0,200 113,0	0,495 152,2
Заболонь (средние арифметические)	0,52	3,20 100	5,27 100	11,15 100	0,112 100	0,187 100	0,398 100
Ядро (средние арифметические)	0,52	3,45 107,8	5,72 108,5	12,82 114,8	0,129 116,0	0,218 116,5	0,491 123,3

Примечание. В знаменателе даны значения термических коэффициентов в процентах к их величине для ясеня семенного происхождения на темно-сером суглинке. В последней строке коэффициенты для ядра показаны в процентах к коэффициентам для заболони, принятым за 100.

направлении и вдоль волокон ниже, чем у ясеня семенного происхождения. Температуропроводность древесины ядра (за исключением радиального направления) и теплопроводность во всех направлениях у ясеня семенного происхождения ниже, чем у порослевого.

Из сказанного видно, что условия произрастания и происхождения дерева оказывают влияние на температуро- и теплопроводность древесины ясеня. Заболонь дерева, по сравнению с ядром, отличается меньшей теплопроводностью по всем трем направлениям.

Своеобразные закономерности наблюдаются в изменении термических коэффициентов по высоте ствола, о чем можно судить по данным табл. 3 (ясень из поймы при температуре 16° С и влажности 10 %).

В радиальном направлении температуропроводность и теплопроводность древесины ядра и заболони ниже, чем в тангентальном направлении и вдоль волокон. С высотой ствола тепло- и температуропроводность в радиальном направлении понижаются, а вдоль волокон и в тангентальном направлении отмечается их повышение.

Таблица 3

Высота взятия образца	Термические коэффициенты						
	теплоем- кость $\frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{град.}}$	температуропровод- ность $\frac{\text{м}^2}{\text{час}} 10^{-4}$			теплопроводность $\frac{\text{ккал}}{\text{м} \cdot \text{час} \cdot \text{град.}}$		
		$a_{\perp}$	$a_t$	$a_{\parallel}$	$\lambda_{\perp}$	$\lambda_t$	$\lambda_{\parallel}$
Заболонь							
1,3 м от шейки корня . . . . .	0,50—052	3,16	5,17	11,50	0,114	0,186	0,415
		$\frac{100}{3,10}$	$\frac{100}{6,60}$	$\frac{100}{11,60}$	$\frac{100}{0,112}$	$\frac{100}{0,240}$	$\frac{100}{0,425}$
Середина ствола . . . . .		98,2	127,5	100,8	98,3	129,0	102,3
Под живой кроной . . . . .	"	2,90	6,75	13,25	0,110	0,252	0,495
	"	$\frac{91,8}{91,8}$	$\frac{130,4}{130,4}$	$\frac{115,2}{115,2}$	$\frac{96,6}{96,6}$	$\frac{135,3}{135,3}$	$\frac{119,5}{119,5}$
Ядро							
1,3 м от шейки корня . . . . .	"	3,60	5,40	13,20	0,133	0,200	0,495
	"	$\frac{100,0}{100,0}$	$\frac{100,0}{100,0}$	$\frac{100,0}{100,0}$	$\frac{100,0}{100,0}$	$\frac{100,0}{100,0}$	$\frac{100,0}{100,0}$
Середина ствола . . . . .	"	3,22	7,15	13,60	0,122	0,272	0,518
	"	$\frac{89,5}{89,5}$	$\frac{131,1}{131,1}$	$\frac{103,0}{103,0}$	$\frac{91,8}{91,8}$	$\frac{136,0}{136,0}$	$\frac{104,6}{104,6}$
Под живой кроной . . . . .	"	3,90	7,40	14,40	0,118	0,290	0,565
	"	$\frac{83,3}{83,3}$	$\frac{137,0}{137,0}$	$\frac{109,0}{109,0}$	$\frac{88,8}{88,8}$	$\frac{145,0}{145,0}$	$\frac{114,0}{114,0}$

Таблица 4

Статистические величины	Термические коэффициенты					
	Температуропроводность в $\frac{\text{м}^2}{\text{час}} 10^{-4}$			Теплопроводность в $\frac{\text{ккал}}{\text{м} \cdot \text{час} \cdot \text{град.}}$		
	$a_{\perp}$	$a_t$	$a_{\parallel}$	$\lambda_{\perp}$	$\lambda_t$	$\lambda_{\parallel}$
Показатели вариационного ряда						
$n$	14	14	14	14	14	14
$m_{cp}$	3,26	5,97	12,36	0,119	0,221	0,448
$\pm \sigma$	0,31	0,60	1,80	0,011	0,041	0,087
$\pm m$	0,09	0,16	0,48	0,003	0,011	0,024
$V\%$	9,5	10,0	14,5	9,2	18,6	19,4
$p\%$	2,8	2,7	4,0	2,5	4,9	5,3

Достоверность  
различия

$a_{\perp}$ и $a_t$	15,0 > 3,6
$a_{\perp}$ и $a_{\parallel}$	19,0 > 3,6
$a_t$ и $a_{\parallel}$	12,8 > 3,6
$a_{\perp}$ и $\lambda_t$	8,5 > 3,6
$\lambda_{\perp}$ и $\lambda_{\parallel}$	13,7 > 3,6
$\lambda_t$ и $\lambda_{\parallel}$	8,7 > 3,6

В результате такой закономерности резкое изменение в суточном ходе температур, более резко выражающиеся под живой кроной дерева, могут в известной степени сглаживаться в стволе растущего дерева, благодаря пониженной проводимости тепла \* в радиальном направле-

\* На различный тепловой режим нижней и верхней части ствола ели указывается в работе П. И. Петрова.

нии \*. Теплопроводность вдоль волокон и в тангентальном направлении не может играть такой большой роли в теплообмене дерева с атмосферой, поскольку эти пути в стволе дерева имеют большие линейные размеры.

В целях выяснения теплопроводной анизотропии древесины ясеня обыкновенного, мы обработали наши цифровые данные методом вариационной статистики. Материалы этой обработки помещены в табл. 4 (температура опыта 16° С, влажность 10%).

Из табл. 4 видно, что температура- и теплопроводность древесины ясеня существенно различаются в зависимости от направления. Наибольшая скорость распространения тепловой энергии наблюдается вдоль волокон, а наименьшая — в радиальном направлении, перпендикулярно годичным слоям.

Анизотропия подобного характера в тепловых свойствах древесины отражает, на наш взгляд, приспособленность деревьев противостоять резким, крайне неблагоприятным для растений изменениям температуры атмосферы, путем их сглаживания \*.

У изотропных тел тепловые изменения быстрее всего достигают данной точки по кратчайшему расстоянию. Живое дерево воспринимает тепловые воздействия атмосферы всей поверхностью ствола, радиус которого является кратчайшим расстоянием на пути выравнивания температуры среды и дерева. Именно поэтому в радиальном направлении наблюдается пониженная способность древесины проводить тепло, что немало способствует более плавным изменениям температуры стволов деревьев по сравнению с изменениями температуры окружающей их атмосферы. Таким образом, ствол дерева представляет собой сооружение, весьма целесообразно приспособленное к теплообмену с окружающей средой.

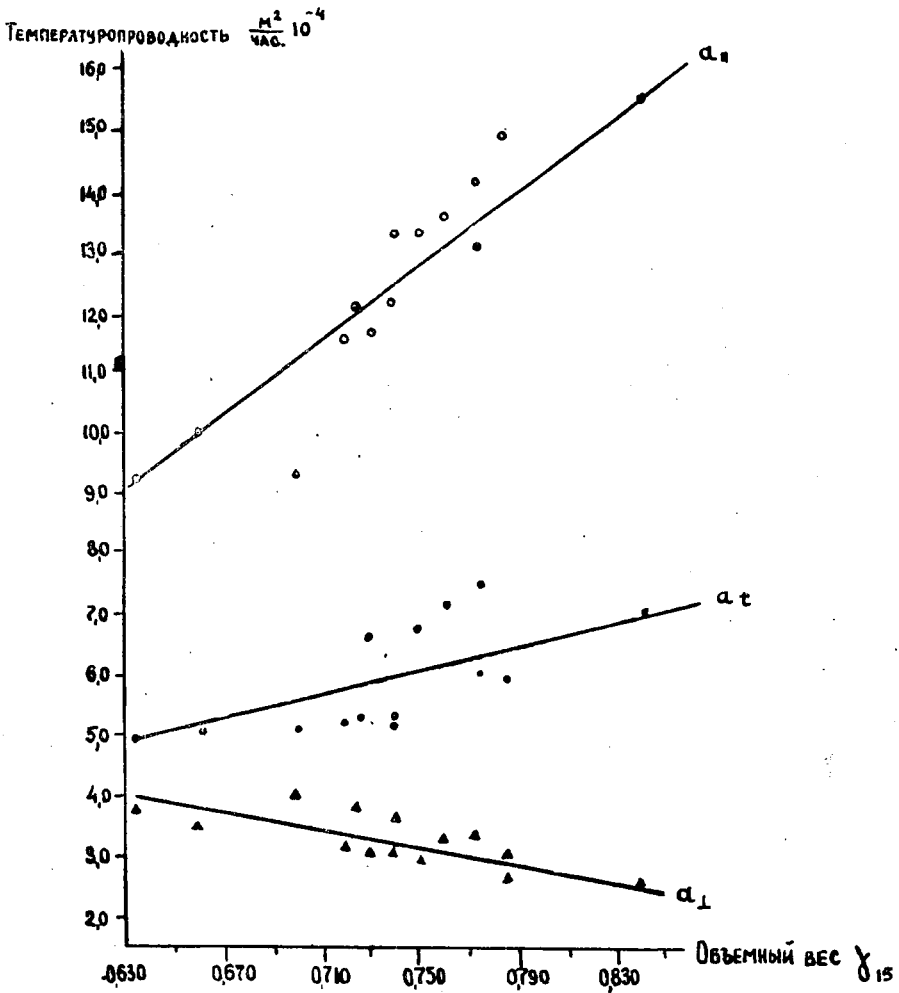
Надо полагать, что рассмотренные нами термические коэффициенты древесины обусловлены ее строением и объемным весом.

Поэтому в табл. 5 делается попытка проанализировать, в какой мере на термические коэффициенты влияет ширина годичных слоев, процент поздней древесины и пористость тканей.

Таблица 5

Макро- и микроанатомические элементы		Условия произрастания				
		ясень на темно-сером суглинке, семенной	ясень на темно-сером суглинке, порослевой	ясень на солончеватом суглинке, семенной	ясень на мелах, семенной	ясень в пойме, семенной
Число годичных слоев в 1 см	Заболонь . . .	6,0	5,5	6,7	8,0	5,9
	Ядро . . . . .	3,8	5,2	6,3	6,1	4,3
Процент поздней древесины	Заболонь . . .	57,5	46,3	52,3	67,8	54,3
	Ядро . . . . .	58,5	49,7	62,7	57,4	57,6
Пористость сосудистая в %	Заболонь . . .	34,3	37,9	34,5	34,8	35,1
	Ядро . . . . .	32,1	32,4	24,3	31,7	28,8
Пористость волокон либриформа в %	Заболонь . . .	71,1	78,4	70,7	69,0	78,3
	Ядро . . . . .	71,3	67,8	65,9	56,1	72,8

\* Свойствами теплопроводности древесины объясняет П. И. Петров: температурный режим растущих деревьев.



Зависимость температуропроводности древесины ясеня от объемного веса.

- $a_{\parallel}$  — температуропроводность вдоль волокон;  
 $a_t$  — температуропроводность в тангентальном направлении;  
 $a_{\perp}$  — температуропроводность в радиальном направлении.

Сопоставив данные табл. 5 и 2, видим, что чем шире годовичные слои, чем больше процент поздней древесины, чем меньше сосудистая пористость и пористость волокон либриформа, тем выше тепло- и температуропроводность древесины.

Для суждения о влиянии объемного веса на термические коэффициенты приводится график.

Из графика видно, что объемный вес оказывает прямое влияние на коэффициент температуропроводности, причем это влияние различно в зависимости от направления. С увеличением объемного веса температуропроводность в радиальном направлении понижается, а вдоль волокон и в тангентальном направлении — повышается. В подобной же зависимости от объемного веса находится и теплопроводность, так как она рассчитывается на основании температуропроводности.

\* \* \*

В наших наблюдениях использовано недостаточное число модельных деревьев, чтобы характеризовать древесину ясеня из определенных условий произрастания конкретными величинами термических коэффициентов. Однако изложенное дает нам основание сделать некоторые обобщения.

1. Температуро- и теплопроводность древесины ясеня находятся в зависимости от условий произрастания и происхождения дерева.

2. Тепло- и температуропроводность заболони ясеня на 8—23% меньше, чем у ядра. Температуро- и теплопроводность в радиальном направлении достоверно ниже, чем вдоль волокон и в тангентальном направлении.

3. Чем шире годовичные слои, чем больше процент поздней древесины, чем меньше сосудистая пористость и пористость волокон либриформы, тем выше температуро- и теплопроводность древесины ясеня.

4. У древесины ясеня, выросшего в условиях поймы на аллювиальном суглинке, выше по стволу наблюдается понижение тепло- и температуропроводности в радиальном направлении на 3—17%, и повышение их вдоль волокон и в тангентальном направлении на 9—37% по сравнению с коэффициентом для высоты 1,3 м от шейки корня.

5. Температуро- и теплопроводность древесины ясеня находятся в прямой зависимости от объемного веса. С увеличением объемного веса происходит уменьшение температуропроводности древесины ясеня в радиальном направлении и повышение ее вдоль волокон и в тангентальном направлении.

Рассмотрение теплопроводности и температуропроводности по трем главным сечениям заболони ядра, а так же по высоте дерева, позволяет видеть в стволе дерева конструкцию весьма совершенную в теплотехническом отношении.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Кондратьев Г. М. Регулярный тепловой режим. Гослесбумсбыт, 1954.  
Емченко М. П. Термические коэффициенты древесины. Диссертация, 1955.  
Петров П. И. О температурном режиме древесных стволов. «Ботанический журнал», т. 4, 1955.

Поступила в редакцию  
12 октября 1957 г.

## ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

О РАБОТЕ СТЫКА РЕШЕТЧАТЫХ ДОРОЖНЫХ  
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ**Н. И. СКРИПОВ**

Кандидат технических наук

**Л. Е. САВИН**

Ассистент

(Архангельский лесотехнический институт)

На строящихся в последнее время опытных автомобильных лесовозных дорогах колеиное покрытие устраивается из дорожных решетчатых железобетонных плит размером  $2,50 \times 1,0 \times 0,16$  м конструкции кандидата технических наук А. В. Яковлева.

Сочленение плит осуществляется посредством предварительно осмоленных деревянных брусков сечением  $5 \times 5$  см, которые в процессе укладки плит забиваются в квадратную полость, образующуюся за счет выделки треугольных пазов в сопрягаемых торцовых гранях (рис. 1). Среди работников лесной промышленности существуют различные мнения о надежности таких стыковых соединений. Поэтому для выявления работы принятой конструкции стыка плит весной 1957 года нами были поставлены специальные опыты\* на Хайнозерской автомобильной дороге комбината «Онеголес», результаты которых излагаются ниже.

Для оценки работы стыкового соединения при статическом и динамическом нагружении необходимо было установить величину взаимного смещения концов плит в стыке как характеристику жесткости и одного из динамических факторов стыка, влияние износа брусков на работу стыка и величину вертикальной нагрузки, передающейся стыковыми брусками с одной плиты на другую. Влияние износа брусков на работу стыка в эксплуатационных условиях установить пока невозможно. В процессе опытов проведено только сравнение работы стыка с разной степенью износа брусков при статической нагрузке.

Экспериментальные работы выполнены на трех опытных участках, отличающихся друг от друга по гидрологическим условиям. Описание их приведено в нашей статье\*\*.

На всех трех опытных участках плиты уложены за год до проведения опытов. Для исследования выбирались обычные исправные не ре-

\* В проведении опытов принимал участие инж. Б. А. Порядин.

\*\* Н. И. Скрипов, Л. Е. Савин. О характере работы дорожных железобетонных плит. «Лесной журнал» № 2, 1958.

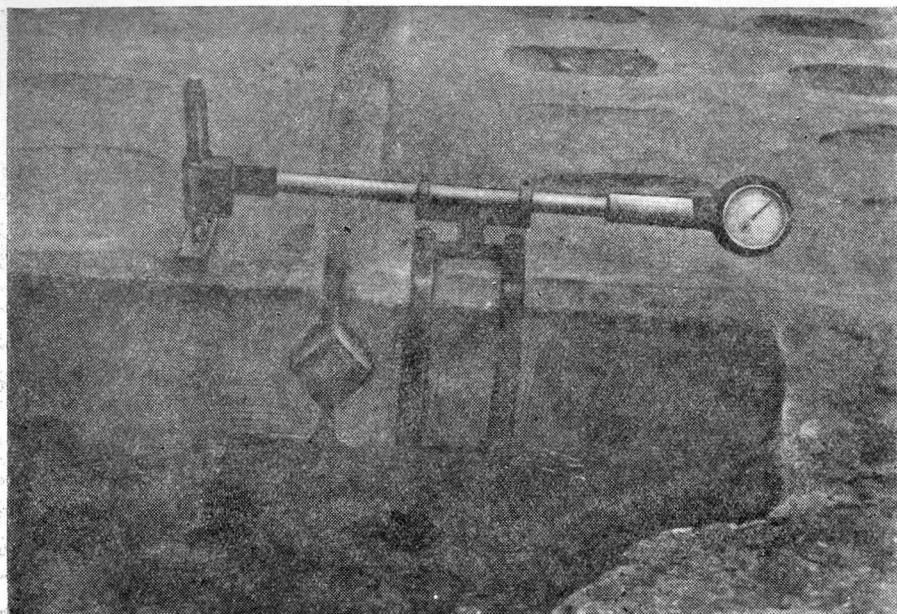


Рис. 1. Прибор для замера взаимного смещения концов плит.

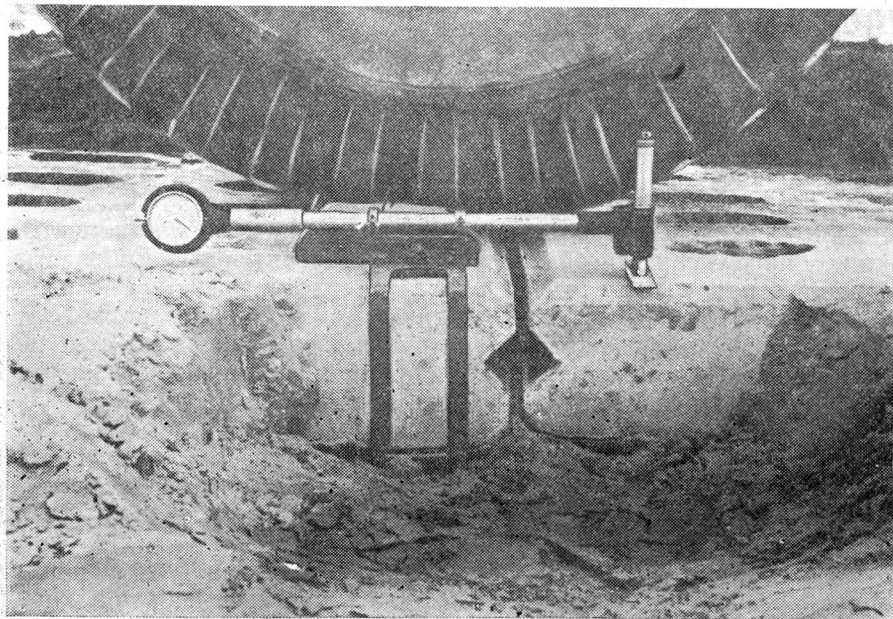


Рис. 2. Нагружение конца плиты.



монтированные стыки плит. В качестве нагрузки был использован груженный автомобиль МАЗ-200.

Взаимное смещение стыковых концов плит при статическом нагружении измерялось специально изготовленным прибором, состоящим из индикаторного нутромера и крепления к дорожной плите (рис. 1). Положение уровня плит фиксировалось по индикатору с точностью отсчетов до 0,01 мм. Измерения выполнялись следующим образом. На стыковых концах двух смежных опытных плит обоих колесопроводов устанавливались приборы. После предварительной обкатки брались отсчеты до нагружения и после нагружения одного из стыковых концов плит задним колесом автомобиля так, чтобы конец второй смежной плиты не испытывал нагрузки (рис. 2). Опыты проводились при нормальном состоянии стыковых брусков, при изношенных брусках и отсутствии их. Величина износа была принята по 1 мм на каждой из двух граней, для чего бруски выбивались и сострагивались. Наблюдения при большем износе не имели смысла, так как бруски оказывались свободными и не работали. Для каждого состояния стыка измерения повторялись три раза, что составляло один цикл наблюдений.

Осадки сдающего и принимающего концов плит и взаимное смещение их под действием движущегося автомобиля измерялись вибрографами типа ВР-1 (рис. 3). Последние крепились к металлическим штангам, установленным в буровых скважинах глубиной до 2 м. Одновременно с записью осадок на виброграммах фиксировалось положение колес автомобиля с помощью отметчика колеса. Виброграммы записывались при скоростях движения автомобиля 5, 10, 20 и 30 км/час. При каждой скорости движения выполнялось пять опытных заездов.

Обработка экспериментальных данных при статическом нагружении состояла в вычислении взаимных смещений (в мм) смежных концов плит по оси колесопровода, средние (из трех циклов) численные значения которых приводятся в табл. 1.



Рис. 3. Установка вибрографов для записи просадок и взаимного смещения плит.

Таблица 1

№ участ-ка	Состояние стыка	Колесопровод		Среднее
		наруж-ный	внутрен-ный	
I	Бруски без износа . . .	0,95	0,75	0,85
	Бруски с износом 1 мм по двум граням . . .	1,37	1,15	1,26
	Без брусков . . . . .	1,48	1,18	1,33
II	Бруски без износа . . .	1,23	1,31	1,27
	Бруски с износом 1 мм по двум граням . . .	2,04	1,96	2,00
	Без брусков . . . . .	2,93	2,32	2,63
III	Бруски без износа . . .	0,54	1,14	0,84
	Бруски с износом 1 мм по двум граням . . .	0,76	1,46	1,11
	Без брусков . . . . .	1,83	1,82	1,83

Взаимное смещение концов плит в стыке при нормальном состоянии брусков, как это видно из приведенных данных, колеблется от 0,54 мм до 1,31 мм, что значительно меньше величины их осадок. Как установлено опытом, это объясняется совместностью работы концов плит в стыке.

По мере износа или ослабления стыковых брусков взаимное смещение возрастает. При износе в 1 мм по каждой из двух граней это увеличение смещения составляет от 32 до 57% по сравнению с нормальным стыком. Дальнейший износ приводит к тому, что бруски перестают участвовать в работе и каждый конец плиты оседает самостоятельно. С прекращением работы брусков взаимное смещение увеличивается от 1,60 до 3,40 раза по сравнению с исправными брусками, значительно превышая осадки концов плит при нормальном стыке. Это неизбежно ведет к накоплению остаточных деформаций в зоне стыка и потере устойчивости.

Характер основания плиты при нормальном состоянии брусков не оказывает влияния на жесткость стыкового соединения, величина взаимного смещения определяется качеством стыка. При износе или ослаблении стыковых брусков смещение увеличивается на более податливом основании.

Взаимное смещение при динамической нагрузке (при движении автомобиля) определено путем обработки виброграмм осадок смежных концов плит. Почти на всех виброграммах осадок сдающих и принимающих концов плит виден характерный скачок, соответствующий изменению осадки при переходе колеса автомобиля с одной плиты на другую (рис. 4). Из рисунка видно, что пока колесо находится на сдающем конце плиты, осадка на принимающем конце возрастает постепенно до некоторой величины. После перехода колеса на принимающий конец происходит резкое возрастание (скачок) осадки в исследуемом сечении.

Величина этого скачка и характеризует взаимное смещение концов плит в стыке под действием подвижной нагрузки.

Средние из пяти заездов взаимные смещения (в мм) концов плит по оси наружного колесопровода для каждой скорости при нормальном состоянии брусков приведены в табл. 2.

Сопоставление данных табл. 1 и 2 показывает, что при динамическом действии нагрузки взаимное смещение концов плит меньше, чем при статической нагрузке. Такое явление объясняется кратковременным воздействием нагрузки, недостаточным для полного завершения деформации основания в зоне стыка.

Таблица 2

№ участка	Колесо	Скорость движения в км/час			
		5	10	20	30
I	Заднее . . .	0,60	0,56	0,61	0,56
	Переднее . .	0,27	0,26	0,26	0,29
II	Заднее . . .	0,99	1,14	1,10	0,91
	Переднее . .	0,67	0,76	0,67	0,74
III	Заднее . . .	1,13	1,18	0,96	—
	Переднее . .	0,34	0,35	0,38	—

В качестве критерия оценки вертикальной устойчивости стыка в первом приближении можно принять величину взаимного смещения, которая нормально должна быть меньше наблюдающихся осадок. По нашим опытам при плотно прилегающих брусках она составляет 65—85% от средних осадок концов плит. Это показывает достаточную жесткость стыка.

Смещение концов плит в стыке оказывает большое влияние на их осадку. На принимающем конце плиты, испытывающем ударное действие колеса вследствие этого смещения, осадка оказалась на 19—52% больше, чем на сдающем конце, не подвергающемся ударному воздействию. При этом увеличение осадки тем больше, чем податливее основание плит.

На стыках с изношенными или неплотно прилегающими брусками эффект динамического воздействия будет резко возрастать. Соответственно должна увеличиться и интенсивность накопления остаточных деформаций в зоне стыка.

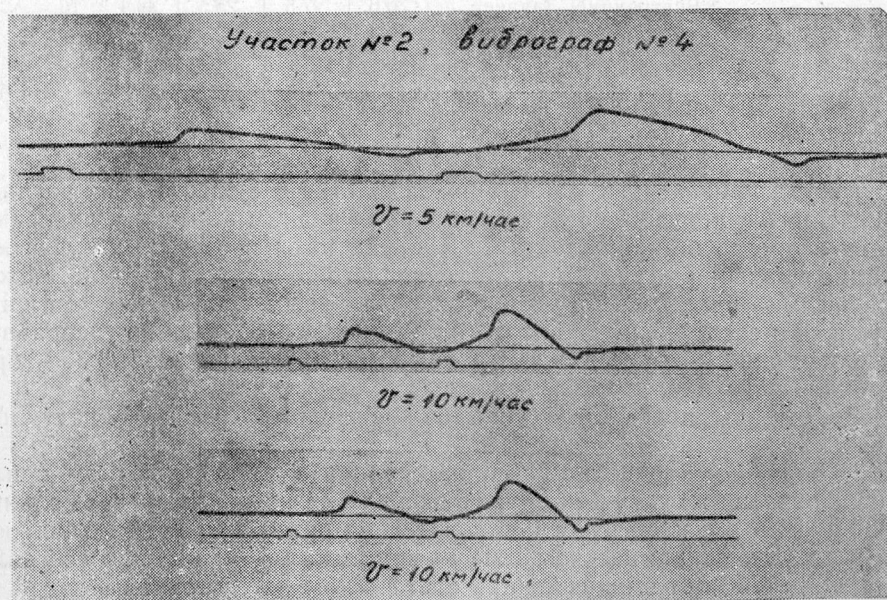


Рис. 4. Виброграммы осадок принимающего конца плиты на участке № 2.

В процессе опытов было установлено, что стыковые бруски передают часть вертикальной нагрузки с одного конца плиты на смежный. Записанные виброграммы дают возможность приблизительно установить величину передающего усилия, исходя из следующих соображений.

Ордината виброграммы осадок в начале скачка (рис. 4) соответствует осадке принимающего конца плиты в момент нахождения колеса на сдающем конце. Ордината же виброграммы осадок в конце скачка показывает осадку принимающего конца в момент нагружения его колесом автомобиля. Отношение осадки принимающего конца в начале скачка к полной осадке будет приблизительно соответствовать отношению давлений, передаваемых этим концом на грунт в обоих случаях. Поэтому можно принять распределение нагрузки от давления колеса между сдающим и принимающим концами плит пропорциональным отношению осадок. Тогда отношение осадки принимающего конца плиты в начале скачка к сумме осадок в начале и конце его будет соответствовать части вертикальной нагрузки, передаваемой стыковыми брусками. Для исключения динамического воздействия колеса при прохождении стыка сравнение следует производить при малых скоростях движения.

В табл. 3 приводится отношение (в процентах) средних измеренных осадок принимающего конца плиты в начале скачка к полной осадке в момент нахождения колеса в исследуемом сечении.

Таблица 3

№ участка	Колесопровод	Колесо	Скорость движения в км/час.			
			5	10	20	30
I	Наружный	Заднее	24,1	25,0	21,8	22,5
		Переднее	13,3	18,2	21,4	17,6
	Внутренний	Заднее	30,6	27,5	25,5	23,4
		Переднее	36,4	31,8	25,0	28,6
II	Наружный	Заднее	49,3	45,5	46,6	56,9
		Переднее	31,9	27,9	29,4	31,9
III	Внутренний	Заднее	34,7	37,1	37,6	—
		Переднее	51,5	52,0	47,2	—

Анализ приведенных данных показывает, что существенной разницы в значениях отношений средних осадок под задним колесом в зависимости от скорости не наблюдается. Для каждого из опытных участков средние значения остаются достаточно устойчивыми. Разница между отдельными участками объясняется различным состоянием опытных стыков. В целом следует считать, что стыковые бруски при исправном состоянии передают на смежный конец приблизительно от 20 до 30% приложенной нагрузки.

Результаты проведенных опытов позволяют сделать следующие выводы:

1. Взаимное смещение стыковых концов плит при плотном прилегании брусков и статическом нагружении не превышает нормальных осадок, а на податливых основаниях значительно меньше средних осадок плит. При динамическом нагружении взаимное смещение составляет от 48 до 85% от смещения при статическом нагружении.

2. По мере износа или ослабления стыковых брусков вертикальная жесткость стыка уменьшается. При износе брусков свыше 1 мм по каждой из двух граней стыковые концы начинают работать самостоятельно, а взаимное смещение их увеличивается более чем в два раза по сравне-

нию с нормальным состоянием. Интенсивность износа стыковых брусков должна быть установлена в эксплуатационных условиях.

3. Взаимное смещение стыковых концов плит вызывает ударное воздействие нагрузки, следствием чего является увеличение осадок принимающего конца плит.

4. Принятая конструкция стыкового соединения с плотно прилегающими брусками обеспечивает совместность работы смежных концов плит, частичную передачу нагрузки с одного конца плиты на смежный и достаточную вертикальную устойчивость стыка.

---

Поступила в редакцию  
5 февраля 1958 г.

## О КОЭФФИЦИЕНТЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ ТРЕЛЮЕМОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Л. В. КОРОТЯЕВ

Аспирант

(Архангельский лесотехнический институт)

В нашей стране наибольшее распространение получила полуподвесная одномачтовая трелевка леса лебедками с возвратно-поступательным движением тросов. При этом способе тяговое усилие лебедки расходуется на преодоление сопротивления движению древесины и тросов, а также на преодоление сил трения, возникающих в блоках и при подтормаживании возвратного барабана. Основная часть мощности лебедки расходуется на преодоление сопротивления движению древесины, исследование которого является необходимым для правильной эксплуатации существующих и конструирования новых тросовых трелевочных установок.

Сопротивление перемещению древесины при установившемся движении складывается из сопротивления, возникающего вследствие трения и из лобового сопротивления.

Исследованиями И. Ф. Алышева (1953) и Ф. Н. Макарова (1957), а также исследованиями, проведенными нами в 1956 году (Л. В. Коротяев, 1958), установлено, что сопротивление движению хлыстов и стволов с кроной зависит от объема трелеваемой пачки, среднего объема хлыста, породы древесины, сезона года и ряда других факторов. Оно возрастает при уменьшении объема пачки и среднего объема хлыста в ней, летом больше, чем зимой и для стволов с кроной больше, чем для хлыстов. При наличии высоких пней на волоках или в лесосеках с поверхностной корневой системой, характерной для лесонасаждений Севера, сопротивление движению возрастает дополнительно.

С целью увеличения производительности труда на передовых лесозаготовительных предприятиях комбинатов «Котласлес» и «Устюглес» применяются пэны, позволяющие значительно снизить сопротивление движению при летней трелевке леса в хлыстах лебедками. Пэн с пачкой хлыстов обходит препятствия (пни, корни и др.), поскольку вершины всех трелеваемых хлыстов находятся на пэне, они не зарываются в грунт и не упираются в препятствия, встречающиеся на волоке. В результате этого лобовое сопротивление движению уменьшается, рейсовая нагрузка может быть увеличена и простые лебедки сокращены, что приводит к росту производительности труда.

Зимой пни, корни, кочки на волоке прикрыты слоем снега и препятствий не представляют, тем не менее и в зимнее время нет оснований отказываться от применения пэнов для трелевки хлыстов лебедками.

Беличина коэффициента сопротивления движению при зимней трелевке хлыстов лебедками известна, однако ее нельзя применить к случаю трелевки на пэнах. Поэтому нами была поставлена задача исследовать сопротивление движению при тросовой трелевке хлыстов с помощью пэнов. В январе 1957 года было проведено динамометрирование агрегатной лебедки ТЛ-5 при трелевке леса на пэнах в лесопункте Шурай Костылевского леспромхоза, с фотохронометражем рабочего дня трелевщиков. Для возможности сопоставления результатов исследований в этих же условиях трелевались пачки хлыстов без пэнов и пачки стволов с кроной. Кроме того, в феврале того же года было проведено динамометрирование лебедки ТЛ-4 на трелевке стволов с кроной в Бельском лесопункте Удимского леспромхоза.

Трелевка леса в процессе опытов осуществлялась по полуподвесной одномачтовой системе на расстояние до 500 м в лесопункте Шурай и до 250 м на Бельском лесопункте. Высота подвески грузового блока на мачте составляла 11 м.

Для замера усилий в движущихся тросах при динамометрировании лебедок был использован 16-тонный гидравлический динамограф конструкции ВИСХОМ-АЛТИ.

Методика исследований кратко описана в статье автора (Л. В. Коротяев, 1958) и здесь не излагается.

Лесосеки, в которых производились экспериментальные работы, характеризовались следующими показателями: размер —  $500 \times 500$  м, в составе лесонасаждений — преобладание ели, средний диаметр древостоев в коре на высоте груди — 20 см, средний объем хлыста в коре —  $0,24-0,26$  м<sup>3</sup>, средний запас ликвидной древесины на 1 га — 130—220 м<sup>3</sup>, подрост — еловый средней густоты, уклоны волоков достигали +25<sup>0</sup>/<sub>00</sub>, глубина снегового покрова составляла 0,8—1,2 м на лесосеке и 0,5—0,8 м на волоках.

За время опытов было проведено динамометрирование 49 пачек хлыстов на пэнах, 8 пачек хлыстов без пэнов и 48 пачек стволов с кронами, а всего 105 пачек, стрелованных по десяти волокам в течение 19 дней.

Тяговые диаграммы для получения вариационных рядов обрабатывались методом ординат по 50-метровым участкам волока. Ряды обрабатывались способом моментов.

Коэффициенты сопротивления движению  $\mu$  для всех видов трелеваемой древесины приведены к весу хлыстов с корой.

При выявлении зависимости между коэффициентом сопротивления движению и объемом пачки или средним объемом хлыста в ней, материалы наблюдений обрабатывались методом наименьших квадратов.

Таблица 1

Вид трелеваемой древесины и способ трелевки	Коэффициент сопротивления движению $\mu$ при объемах пачки $Q$ в м <sup>3</sup>							
	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
Хлысты на пэнах . . . . .	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335
Хлысты без пэнов . . . . .	—	—	0,59	0,52	0,48	0,44	0,42	0,40
В % к хлыстам на пэнах . . . . .	—	—	177	155	142	132	124	119
Стволы с кроной . . . . .	0,89	0,80	0,74	0,69	—	—	—	—
% к хлыстам на пэнах . . . . .	266	239	221	206	—	—	—	—

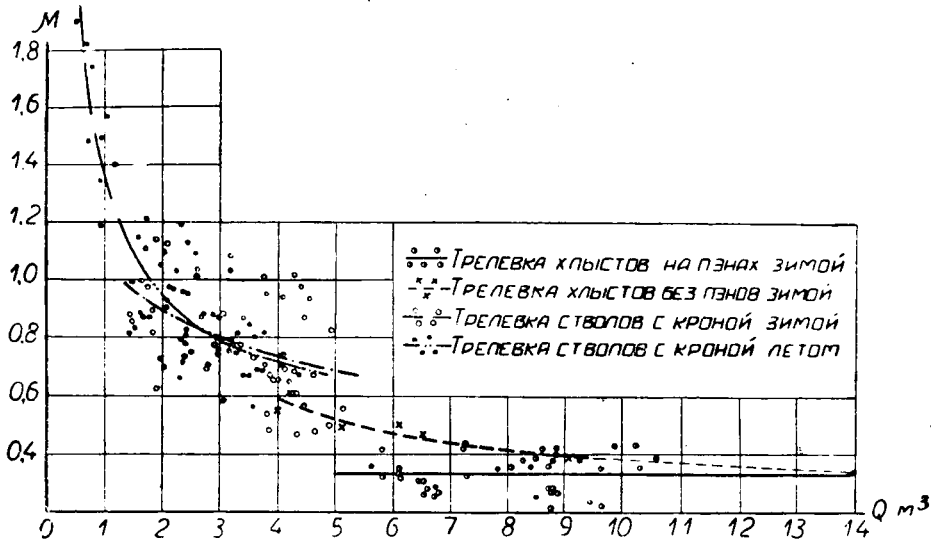


Рис. 1. Графики зависимости  $\mu = f(Q)$ .

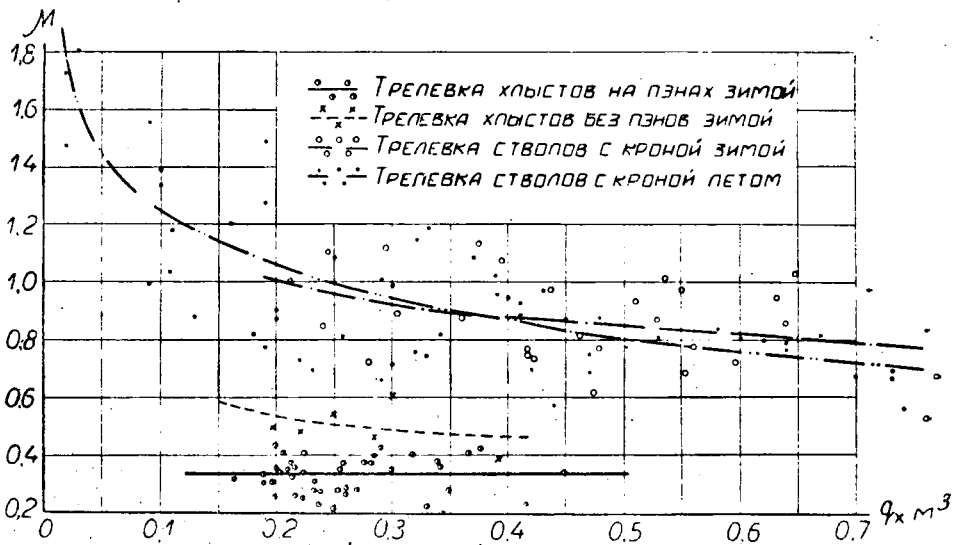


Рис. 2. Графики зависимости  $\mu = f(q_x)$

Таблица 2

Вид трелеваемой древесины и способ трелевки	Средний объем хлыста в пачке $q_x$ в $м^3$							
	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,60	0,80	1,00
Коэффициент сопротивления движению $\mu$								
Хлысты на пэнах . . . . .	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335
Хлысты без пэнов . . . . .	0,53	0,51	0,49	0,47	0,46	0,45	—	—
В % к хлыстам на пэнах . . . . .	158	152	146	140	137	131	—	—
Стволы с кроной . . . . .	1,01	0,97	0,94	0,89	0,85	0,82	0,77	0,73
В % к хлыстам на пэнах . . . . .	302	290	280	266	254	245	230	218



Некоторые данные, полученные при исследовании прохождения пачками участков волоков от 100 до 150 м, где действующее в тросе усилие равно, примерно, его горизонтальной составляющей и практически не оказывает влияния на величину лобового сопротивления ввиду отсутствия подъема передней части пачки, приводятся в табл. 1 и 2, а также на графиках зависимости коэффициента сопротивления движению  $\mu$  от объема пачки  $Q$  (рис. 1) и от среднего объема хлыста в ней  $q_x$  (рис. 2).

Дополнительное сопротивление движению, оказываемое трособлочной системой и подтормаживанием возвратного барабана и зарегистрированное при протаскивании рабочего трелевочного троса с одним прицепным оборудованием в грузовом направлении (без пачки) составило в среднем 418 кг при трелевке хлыстов на пэнах, 411 кг при трелевке хлыстов без пэнов лебедками ТЛ-5 и 152 кг при трелевке стволов с кроной лебедками ТЛ-4.

Точность и достоверность полученных результатов характеризуется данными, приведенными в табл. 3.

Таблица 3

Вид трелеваемой древесины и способ трелевки	Среднее арифметическое	Среднее квадратичное отклонение	Показатель точности	Коэффициент корреляции	Корреляционное отношение	Достоверность коэффициента корреляции и корреляционного отношения	Уравнение связи
Хлысты на пэнах . . .	0,335	0,062	2,8	+ 0,64	—	—	—
Хлысты без пэнов . . .	0,50	0,029	2,4	- 0,91	0,95	23	$\mu = 0,24 + 1,4 \frac{1}{Q}$
Стволы с кроной . . .	0,79	0,179	3,2	- 0,28	0,39	3,04	$\mu = 1,04 - 0,5 \lg Q$
Хлысты на пэнах . . .	0,335	0,062	2,8	+ 0,16	—	—	—
Хлысты без пэнов . . .	0,50	0,065	5,8	- 0,46	0,74	4,05	$\mu = 0,40 + 0,258 \frac{1}{q_x}$
Стволы с кроной . . .	0,79	0,145	2,7	- 0,49	0,50	4,4	$\mu = 0,73 - 0,4 \lg q_x$

В результате обработки материалов исследований какой-либо существенной связи между коэффициентом сопротивления движению и объемом пачки, а также между коэффициентом сопротивления движению и средним объемом хлыста в пачке при зимней трелевке хлыстов на пэнах не обнаружено, так как коэффициент корреляции очень мал; в этом случае коэффициент сопротивления движению можно считать равным его среднему арифметическому значению  $\mu = 0,335$  (рис. 1 и 2).

При трелевке хлыстов в зимнее время без пэнов между исследуемыми величинами  $\mu$  и  $Q$  выявлена довольно тесная отрицательная криволинейная корреляционная связь, близкая к линейной, так как абсолютные численные значения коэффициента корреляции и корреляционного отношения близки друг к другу (рис. 1); менее тесную отрицательную корреляционную связь (рис. 2) имеет зависимость  $\mu = f(q)$ .

Если кривую зависимости  $\mu = f(Q)$  для трелевки хлыстов без пэнов продолжить на графике вправо, вычислив по уравнению значение  $\mu$  для больших объемов пачки (за пределами опыта), то это продолжение кривой, обозначенной на рис. 1 тонкой пунктирной линией, при объемах пачек более 10—12 м<sup>3</sup> будет почти совпадать с прямой среднего ариф.

метического значения  $\mu$  для трелевки хлыстов на пэнах. Тенденция сближения кривой  $\mu = f(q_x)$  с линией среднего арифметического  $\mu = 0,335$  наблюдается также на графиках, изображенных на рис. 2.

На основании анализа данных, полученных в результате приведенных исследований, можно сделать следующие выводы.

1. При трелевке хлыстов на пэнах в зимнее время коэффициент сопротивления движению не зависит от объема пачки или от среднего объема хлыста: при изменении объема пачки или среднего объема хлыста в ней, коэффициент сопротивления движению практически не изменяется, оставаясь равным 0,335.

Выявленная закономерность дает основание полагать, что сопротивление движению при наземной трелевке вообще изменяется с изменением  $Q$  или  $q_x$  лишь вследствие изменения лобового сопротивления при постоянной величине сил трения. Естественно, что при трелевке леса на пэнах лобовое сопротивление остается неизменным, независимо от объема пачки и количества хлыстов в ней, а, следовательно, примерно, одинаковым остается и общее сопротивление движению. Отклонения могут иметь место лишь в тех случаях, когда некоторые вершины хлыстов при формировании пачки попадают под пэн или мимо пэна, создавая при движении пачки дополнительное лобовое сопротивление.

2. При трелевке хлыстов на пэнах в зимнее время значение коэффициента сопротивления движению колеблется от 0,215 до 0,430, вследствие наличия движущихся вершин хлыстов, не уложенных на пэн, препятствий на волоке, влияния плотности снега, температуры окружающей среды и других факторов.

3. Коэффициент сопротивления движению при зимней трелевке хлыстов без пэнов в пределах опыта изменялся от 0,4 до 0,6 (в 1,5 раза), а при трелевке стволов с кроной — от 0,470 до 1,140 (в 2,5 раза).

Такое значительное колебание  $\mu$  объясняется разнообразными сочетаниями различных размеров хлыстов или стволов с кронами в пачках и меняющимся в зависимости от этого лобовым сопротивлением.

4. Сопротивление движению стволов с кроной при трелевке зимой и летом почти одинаково (рис. 1 и 2); летом значительное лобовое сопротивление движению стволам с кроной оказывают пни и другие препятствия на волоке, а зимой — снег.

5. Сопротивление движению при трелевке хлыстов без пэнов и стволов с кроной зависит от объема пачки и среднего объема хлыста в ней: с увеличением объема пачки и среднего объема хлыста в пачке коэффициент сопротивления движению снижается. Сущность этой закономерности, как показали результаты наших исследований, объясняется, по-видимому, только снижением лобового сопротивления движению (в пределах до величины сопротивления сил трения), происходящего вследствие того, что с увеличением среднего объема хлыста или числа хлыстов (стволов) в пачке число вершин, движущихся непосредственно по поверхности волока, соответственно или относительно уменьшается.

Особенно резкое повышение коэффициента сопротивления движению наблюдается при объемах пачек менее 4—5 м<sup>3</sup> для хлыстов и 2,5—3 м<sup>3</sup> для стволов с кроной, а также при средних объемах хлыстов в пачках менее 0,2 м<sup>3</sup>. Следовательно, для увеличения производительности лебедок целесообразнее трелевать пачки большего объема, а мелкие хлысты — вместе с крупными хлыстами.

6. Коэффициент сопротивления движению при трелевке хлыстов без пэнов, в зависимости от объема пачки и среднего объема хлыста в ней, на 20—80% больше, чем при трелевке хлыстов на пэнах вследствие наличия лобового сопротивления, а при трелевке стволов с кроной в пач-

ках объемом до  $5 \text{ м}^3$  в среднем в 1,25—1,5 раза больше, чем при трелевке хлыстов без пэнов и в 2—2,5 раза больше, чем при трелевке хлыстов на пэнах, вследствие большого лобового сопротивления, создаваемого кроной.

Если пренебречь лобовым сопротивлением груженого пэна, то оказывается, что при трелевке хлыстов на пэнах тяговое усилие лебедки расходуется на преодоление только сопротивления сил трения древесины о поверхность волока с постоянным коэффициентом трения, равным 0,335.

Превышение коэффициента общего сопротивления движению хлыстов и стволов с кроной над коэффициентом трения  $\mu = 0,335$  (табл. 2) есть не что иное, как коэффициент лобового сопротивления движению, который в зависимости от вида трелюемой древесины, объема пачки и размеров среднего хлыста в ней в 1,2—3 раза превосходит значение коэффициента трения и составляет основную часть общего сопротивления движению.

Следовательно, для увеличения рейсовых нагрузок и производительности лебедок, необходимо всемерно стремиться к уменьшению лобового сопротивления движению путем применения различного рода прицепного оборудования (например, пэнов), а также подвесных систем с несущим тросом.

#### ЛИТЕРАТУРА

И. Ф. Алышев. Исследование сопротивления движению при трелевке лебедками ТЛ-3 полуподвесным способом. Диссертация, Л., 1953. Ф. Н. Макаров: Исследование влияния некоторых факторов на усилие для перемещения древесины при трелевке лебедками в условиях Севера. Труды ЦНИИМЭ, т. V, 1957. Л. В. Коротяев. Об исследовании сопротивления движению при трелевке леса лебедками. «Лесной журнал» № 1, Архангельск, 1958.

Поступила в редакцию  
7 мая 1958 г.

## ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫПРАВЛЕНИЯ МЕЛКОВОДНЫХ РУСЛ ПРОДОЛЬНЫМИ И ПОПЕРЕЧНЫМИ ДАМБАМИ КАК ВОДОПОДЪЕМНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

**В. Е. СЕРГУТИН**

Аспирант

(Сибирский лесотехнический институт)

В современной практике русловыправительных работ большое применение находят продольные и поперечные дамбы (полузапруды) как водоподъемные (водостеснительные) устройства, вносящие изменения в гидравлическую структуру потока. Сооружение дамб, например, при мелководьи необходимо для увеличения глубин на сплавных трассах; в остальных случаях дамбы обычно применяются для создания устойчивого и неразмываемого русла, способного противостоять внешним неблагоприятным воздействиям со стороны потока. При этом сжатие русла может быть относительно длинным — продольные дамбы, или коротким — полузапруды (рис. 1). Разница между этими видами стеснения с точки зрения применения их для создания условий, благоприятных сплаву леса, заключается в том, что при продольном сжатии подъем бытовых глубин осуществляется как непосредственно между дамбами, так и перед ними, а при относительно коротком сжатии подпор образуется лишь перед сооружением. На стесненном участке, наоборот, всегда происходит некоторое снижение бытового уровня.

Применительно к задачам выправления русла сплавных потоков к настоящему времени более подробно исследован случай короткого стеснения — поперечное сжатие русла полузапрудями. Сжатие продольное менее изучено, причем обычно принято считать, что применение продольных дамб во всех случаях вызывает подъем уровня воды в сжатом русле. Однако, как показал теоретический анализ и опытная проверка, принятие за основу такого утверждения в ряде случаев является необоснованным, и, более того, в определенных условиях, которые будут рассмотрены ниже, может привести к грубым ошибкам. Такое положение усугубляется еще и тем, что в практике возведения русловыправительных дамб на горных и равнинных реках часто приходится применять значительные стеснения легкоразмываемого русла. Величина степени сжатия русла по ширине  $v/B$  ( $B$  и  $v$  — ширина русла до и после сжатия) может достигать значений порядка 0,3—0,2. При таких условиях

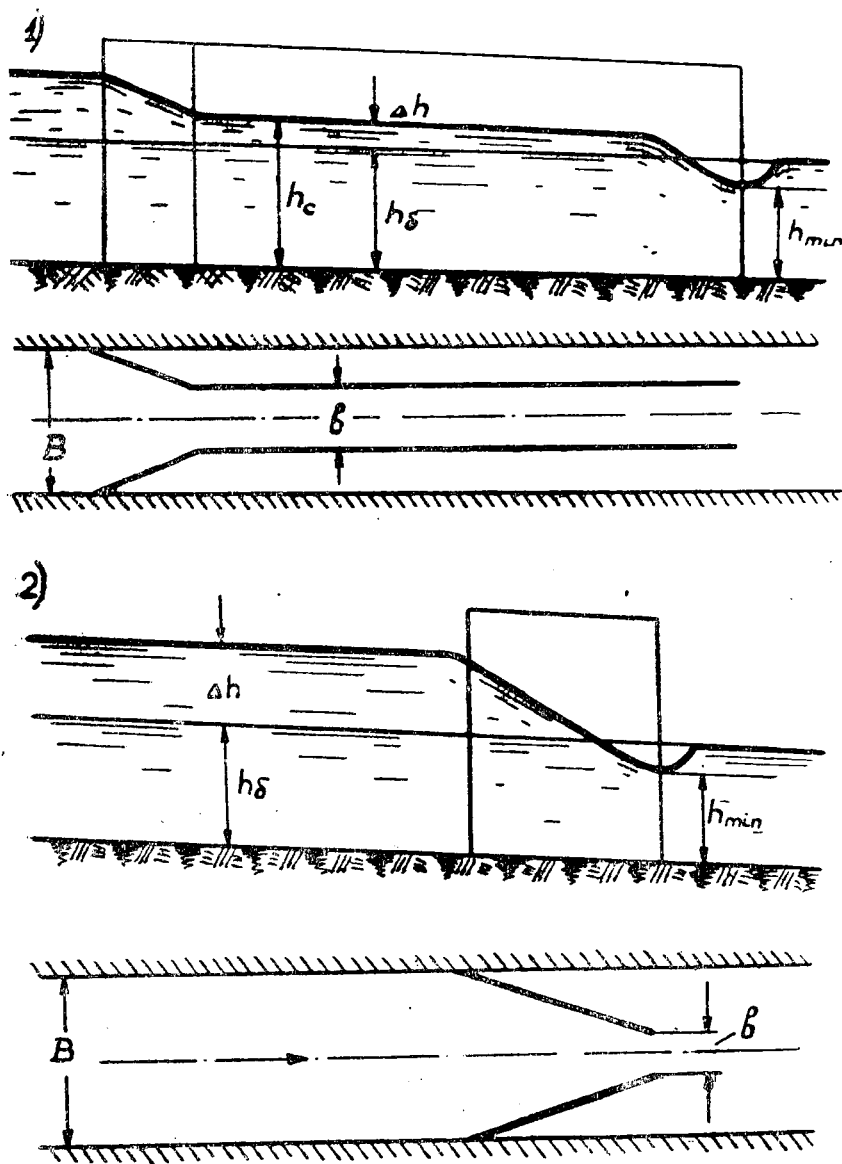


Рис. 1. Схемы работы продольных (1) и поперечных (2) дамб как водоподъемных устройств.

весьма важным становится уточненное определение нового сплавного уровня, которое, кроме того, необходимо для дальнейших расчетов скорости в сжатом русле и оценки устойчивости против размыва стесненного участка в смежных с ним ниже по течению. Ниже кратко приводятся результаты теоретического и экспериментального исследования гидравлики сжатия русла речных потоков, выполненного нами в связи с разработкой вопроса об эффективности применения выправительных дамб на путях первоначального сплава.

Теоретический и лабораторный анализ гидравлических явлений, про-

исходящих при стеснении, показал, что процессы, возникающие при сжатии русла, следует рассматривать как результат совместного решения системы двух уравнений, состоящей из уравнения энергетического состояния и уравнения неразрывности.

При решении системы сжатие потока рассматривается как результат силового взаимодействия неотклоненного потока с потоком, отклоняемым дамбой, а само решение позволяет получить значения действительных глубин в сжатом русле.

Принятая нами методика анализа эффективности применения дамб как водоподъемных устройств, базируется на известном в гидравлике понятии удельной энергии сечения. Сущность этого понятия состоит в том, что каждому сечению водотока соответствует определенное количество энергии  $\mathcal{E}$ , определяемого из выражения

$$\mathcal{E} = h + \frac{1,1v^2}{2g} \text{ м.}$$

(где  $h$  — глубина наполнения русла в м;  $v$  — скорость в м/сек;  $g = 9,81 \text{ м/сек}^2$ ) и имеющего минимальное значение при критической глубине  $h = h_k$ . Эта зависимость, представленная на рис. 2 графиками  $\mathcal{E} = f(h)$  при различных наполнениях и стеснениях русла, дает наглядную и полную картину изменения глубины в сжатом русле в зависимости от степени сжатия  $v/B$  и положения бытовой глубины относительно критической, а для определенных условий, а именно: величины расхода и соотношения начальной (бытовой) и критической глубин, дает основание для выбора эффективных методов регулирования — продольными дамбами или полузапрудами.

На графиках семейства параболических кривых  $\mathcal{E} = f(h)$  (рис. 2), построение которых хорошо известно из обычных курсов гидравлики и не представляет трудности, кривая  $\mathcal{E}_0$  показывает зависимость удельной энергии сечения от глубины наполнения русла в бытовом состоянии (то есть для нестесненного русла  $v/B = 1,0$ ); вторая кривая  $\mathcal{E}_c$  изображает эту же зависимость при некотором сжатии (например,  $v/B = 0,8$ ), а третья кривая  $\mathcal{E}_{c_2}$  характеризует удельную энергию для этого же сечения уже при большем сжатии (например,  $v/B = 0,6$ ). Из этих графиков видно, что при заданном расходе  $Q$  глубина потока в бытовом состоянии может быть меньше, больше и равной критической.

Рассмотрим вначале вопрос об эффективности сжатия потока при бытовой глубине  $h_0$  меньшей, чем критическая (бурный режим, случай 1 на рис. 2). Этой глубине на кривой  $\mathcal{E}_0$  соответствует точка «б», которая характеризует величину запаса удельной энергии сечения при глубине  $h_0$ . После начального сжатия удельная энергия потока при той же глубине в сжатом сечении возрастает и достигает значений, определяемых кривой  $\mathcal{E}_{c_2}$ . За счет полученной разности энергий после и до сжатия ( $\Delta\mathcal{E} = \mathcal{E}_{c_2} - \mathcal{E}_0$ ) уровень воды в сжатом русле увеличится на величину  $\Delta h$ , значение которой, за вычетом потерь на трение и другие гидравлические сопротивления, будет пропорционально приращению энергии в сжатом сечении  $\Delta\mathcal{E}$ . Следовательно, в этом случае сжатие русла продольными дамбами дает положительный эффект повышения уровня воды (рис. 2—1), причем с увеличением степени сжатия, например, до значения, соответствующего кривой  $\mathcal{E}_{c_1}$ , как доказано нашими опытами, эффект повышения уровня возрастает.

Если минимум кривой  $\mathcal{E}_{c_2}$  будет находиться правее вертикали,

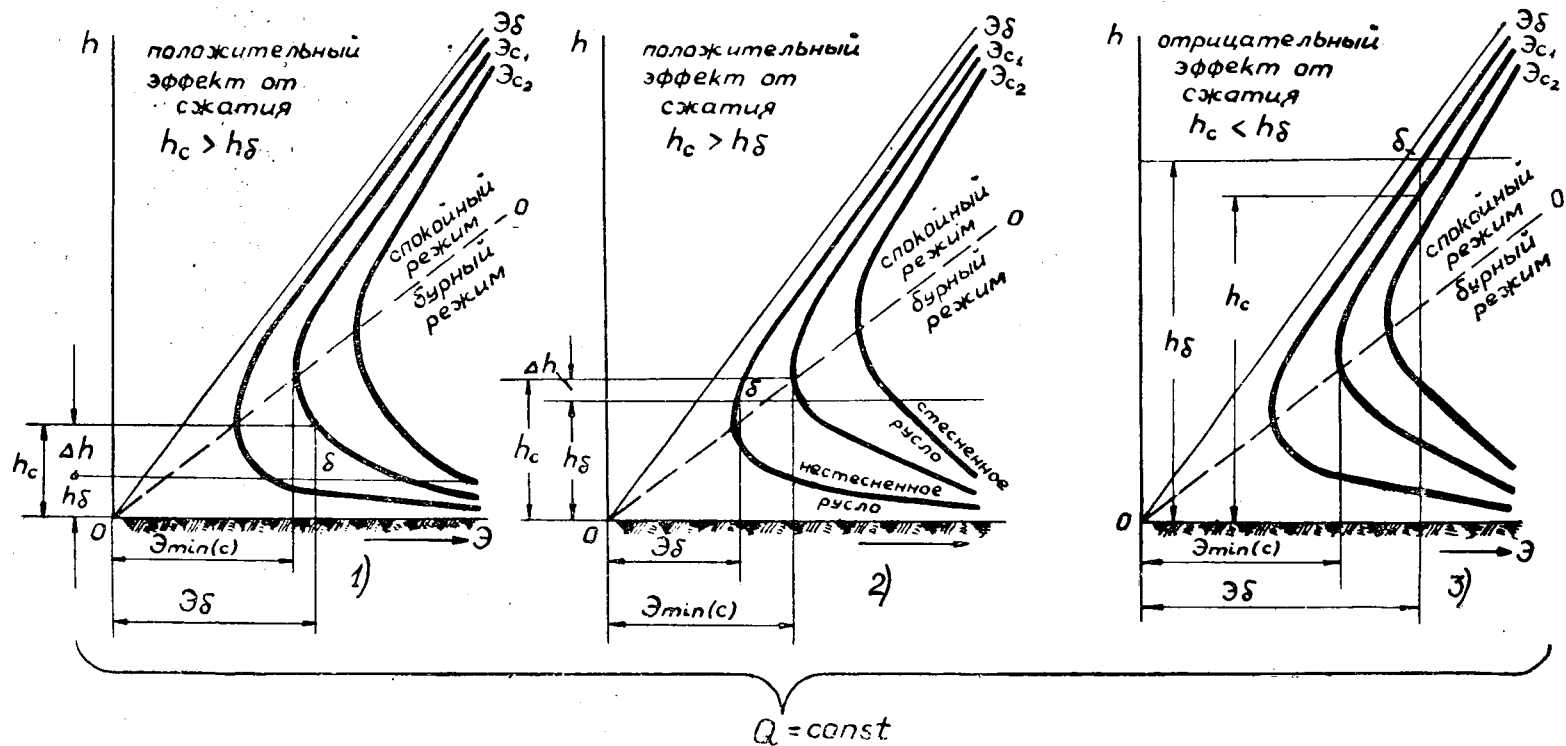


Рис. 2. Графики  $\Theta = f(h)$  для бытового и сжатого русла.

1 — бурный режим в бытовом состоянии ( $h_0 < h_{к0}$ )  $\Theta_0 \geq \Theta_{min}(c)$ ; 2 — спокойный режим в бытовом состоянии ( $h_0 > h_{к0}$ )  $\Theta_0 < \Theta_{min}(c)$

3 — спокойный режим в бытовом состоянии ( $h_0 \gg h_{к0}$ )  $\Theta_0 > \Theta_{min}(c)$ .

проходящей через точку «б», то в сжатом русле установится глубина  $h_c$ , равная критической глубине в сжатом сечении

$$h_{кк} = h_c = h_{кб} \sqrt[3]{\left(\frac{B}{b}\right)^2},$$

где  $h_{кб}$  — критическая глубина в бытовом состоянии.

Рассмотрим теперь вопрос об изменении глубины в сжатом русле в спокойном режиме.

Здесь выделим два случая: первый, когда бытовая глубина значительно превышает критическую в бытовом состоянии (график 1 на рис. 2) и второй случай, когда бытовая глубина значительно больше (в несколько раз) критической глубины в бытовом состоянии (график 3 на рис. 2).

Для первого случая применение дамб будет так же, как и для бурного режима, вызывать подъем уровня, поскольку поток в бытовом состоянии обладает достаточным запасом энергии, чтобы пройти стесненный участок. Новая увеличенная глубина в этом случае определяется по формуле (1) и с увеличением степени сжатия эффект применения дамб, как показали проведенные опыты, возрастает.

Во втором случае (график 2 на рис. 2) поток не обладает достаточным запасом энергии, чтобы пройти стесненный участок. Поэтому, накопив некоторый запас энергии перед сооружением, что в реальных условиях проявляется в виде образования подпора перед дамбами, поток расходует эту накопленную энергию на стесненном участке, в результате чего происходит снижение глубины в сжатом русле. Следовательно, в этом последнем случае применение дамб приносит отрицательный эффект понижения уровня (рис. 3, случаи 2 и 3).

В таких условиях работа продольных дамб аналогична схеме работы обычного затопленного или незатопленного водослива с широким порогом, на котором обязательно происходит уменьшение глубины в сжатом сечении. Поэтому при бытовых глубинах потока, значительно больших критических, становится выгодным применение полупруда.

Что касается случая, когда бытовая глубина в нестесненном русле равна критической, то приведенный анализ для бурного бытового режима целиком распространяется также и на это промежуточное состояние.

Как видно из графиков  $\mathcal{E} = f(h)$ , наклонная линия ОО, соединяющая различные значения критических глубин и соответствующие им минимальные значения удельных энергий сечения при различных удельных (по ширине) расходах, является границей двух режимов: бурного и спокойного. При нижнем (бурном) режиме при сжатии всегда будет ощущаться положительный эффект и, наоборот, при верхнем (спокойном) режиме (слева от линии ОО) при сжатии русла будет происходить как положительный, так и отрицательный эффект. Таким образом, положение линии ОО наиболее полно дает картину изменения уровня воды в сжатом русле для всего возможного диапазона степеней сжатия ( $0 < v/B < 1,0$ ) и позволяет обоснованно подходить к выбору эффективных методов стеснения сплавного потока.

Следует также остановиться на явлении уменьшения глубины в конечном сечении продольных дамб. Дело в том, что в конечном сечении дамб (как продольных, так и поперечных) неизбежно установится глубина менее бытовой. По данным наших опытов при обычных условиях сжатия ( $v/B = 0,6 - 0,4$ , когда русло сжато приблизительно в



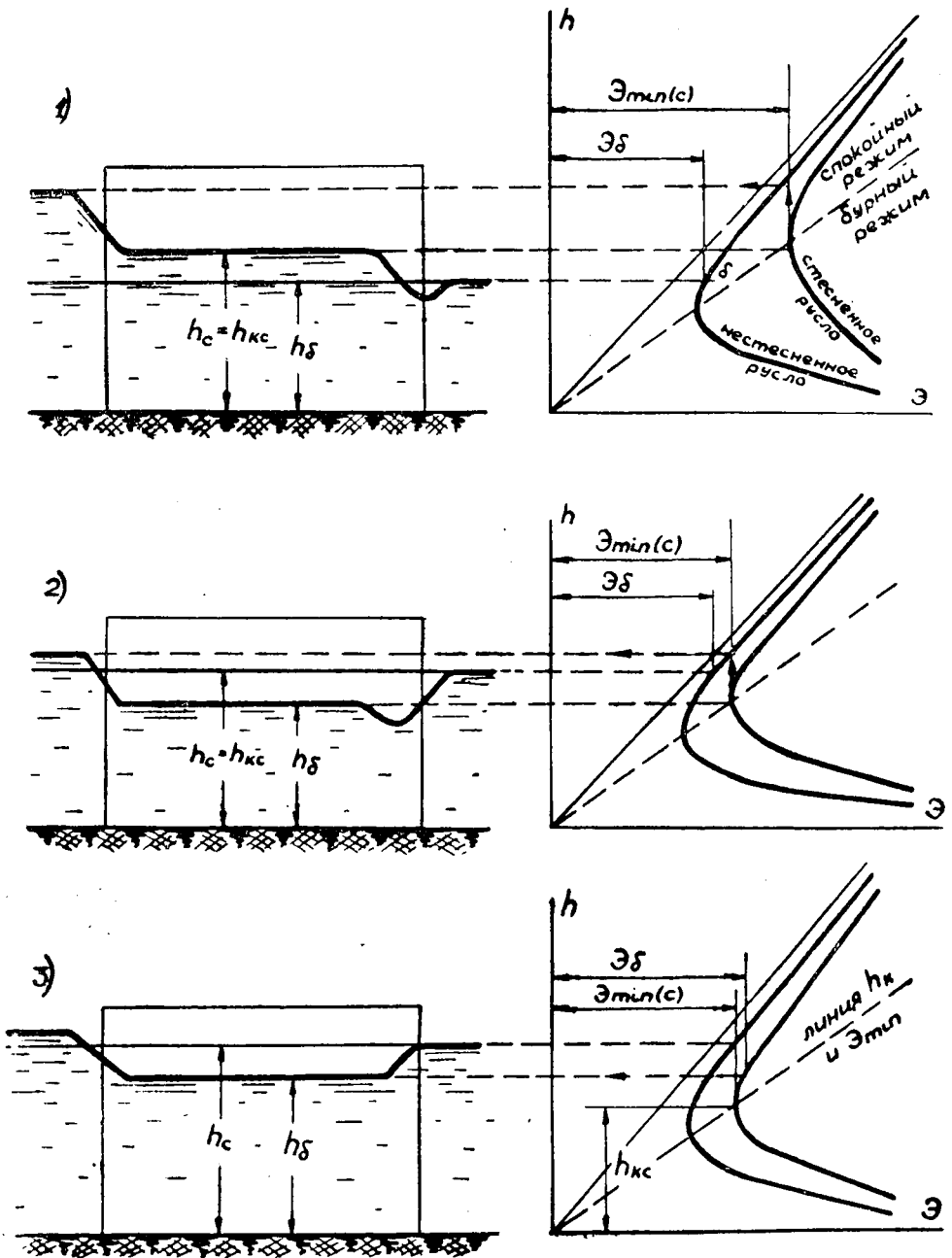


Рис. 3. Спокойный режим. Изменение глубины и формы свободной поверхности сжатого потока в зависимости от энергетических характеристик бытового состояния.

- 1 —  $\mathcal{E}_6 < \mathcal{E}_{min(c)}$ ,  $h_{kc} > h_6$  положительный эффект от сжатия —  $h_c > h_6$ ;
- 2 —  $\mathcal{E}_6 < \mathcal{E}_{min(c)}$ ,  $h_{kc} < h_6$  отрицательный эффект от сжатия —  $h_c < h_6$ ;
- 3 —  $\mathcal{E}_6 > \mathcal{E}_{min(c)}$ ,  $h_{kc} < h_6$  отрицательный эффект от сжатия —  $h_c < h_6$ .

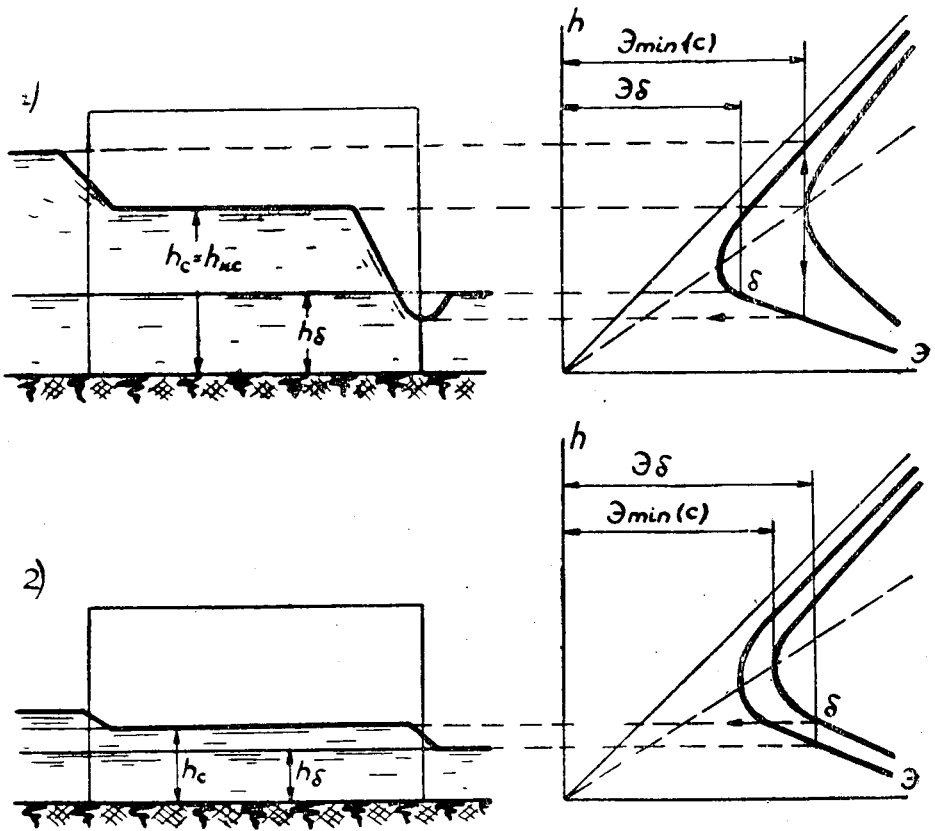


Рис. 3а. Бурный режим. Изменение глубины и формы свободной поверхности сжатого потока в зависимости от энергетических характеристик бытового состояния.

- 1 —  $\varepsilon_6 < \varepsilon_{\min}(c)$  положительный эффект от сжатия —  $h_c > h_6$  ;  
 2 —  $\varepsilon_6 > \varepsilon_{\min}(c)$  положительный эффект от сжатия —  $h_c > h_6$  .

2 раза) и кинетичности, которая наблюдается в природе (менее 0,1), отношение этой наименьшей глубины в бытовом состоянии может достигать значений порядка 0,6—0,7, то есть падение бытовой глубины внутри продольных дамб (и поперечных) может достигать 30—40%. Это явление в практике проектирования дамб, например, на мелководных перекатах, следует обязательно учитывать, ибо недоучет его может вызвать нежелательные последствия. В необходимых случаях дамбы следует сооружать с таким расчетом, чтобы они заканчивались на нижних участках плесов (то есть там, где глубины велики) или так, чтобы обеспечивалось плавное сопряжение хвостовой части дамб с берегами (рис. 4 и 5). Плавное сопряжение большей критической глубины на сжатом участке с меньшей критической глубиной в бытовом состоянии, улучшая энергетическую характеристику сопряжения, предотвращает тем самым возможность резкого падения значений энергии в смежных сечениях и соответственного уменьшения глубин.

Следует подчеркнуть, что указанное снижение глубины в конечном сечении дамб может резко ухудшить условия сплава по мелководным горным рекам. В качестве примера может служить уровненный режим

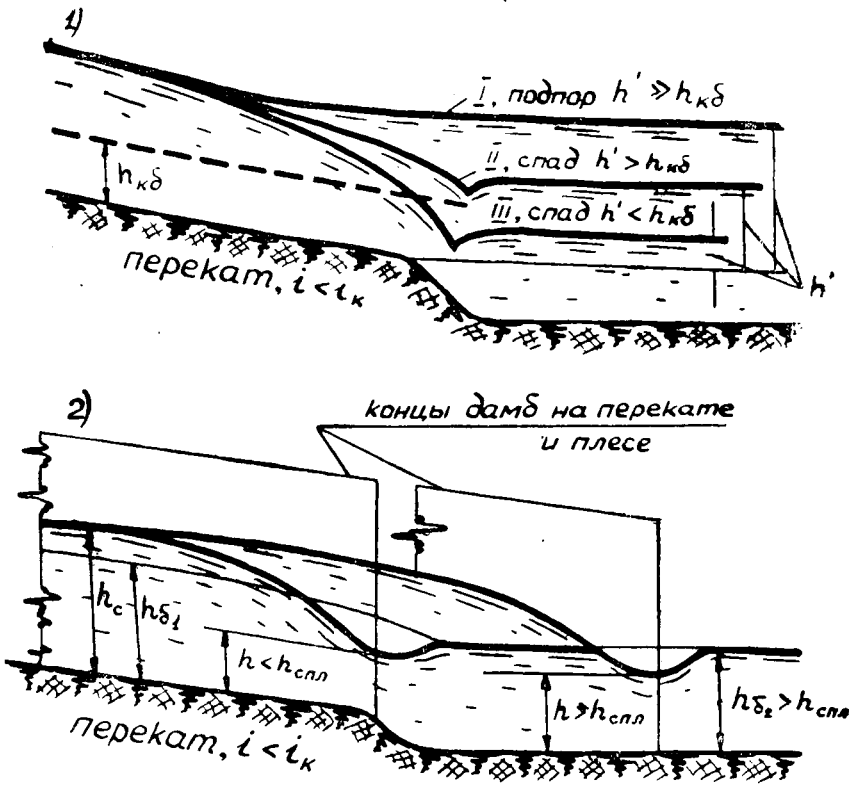


Рис. 4. 1 — характерные типы сопряжений кривых свободной поверхности: в затопленном (I) и незатопленном (II и III) бытовом состоянии в конце переката — начале плеса; 2 — продление хвостовой части дамбы с конца мелководного переката на нижний плесовый участок для случаев II и III верхнего рисунка.

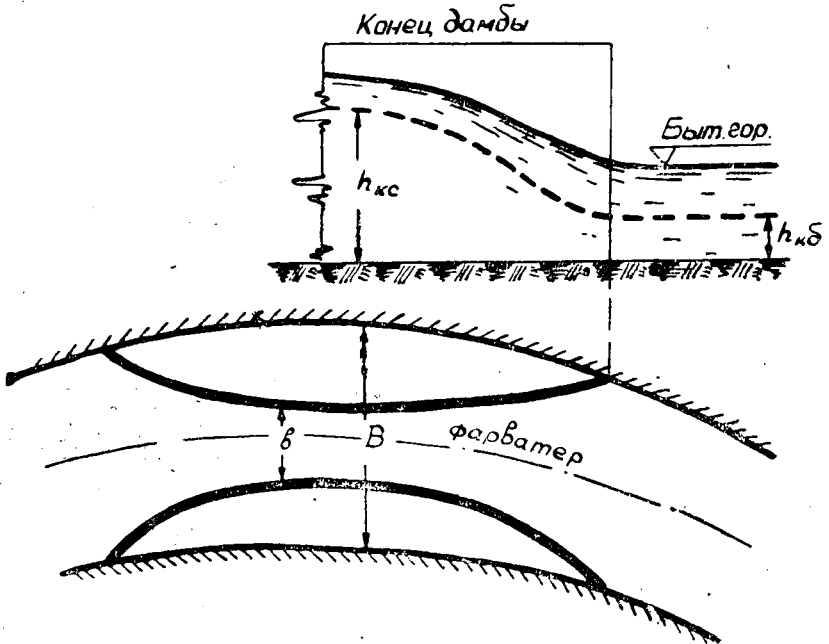


Рис. 5. Плавное сопряжение хвостовых частей продольных дамб с берегами.

р. Маны (Красноярский край), которая, несмотря на свою, казалось бы, относительную многоводность (расход в межень порядка 50—70 м<sup>3</sup>/сек), даже на средних и нижних участках имеет глубины в конце перекатов (рис. 4), не превышающие 20—30 см. Многолетняя практика сплава по р. Мане показывает, что именно на таких мелководных местах в конце перекатов обычно и образуются бревенные заломы. Фактор снижения глубин в конце продольных дамб или между стыками полузапруд подтверждается еще и тем, что в таких местах, как правило, встречаются наибольшие размывы русла, которые, если не предусмотрены проектом и не имеют специальной цели, могут ухудшить условия сплава вследствие засорения нижележащих участков продуктами размыва.

Отметим, что с помощью графиков  $\mathcal{E} = f(h)$  дальнейшими расчетами легко определить и все остальные гидравлические элементы потока в сжатом русле (например, скорость), поскольку будут известны его глубина и расход, а геометрическая безразмерная характеристика потока (степень сжатия) задана.

В заключение укажем, что принимая режим большинства горных рек аналогичным случаю 2 (или 1) рис. 2, можно сделать вывод о выгоде применения на них продольных дамб и, наоборот, принимая режим равнинных рек (малые уклоны, малые скорости, относительно большие глубины) соответствующим случаю 3 (рис. 2), можно сделать вывод о целесообразности устройства на них полузапруд, применение которых эффективно при том, однако, условии, если будет учитываться обычное для них падение глубины в самом узком месте между стыками.

Поступила в редакцию  
28 ноября 1957 г.

## РАСЧЕТ МОЩНОСТИ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ РАБОТЫ ДИСКОВОГО ОКОРОЧНОГО СТАНКА

**Н. С. ДРОЗДОВ**

Ассистент

(Ленинградская лесотехническая академия)

Работа дисковых окорочных станков исследована до сих пор в недостаточной степени. Нет надежных методов расчета мощности, необходимой для работы окорочных станков, и величины затрат мощности на резание, подачу кряжей, трение и т. п.

Между тем, для создания наиболее рациональных конструкций станков очень важно знать картину работы сил и потребление мощности отдельными частями станка, для того, чтобы иметь возможность дать энергетическую оценку конструкции станка. В частности, например, неясно — какое расположение ножевого диска более рационально: горизонтальное или вертикальное.

Окорка древесины на дисковом окорочном станке представляет сложный процесс резания. Срезанные стружки имеют переменную толщину в поперечном сечении. Резание осложняется явлением смятия поверхностного слоя коры и древесины.

Почти не изучено удельное сопротивление резанию при окорке древесины на дисковых станках. До сих пор в технических расчетах используются ориентировочные данные, не проверенные опытом.

Не исследована также величина силы давления подающих роликов на кряжи и ее зависимость от диаметра окоряемых кряжей; однако эти данные необходимы для расчета мощности, расходуемой на преодоление сил трения, возникающих в станке при окорке кряжей.

Недостаточная изученность вышеуказанных вопросов явилась причиной того, что авторы современных учебников по механизации лесоразработок (Б. П. Аникин, 1950; К. М. Ашкенази, Б. Г. Залегаллер, 1956, С. И. Рахманов, 1955) дают различные, несогласуемые между собой, методы расчета мощности дисковых окорочных станков.

В настоящей статье кратко излагаются основные результаты исследования работы дискового окорочного станка типа ОД-1 (ЭЦ-2), которое было выполнено автором в лаборатории кафедры механизации лесоразработок Ленинградской лесотехнической академии, и предлагается обоснованная методика расчета потребной мощности для этого станка.

Исследование основных процессов, происходящих при окорке кражей на станке ОД-1, проведено путем сочетания теоретических исследований с постановкой необходимых опытов, которые явились исходной базой для теоретических выводов и критерием их правильности.

В ходе экспериментов были получены данные о толщине срезаемого слоя, количестве и размерах стружек, скоростях поступательного и вращательного движения кражей, расходе времени на окорку, записаны диаграммы мощности, осциллограммы скорости вращения ножевого диска, измерена сила давления на кражи подающих роликов и другие опытные данные.

Теоретические исследования и обработка этих данных позволили определить коэффициенты трения, величину и направление сил, действующих в станке при его работе, удельное сопротивление резанию, к. п. д. станка и другие параметры, необходимые для расчетов.

Ввиду небольшого объема настоящей статьи мы не приводим описания методики, примененной в наших исследованиях. Подробному изложению этого посвящена работа автора «Исследование процесса окорки древесины резанием» (Н. С. Дроздов, 1957).

\* \* \*

Общая мощность  $N_{ст}$ , потребляемая в процессе работы станка ОД-1, расходуется на резание  $N_p$ , на поступательно-вращательное движение кража  $N_n$ , на преодоление сил трения ножевого диска о краж  $N_d$ , на преодоление сил трения в подшипниках и передачах станка и на вентиляционные потери  $N_{тр}$ .

Исследование расхода мощности на резание проделано с учетом следующих факторов:

- а) треугольно-сегментной формы поперечного сечения стружек;
- б) смятия поверхностного слоя коры и древесины при окорке;
- в) одновременной работы двух ножей (этот случай с точки зрения затрат мощности более энергоемок).

При окорке кража на станке ОД-1 ежесекундно срезается 90—100 стружек. За время срезания одной стружки краж поворачивается на угол, составляющий всего 3—6°, поэтому процесс резания на этом станке весьма близок к продольному.

Мощность резания можно рассчитывать по обычной формуле

$$N_p = \frac{P_{рез} \cdot V_{рез}}{102} \text{ квт}, \quad (1)$$

где  $P_{рез}$  — сила резания в кг;

$V_{рез}$  — скорость резания в м/сек.

Для элементарного резания вдоль волокон  $P$  определяется выражением:

$$P_{рез} = k_1 f \text{ кг}, \quad (2)$$

где  $k_1$  — удельное сопротивление резанию в кг/мм<sup>2</sup>;

$f$  — площадь поперечного сечения стружки в мм<sup>2</sup>.

Можно сохранить методику расчета силы резания по этой формуле и для случая окорки древесины на станке ОД-1. Однако при определении удельного сопротивления резанию  $k_1$  необходимо учесть (помимо влияния обычных факторов) влияние треугольно-сегментной формы по-

перечного сечения стружки и смятия поверхностного слоя коры и древесины при окорке.

Ввиду неоднородности состава стружки (в ее состав может входить и кора, и луб, и древесина), неизученности сложного процесса окорки и влияния смятия при окорке, лучше всего определить значения  $k_1$  эмпирически.

По опытным данным автора, при окорке еловых свежесрубленных кражей значения  $k_1$  можно принимать следующими:

а) при грубой окорке ( $h_n = 0,2$  мм)  $k_1 = 0,04 \sim 0,05$  кг/мм<sup>2</sup>

б) при чистой окорке ( $h_n = 0,6$  мм)  $k_1 = 0,12$  кг/мм<sup>2</sup>,

где  $h_n$  — выпуск ножей в мм.

Площадь поперечного сечения стружки можно приближенно рассчитывать по формуле

$$f = b \frac{h_1 + h_2}{2} \text{ мм}^2, \quad (3)$$

где  $b$  — ширина стружки в мм,

$h_1$  — минимальная толщина стружки в мм:  $h_1 = 0,05 - 0,1$  мм,

$h_2$  — максимальная толщина стружки в мм.

Основные размеры стружек при окорке еловых свежесрубленных кражей (по опытным данным автора) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры стружек	Выпуск ножей в мм	Диаметр кражей в см									
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Общая ширина стружки в мм	0,2	17,9	20,6	23,3	25,9	28,2	30,5	32,6	34,6	36,6	38,6
	0,6	21,9	24,6	27,2	29,5	32,0	34,1	36,2	38,2	40,2	42,0
Максимальная толщина стружки в мм	0,2	1,29	1,44	1,54	1,61	1,67	1,71	1,74	1,79	1,82	1,84
	0,6	1,78	1,90	2,00	2,08	2,15	2,20	2,23	2,27	2,28	2,29
Общая площадь сечения стружки в мм <sup>2</sup>	0,2	11,5	14,9	17,9	20,8	23,5	26,0	28,4	30,9	33,3	35,4
	0,6	19,5	23,4	27,2	30,7	34,4	37,6	40,3	43,3	45,8	48,1
Толщина снимаемого слоя в мм	0,2	1,9	2,4	2,9	3,3	3,7	4,1	4,4	4,8	5,1	5,4
	0,6	3,4	4,1	4,7	5,2	5,7	6,1	6,5	6,9	7,3	7,6
Толщина коры в мм		2,0	2,35	2,70	3,05	3,40	3,75	4,10	4,45	4,80	5,15

Учитывая, что процесс резания при окорке древесины на станке ОД-1 все же отличен от случая продольного резания, и предусматривая неизбежные в производственных условиях неправильности формы кража, принимаем для расчета в первом приближении величину  $f$ , равной максимальной величине поперечного сечения стружки. Следует отме-

туть, что величина  $f$  на большей части длины стружки, за исключением крайних участков, вследствие продольного характера резания изменяется весьма незначительно.

Таким образом, приняв во внимание выражение (2), приходим к следующей расчетной формуле для  $N_p$ :

$$N_p = \frac{\kappa_1 c f V_{\text{рез}}}{102} \text{ кВт}, \quad (4)$$

где  $c$  — количество одновременно работающих ножей (в рассматриваемом нами случае  $c = 2$ ).

Величина смятия поверхностного слоя коры и древесины при окорке характеризуется коэффициентом смятия  $k_{\text{см}}$ :

$$k_{\text{см}} = \frac{h_c}{h_n},$$

где  $h_c$  — средняя толщина стружки в мм.

Коэффициенты смятия определены в наших опытах для еловых балансов из талой свежесрубленной древесины; их величины представлены в табл. 2.

Таблица 2

Сортименты	Коэффициент смятия $k_{\text{см}}$	
	$h_n = 0,2 \text{ мм}$	$h_n = 0,6 \text{ мм}$
Кряжи в коре		
$d_{\text{кр}} = 12 \text{ см}$	6,4	3,0
$d_{\text{кр}} = 21 \text{ см}$	9,2	3,8
Кряжи без коры		
$d_{\text{кр}} = 12 \text{ см}$	3,3	2,1
$d_{\text{кр}} = 21 \text{ см}$	8,9	3,6

Данные табл. 2 показывают, что  $k_{\text{см}}$  возрастает с увеличением диаметра кряжей (вследствие увеличения силы давления подающих роликов) и с уменьшением выпуска ножей (вследствие уменьшения толщины стружки). Возрастание  $k_{\text{см}}$  более значительно при окорке кряжей диаметром 12—18 см, чем при окорке крупномерных кряжей.

Влияние коры на величину  $k_{\text{см}}$  наиболее значительно для тонкомерных кряжей. По мере увеличения толщины кряжей, влияние коры на величину коэффициента смятия ослабевает. При окорке мерзлых кряжей смятие древесины незначительно по сравнению со смятием при окорке талой древесины.

Скорость резания на станке ОД-1 зависит от диаметра кряжей; эта зависимость имеет параболический характер. Теоретический анализ вопроса, выполненный автором (Н. С. Дроздов, 1955) привел к формуле для определения радиуса окружности резания:

$$R_{\text{рез}} = 525 - \sqrt{136 (d_{\text{кр}} - 16)} \text{ мм}, \quad (5)$$

где  $d_{\text{кр}}$  — диаметр кряжа в мм.



Окружная скорость движения ножа  $V_{\text{нж}}$ , взятая по окружности резания, не характеризует полной величины скорости резания. Направление  $V_{\text{нж}}$  в период резания практически совпадает с направлением скорости продольной подачи кряжа  $V_{\text{п}}$ , поэтому скорость резания выражается следующим образом:

$$V_{\text{рез}} = (V_{\text{нж}} - V_{\text{п}}) \text{ м/сек}, \quad (6)$$

в свою очередь

$$V_{\text{нж}} = \frac{\pi R_{\text{рез}} n}{30} \text{ м/сек}, \quad (7)$$

$$V_{\text{п}} = m V_{\text{рез}} \sin \beta \text{ м/сек}. \quad (8)$$

В этих формулах:

$n$  — количество оборотов ножевого диска в минуту;

$V_{\text{рез}}$  — окружная скорость подающих роликов в м/сек;

$\beta$  — угол перекоса подающих роликов;

$m$  — поправочный коэффициент, учитывающий влияние на величину  $V_{\text{п}}$  следующих факторов:

а) скольжения при передаче движения от подающих роликов к окоряемому кряжу;

б) трения между ножевым диском и кряжем;

в) давление ножей при срезании стружек;

г) формы кряжей, качества заделки сучков и длины сортиментов.

Величина коэффициента  $m$ , по опытным данным автора, оказалась равной:

а) при грубой окорке ( $h_{\text{п}} = 0,2 \text{ мм}$ )  $m = 1,02$ ;

б) при чистой окорке ( $h_{\text{п}} = 0,6 \text{ мм}$ )  $m = 1,10$ .

Исследован расход мощности, необходимый для создания поступательно-вращательного движения кряжа в станке при окорке —  $N_{\text{п}}$ ; исследование выполнено с учетом следующих факторов:

а) изменения величины и направления силы давления ( $Q$ ) на кряж подающих роликов в зависимости от диаметра кряжей;

б) величины коэффициента трения  $\mu_{\text{кр}}$  который принимает ряд различных значений (вследствие того, что в процессе обработки кряж соприкасается с частями станка, изготовленными из разных материалов, по-разному обработанных);

в) различного собственного веса кряжей.

Исследование приводит к следующей расчетной формуле:

$$N_{\text{п}} = \frac{\mu_{\text{кр}} (V_0 R_1 + R_2 V_{\text{п}})}{102} \text{ квт}, \quad (9)$$

где  $\mu_{\text{кр}}$  — коэффициент трения кряжей по материалу диска;

$V_0$  — окружная скорость движения кряжа в м/сек;

$V_{\text{п}}$  — скорость продольной подачи кряжа в м/сек;

$R_1$  — сила давления кряжа на ножевой диск в кг;

$R_2$  — сила давления кряжа на упорный ролик в кг.

По опытным данным автора, значения  $\mu_{\text{кр}}$  для еловой свежесрубленной древесины можно принять следующие:

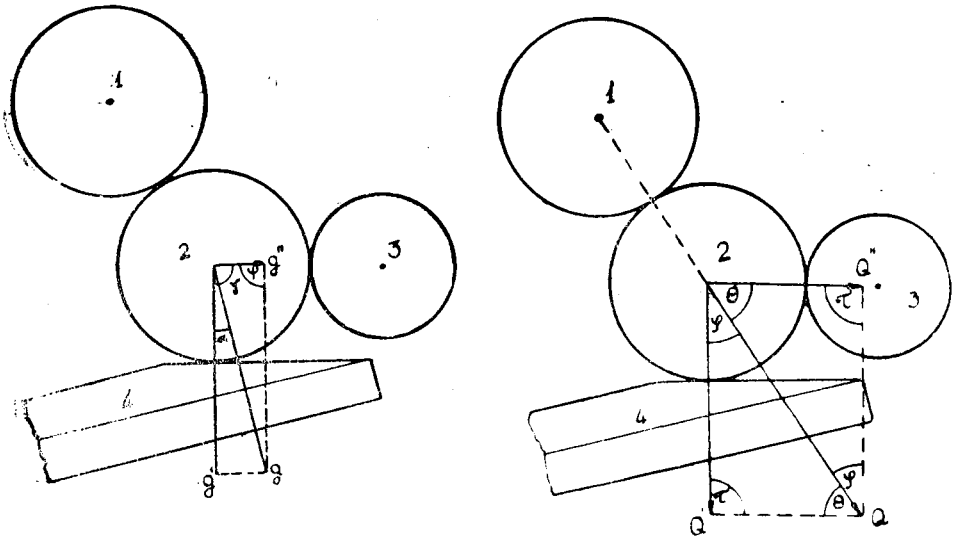


Рис. 1.  $g$  — вес кряжей;  $Q$  — сила нажима подающих роликов.  
1 — подающий ролик; 2 — кряж; 3 — упорный ролик; 4 — ножевой диск.

- а) для кряжей с корой — 0,35;  
 б) для кряжей без коры — 0,18;  
 в) для кряжей, с которых слой коры срезается в процессе окорки — 0,26.

$$V_o = V_{рез} \cos \beta \text{ м/сек}, \quad (10)$$

где  $V_{рез}$  — окружная скорость подающих роликов в м/сек.

Опыты показали, что зависимость вертикальной силы нажатия роликов  $Q_{\perp}$  от диаметра кряжей имеет линейный характер. При изменении диаметров кряжей от 12 до 25 см  $Q_{\perp}$  принимает значения от 90 до 250 кг.

Зависимость отклонения от вертикали направления силы давления подающих роликов  $Q$ , характеризуемого углом  $\Delta$ , от диаметра окоряемого кряжа установлена графическим путем (см. табл. 3).

Силы давления кряжа на ножевой диск и на упорный ролик  $R_1$  и  $R_2$  имеют разное направление и представляют сумму соответствующих составляющих собственного веса кряжа  $g'$  и  $g''$  и сил нажатия подающих роликов  $Q'$  и  $Q''$  (рис. 1).

$$\left. \begin{aligned} R_1 &= g' + Q' \\ R_2 &= g'' + Q'' \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Для еловых свежесрубленных кряжей длиной 1 м, по данным автора, величину  $R_1$  и  $R_2$  можно принимать согласно табл. 4.

При окорке кряжей длиной более 1 м величина сил  $R_1$  и  $R_2$  возрастает за счет увеличения веса кряжей  $g$ . Величина сил  $Q'$  и  $Q''$  (принятая по среднему диаметру кряжа) не зависит от длины кряжа и остается такой же, как и при окорке метровых кряжей той же толщины. В табл. 4

Таблица 3

Измеренные величины	Диаметр кряжей в см			
	12	15	18	21
$\Delta$	+23°25'	+11°25'	+ 3°26'	- 2°52'
$\alpha$	6°	6°	6°	6°
$\gamma$	83°30'	90°40'	97°20'	101°40'
$\psi$	90°30'	83°20'	76°40'	72°20'
$\varphi$	29°25'	17°25'	9°26'	3°08'
$\theta$	67°05'	71°55'	73°14'	75°12'
$\tau$	83°30'	90°40'	97°20'	101°40'

Таблица 4

Силы в кг	Диаметр кряжей в см									
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
$R_1$	84,4	101,0	115,4	130,9	145,5	160,3	175,5	190,5	206,2	221,7
$R_2$	41,5	41,8	40,9	38,5	35,7	32,7	28,8	24,8	19,3	13,9

приводятся данные о величине углов  $\Delta$ ,  $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $\psi$ ,  $\varphi$ ,  $\theta$ , и  $\tau$  (см. рис. 1), необходимые для расчета сил  $R_1$  и  $R_2$ .

Трение скольжения между ножевым диском и кряжем происходит вследствие неодинаковой скорости движения находящихся в контакте поверхностей диска и кряжа. Мощность ( $N_g$ ), затрачиваемую на преодоление возникающих при этом сил трения, можно рассчитать по формуле:

$$N_g = \frac{\mu_{кр} R_1 V_{рез}}{102} \text{ квт.} \quad (12)$$

Расход мощности на преодоление сил трения в подшипниках и передачах станка и на вентиляционные потери  $N_{тр}$  можно принять независящим от нагрузки станка и равным мощности холостного хода станка. Расчеты показывают, что увеличение расхода мощности на трение в цапфах балансирующей рамки при окорке кряжей диаметром от 12 до 21 см (по сравнению с холостым ходом станка) составляет 0,6—1,4%, то есть находится в пределах точности измерений и вычислений затрат мощности. По опытным данным величину  $N_{тр}$  для станка ОД-1 можно принять 1,5—1,6 квт.

Пользуясь вышеизложенной методикой, рассчитаем мощность, потребляемую при работе станка ОД-1.

Условия работы: окоряемые кряжи — свежесрубленная ель; размеры кряжей:  $l_{кр} = 1 \text{ м}$ ,  $d_{кр} = 20 \text{ см}$ ; число оборотов ножевого диска в минуту  $n = 450 \text{ об/мин}$ ; выпуск ножей  $h_n = 0,6 \text{ мм}$ ; угол перекоса подающих роликов  $\beta = 17^\circ 10'$ , окружная скорость подающих роликов  $V_{рез} = 0,64 \text{ м/сек}$ .

По формуле (5) определяем радиус окружности резания

$$R_{рез} = 525 - \sqrt{136(d_{кр} - 16)} = 525 - \sqrt{136(200 - 16)} = 367 \text{ мм} = 0,37 \text{ м}$$

Имея ввиду (7), вычисляем окружную скорость движения ножей:

$$V_{\text{нж}} = \frac{\pi R_{\text{рез}} \dot{z}}{30} = \frac{3,14 \cdot 0,37 \cdot 450}{30} = 17,29 \text{ м/сек.}$$

Величины  $V_o$  и  $V_{\text{п}}$  находим по формулам (10) и (8):

$$V_o = V_{\text{рез}} \cos \beta = 0,64 \cdot 0,955 = 0,61 \text{ м/сек.};$$

$$V_{\text{п}} = m V_{\text{рез}} \sin \beta = 1,10 \cdot 0,64 \cdot 0,295 = 0,21 \text{ м/сек.}$$

Скорость резания по формуле (6) равна:

$$V_{\text{рез}} = V_{\text{нж}} - V_{\text{п}} = 17,29 - 0,21 = 17,08 \text{ м/сек.}$$

По формулам (4), (9) и (12) находим величины мощностей  $N_{\text{рез}}$ ,  $N_{\text{п}}$  и  $N_g$ :

$$N_{\text{рез}} = \frac{\kappa \cdot c \cdot f \cdot V_{\text{рез}}}{102} = \frac{0,12 \cdot 2 \cdot 45,8 \cdot 17,08}{102} = 1,84 \text{ квт.};$$

$$N_{\text{п}} = \frac{\mu_{\text{кр}} (R_1 \cdot V_o + R_2 \cdot V_{\text{п}})}{102} = \frac{0,26(2) \cdot 6,2 \cdot 0,61 + 19,3 \cdot 0,21}{102} = 0,33 \text{ квт.};$$

$$N_g = \frac{\mu_{\text{кр}} \cdot R_1 \cdot V_{\text{рез}}}{102} = \frac{0,26 \cdot 206,2 \cdot 17,08}{102} = 8,98 \text{ квт.}$$

Приняв прочие потери  $N_{\text{тр}} = 1,60 \text{ квт}$ , получим:

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{р}} + N_{\text{п}} + N_g + N_{\text{тр}} = 1,84 + 0,33 + 8,98 + 1,60 = 12,75 \text{ квт.}$$

Для случая грубой окорки таких же кряжей расчет потребной мощности дает следующие данные:

$$N_{\text{р}} = 0,56 \text{ квт.}; N_{\text{п}} = 0,33 \text{ квт.}; N_g = 8,99 \text{ квт.}; N_{\text{ст}} = 11,48 \text{ квт.}$$

Расчет показывает, что снижение расхода мощности происходит только за счет уменьшения мощности резания.

Экспериментальные кривые зависимости расхода мощности на работу станка от диаметра обрабатываемых кряжей при различном выпуске ножей (см. рис. 2) вскрывают интересный факт: при пропуске неокоренного кряжа через станок без окорки (ножи сняты) расходуется большая мощность, чем при пропуске того же кряжа с окоркой.

Разгадку этого явления следует искать в том, что коэффициент трения кряжа с корой по стали значительно выше, чем коэффициент трения между сталью и кряжем без коры. Эта разница превышает затраты мощности на резание.

При пропуске окоренного кряжа через станок без резания мощность затрачивается меньшая, чем в нормальном рабочем режиме окоривания. Это вполне закономерно, ибо как в том, так и в другом случае коэффициент трения кряжей по материалу, из которого изготовлен диск, остается постоянным.

Для упрощения расчетов целесообразно мощность, расходуемую на резание  $N_{\text{р}}$  и мощность, расходуемую на преодоление сил трения ножевого диска о кряж  $N_g$  объединить в общей формуле, которая выражала бы мощность, расходуемую на работу всего механизма резания  $N_{\text{м.р}}$ . Этим путем мы устраняем из расчетов влияние возможностей неточности в определении величин  $N_{\text{р}}$  и  $N_g$ , которая может получиться вследст-

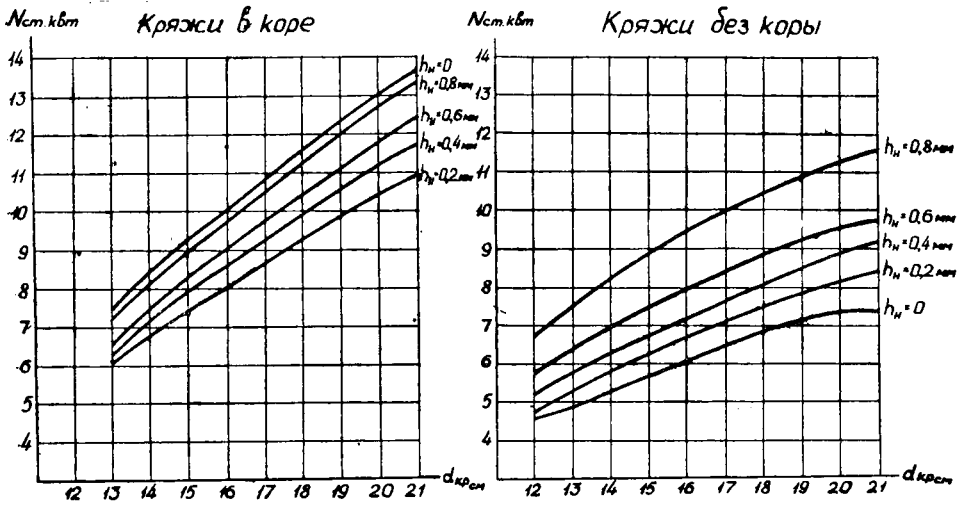


Рис. 2.

вие некоторого отклонения принятой величины  $\rho_{кр}$  от его истинного значения.

Тогда для расчета мощности станка применима следующая простая формула:

$$N_{ст} = \frac{k_{м.р} \pi \delta d_{кр} V_{п} k_{под}}{102 \eta} \text{ кВт}, \tag{13}$$

где  $\delta$  — толщина снимаемого слоя коры и древесины в мм;

$d_{кр}$  — диаметр кряжа на середине его длины в мм;

$V_{п}$  — скорость продольной подачи кряжа в м/сек;

$k_{м.р}$  — удельная работа механизма резания в кгм/см<sup>3</sup>;

$k_{под}$  — коэффициент, учитывающий расход мощности на надвигание кряжа;

$\eta$  — к. п. д. станка, учитывающий все прочие потери мощности.

Значения  $k_{м.р}$ ,  $k_{под}$  и  $\eta$  экспериментально найдены автором при окорке еловой свежесрубленной древесины (табл. 5).

Таблица 5

Степень окорки	Коэффициенты	Диаметр кряжей в см									
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Грубая $h_n = 0,2 \text{ мм}$	$k_{м.р}$	2,30	2,00	1,82	1,74	1,67	1,62	1,61	1,56	1,54	1,51
	$k_{под}$	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
	$\eta$	0,747	0,770	0,788	0,804	0,818	0,829	0,838	0,846	0,853	0,857
Чистая $h_n = 0,6 \text{ мм}$	$k_{м.р}$	1,26	1,22	1,20	1,19	1,18	1,17	1,16	1,15	1,14	1,14
	$k_{под}$	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
	$\eta$	0,763	0,793	0,813	0,827	0,838	0,847	0,855	0,861	0,868	0,874

Применяя формулу (13) для расчета  $N_{ст}$  по данным разобранного выше примера имеем

$$N_{ст} = \frac{k_{м.р.} \pi \delta d_{кр} V_{п} k_{пос}}{102\eta} = \frac{1,14 \cdot 3,14 \cdot 7,3 \cdot 200 \cdot 0,91 \cdot 1,03}{102 \cdot 0,868} = 12,75 \text{ квт},$$

то есть получаем тот же результат, что и в вышеприведенном примере.

Результаты исследований позволяют утверждать, что методика расчета мощности, необходимой для работы окорочного станка ОД-1, изложенная в учебнике проф. К. М. Ашкенази и доц. Б. Г. Залегаллера (1956) является более правильной и удобной, чем методика, содержащаяся в учебнике доц. С. И. Рахманова\* (1955). Однако в эту методику необходимо внести следующие дополнения и уточнения:

а) коэффициент в расчетной формуле

$$N_p = \frac{k \pi d_{кр} \delta V_{п}}{102}$$

(К. М. Ашкенази и Б. Г. Залегаллер, 1956, стр. 168, формула 87) следует назвать удельной работой механизма резания (он соответствует  $k_{м.р.}$  в нашем исследовании). Под  $N_p$  следует понимать мощность, расходуемую как на резание, так и на преодоление сил трения диска о кряж. Значения  $k$  при грубой окорке рудстойки и чистой окорке баланса в летних условиях можно принимать согласно табл. 5.

В формулу расчета скорости продольной подачи  $V_{п}$  следует ввести поправочный коэффициент  $m$  (см. формулу 8 настоящей работы).

б) мощность, расходуемую на подачу кряжей, правильней принимать в размере 3% от  $N_{ст}$  (а не 6% от  $N_p$ , как рекомендуют авторы учебника).

в) Значения к. п. д. станка (не указанные в учебнике) можно принимать согласно табл. 5 настоящей работы.

Процентное распределение мощности по отдельным видам ее затрат при работе станка имеет следующий вид (табл. 6):

Таблица 6

Процесс	Затраты мощности в % при окорке	
	чистой	грубой
Резание . . . . .	15—16	5
Надвигание кряжа . . . . .	2—3	3
Трение ножевого диска о кряж . . . . .	66	78
Холостой ход . . . . .	16	14

Данные табл. 6 позволяют произвести энергетическую оценку конструкции данного станка.

Сравнительно небольшой расход мощности на резание, надвигание кряжа и холостой ход станка свидетельствует, что в этом отношении конструкция станка заслуживает положительной оценки. Трение ножевого диска о кряж является вредным сопротивлением в станке. На преодоление вредного сопротивления силам трения ножевого диска о кряж расходуется от  $2/3$  до  $3/4$  всей мощности, потребляемой электродвигателем, что является существенным недостатком конструкции станка.

Для устранения этого недостатка необходимо так реконструировать механизм подачи станка, чтобы он обеспечил нормальную подачу кряжей при небольшой силе давления на кряж со стороны подающих роликов.

Можно полагать, что вертикальное расположение диска является более рациональным, чем горизонтальное. В этом случае действие силы давления подающих роликов и собственного веса кряжа не будет вызывать трения между ножевым диском и кряжем и, следовательно, потери мощности на этот процесс будут сведены к минимуму. Однако окончательную оценку можно дать лишь после всестороннего исследования работы станков с вертикальным диском.

Следует признать желательной реконструкцию станка ОД-1 с целью понижения его чувствительности к форме поперечного сечения кряжей. Станок плохо окоряет или совсем не окоряет кряжи с сечением эллиптической формы, с плохо заделанными сучками, с закомелистостью и другими дефектами. Особенно сильно это сказывается на окорке длинных кряжей.

Наиболее простое мероприятие, повышающее технологические качества станка, состоит в том, чтобы сделать приводным упорный ролик и улучшить его сцепление с кряжем. Для этого поверхность упорного ролика должна быть рифленой или иметь шипы. Осуществление такого мероприятия на спичечной фабрике «Маяк» (К. Ф. Дьяконов, 1954) дало очень хорошие результаты.

#### ЛИТЕРАТУРА

Аникин Б. П. Механизация лесоразработок, ч. I, Гослесбумиздат, 1950. Ашкинази К. М. и Залегаллер Б. Г. Машины и оборудование лесоразработок, Гослесбумиздат, 1955. Рахманов С. И. Машины и оборудование для лесоразработок, Гослесбумиздат, 1955. Дроздов Н. С. Исследование процесса окорки древесины резанием, кандидатская диссертация, рукопись, 1957. Дроздов Н. С. Определение коэффициентов резания при снятии стружек переменной толщины в условиях несвободного резания древесины, Бюллетень научно-технической информации по результатам научно-исследовательских работ, издание НИС ЛТА, № 42, 1956. Дроздов Н. С. Зависимость скорости резания от диаметров кряжей при окорке на станке ДОС-1, техническая информация по результатам научно-исследовательских работ, издание НИС ЛТА, № 31, 1955. Дьяконов К. Ф. Об окорке чураков на спичечных фабриках, журн. «Деревообрабатывающая и лесохимическая промышленность» № 6, 1954.

Поступила в редакцию  
20 января 1958 г.

## МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

ФОРМО- И РАЗМЕРООБРАЗОВАНИЕ В ПРОЦЕССЕ  
ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ РЕЗАНИЕМ \*

Ф. М. МАНЖОС

Профессор, доктор технических наук

(Московский лесотехнический институт)

## Условия размеро- и формообразования

При обработке древесины резанием размер детали или ее элементов в общем случае определяется расстоянием от режущего лезвия инструмента до теоретической базы детали.

На рис. 1 показан простейший случай обработки снятием стружки элементарным резцом, причем рассматривается лишь бесконечно малый участок ширины лезвия. Размер  $y$  от лезвия  $O$  до базирующей линии  $xx$  является установочным. Степень соответствия его заданному номинальному размеру зависит от точности настройки станка, которая выполняется рабочим-наладчиком. Субъективные особенности рабочего-настройщика и ошибки контрольных измерений при наладке вносят при каждой настройке свою ошибку, поэтому погрешность, вносимая рабочим при наладке станка, не может быть постоянной. Так как погрешность, проистекающая вследствие неточности настройки, не подчиняется видимой функциональной закономерности, то ее следует считать случайной.

Мгновенный размер  $y$  сохраняет свое постоянство при движении резца по направлению  $V$  только при следующих условиях:

- а) абсолютное отсутствие нормальных к базе смещений лезвия резца  $O$  и смещений самой базы  $xx$ ;
- б) абсолютная параллельность теоретической базы  $xx$  и направления движения резца  $V$ ;
- в) абсолютная однородность физических свойств обрабатываемого материала.

Следует сразу же заметить, что указанные условия практически неосуществимы.

Смещение лезвия резца  $OO_1$  по нормали к поверхности обработки всегда имеет место, если, во-первых, недостаточна жесткость как резца, так и элементов станка, на котором он закреплен; во-вто-

\* Данная статья освещает первичные положения теории точности обработки древесины. В последующих статьях будет дано развитие общих положений.



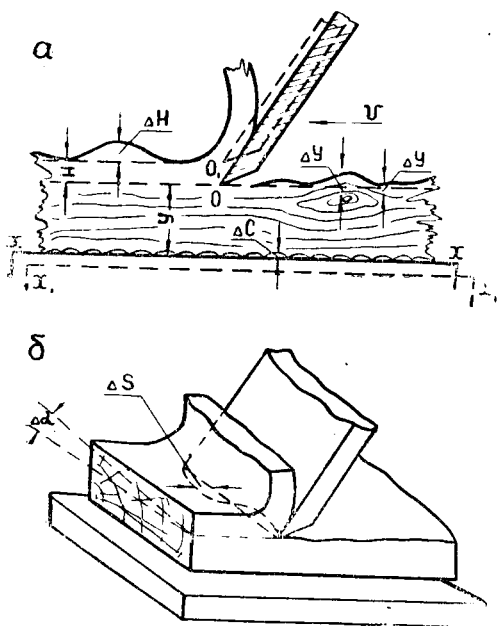


Рис. 1. Схема размеро- и формообразования процесса обработки детали на заданную толщину

*а* — по продольному профилю (*O* — лезвие резца; *OO'* — смещение лезвия от упругих сжатий, затупления или термического расширения; *xx* — базисуемая поверхность; *xx'* — величина смещения базисуемой поверхности от упругих и термических деформаций; *v* — направление движения резца; *H* — толщина стружки;  $\Delta H$  — приращение толщины стружки; *y* — установочный размер;  $\Delta y$  — упругое восстановление поверхности среза, зависящее от свойств древесины;  $\Delta C$  — величина смятия базисуемой поверхности детали).

*б* — при значительной ширине обработки ( $\Delta S$  — непрямолинейность лезвия;  $\Delta \alpha$  — непрямолинейность установки).

При этом нельзя не учитывать вторичного действия затупления лезвия, выражающегося в росте сил сопротивления резанию. Возрастание усилия резания приводит к увеличению отжатия резца и рабочего узла станка, вследствие их упругой деформации и, следовательно, увеличивает приращение  $\Delta y$  установочного размера *y*. Относительное смещение лезвия резца может происходить также вследствие нагревания инструмента в процессе резания. Нагрев резца обуславливает его термическое расширение а, следовательно и дополнительное приращение установочных размеров, различное в зависимости от условий процесса резания.

Смещения теоретической базы в процессе обработки могут произойти в связи с деформацией опорных, базисуемых обрабатываемую деталь, элементов станка, обусловленной действием сил резания или термическим расширением, а также вследствие деформации самой обрабатываемой детали.

Деформации *xx* элементов станка или приспособления, базисуемых обрабатываемую деталь, зависят от жесткости их, а также от величины нормальных составляющих сил резания. Так как последние постоянны по своей величине только при условии однородности обрабатываемого материала, неизменной остроте резца и толщине стружки, что практи-

рых, износ резца вызывает смещение режущей кромки резца, нормальное к линии базы.

При условии однородности обрабатываемого материала и постоянства толщины стружки *H*, указанные смещения будут иметь постоянную величину на протяжении всего процесса среза стружки, получая лишь первоначальное смещение по сравнению с заданным номинальным размером под действием сил сопротивления резанию.

Так как обрабатываемый материал практически не однороден, а толщина стружки в большинстве случаев при обработке резанием также непостоянна, то упругие деформации резца и рабочего узла станка, несущего резец, приведут к приращению размера *y* в процессе движения резца. При этом, чем выше жесткость резца и рабочего узла станка, чем однороднее обрабатываемый материал и чем неизменнее толщина стружки, тем меньше приращение размера *y*.

Функциональная зависимость, описывающая износ лезвия при затуплении в процессе обработки, определяет закон изменения размера *y*.

чески трудно достижимо, то и деформации базирующих поверхностей станка проявляются в связи с этим, как переменные величины на пути обработки. В этом случае также высокая жесткость элементов станка или приспособлений способствует снижению приращений (ошибок) установочного размера.

Деформация обрабатываемой детали в направлении, нормальном к теоретической базе, проявляется в форме прогиба детали, если деталь базируется не по всей базирующей поверхности, а также в форме смятия поверхностных слоев древесины, опирающихся на базирующие элементы станка или приспособления.

Величина нормальных деформаций поверхностного смятия древесины  $\Delta C$  зависит от величины нормальных удельных нагрузок на деталь, упругости древесины, а также микрогеометрии базируемой поверхности обрабатываемой деревянной детали.

Параллельность теоретической базы детали направлению движения резца является кинематическим понятием, так как связывает движущуюся точку лезвия  $O$  определенным заданным законом по отношению к некоторой линии теоретической базы.

Соблюдение указанного закона возможно при прямолинейности движения резца и параллельности теоретической базы движению суппорта, на котором закреплен резец.

Прямолинейность движения суппорта определяется степенью точности его направляющих, а параллельность движения зависит от геометрической точности относительного расположения в станке направляющих резцового суппорта и базирующей поверхности станка. В том случае, когда в станке деталь базируется на приспособление то параллельность движения резца теоретической базе зависит также от точности базирующего приспособления. Если же в станке предусмотрено настроечное регулирование взаимного положения базирующих элементов и резцового суппорта, то ошибка непараллельности всецело может считаться ошибкой настройки станка.

Неоднородность физических свойств древесины определяется ее волокнистым строением. Волокна древесины ориентированы в определенном направлении, но местные дефекты древесины в форме сучков, завитков, косослоя, волнистости, засмоленности и пр., располагающиеся без видимой закономерности на обрабатываемых деталях, характеризуют древесину как материал весьма неоднородный.

Опытом установлено, что при сверлении отверстий на разных участках одной доски усилие резания изменяется в пределах до 50% для сосны и до 20—25% для твердых пород древесины. Что касается сучков, то при их перерезывании рост усилия достигает 200—300% по сравнению с нормальными участками.

Неоднородность свойств древесины может влиять на точность обработки как непосредственно, так и косвенно.

Непосредственное влияние проявляется в форме неоднородного упругого восстановления  $\Delta u$  поверхности обработки. Это явление состоит в том, что после прохождения резца и среза им стружки, смятая поверхность среза поднимается на величину упругого смятия. Так как величина упругого восстановления зависит от свойств материала, то при его неоднородности размер  $u$  в разных сечениях не может быть одинаковым.

Косвенное влияние неоднородности древесины на размерообразование проявляется в изменении сил резания, что приводит к переменному воздействию сил на упругие элементы станка, инструмента, приспособления и на обрабатываемую деталь. В результате этого происходят

смещения лезвия и базирующих деталь элементов станка, а также деформации обрабатываемой детали путем упругого смятия на базах, или же в форме прогиба — в случае базирования на отдельных точках.

Если учесть, что лезвие резца имеет значительную ширину или же фасонный профиль, то погрешности обработки, рассматриваемые в другой координатной плоскости, будут определяться правильностью профиля обработки и ориентацией ножа по отношению к базе (рис. 1).

Правильность формообразования в процессе обработки зависит от точности профиля лезвия инструмента  $\Delta S$ , а ориентация обрабатываемой поверхности  $\Delta \alpha$  от ошибки настройки станка.

Станочная чистовая обработка детали из древесины чаще всего осуществляется применением сложных приемов резания (фрезерование, пиление и т. п.). При этом обработка поверхности производится путем последовательных срезов слоев древесины, а не единичным актом срезания стружки в один прием.

Режущий инструмент обычно осуществляет вращательное рабочее движение. В этом случае рассмотренные источники погрешностей сохраняют свое значение, однако появляется ряд дополнительных явлений, обуславливающих появление новых источников погрешностей. К таким явлениям следует отнести вибрацию инструмента и станка в целом, изменение условий мгновенного базирования детали при продвижении ее непосредственно по плите станка, обладающей собственными погрешностями, упругое смятие поверхности подающими вальцами, а также непостоянство скорости подачи обрабатываемой заготовки на станках с ручной подачей. Нормальные вибрации шпинделя и станка в целом обычно ухудшают чистоту обработки, то есть микрогеометрию обрабатываемых поверхностей и практически не имеют существенного значения в образовании размеров обрабатываемой детали.

#### **Источники погрешностей обработки в пределах протяженности единичной детали**

В рассматриваемом случае точность обработки обычно определяется величиной погрешностей одного или нескольких главных размеров детали, называемых контролируемыми размерами. Например, толщина детали или ее элемента измеряется либо только в одном среднем сечении, когда размеры детали невелики, либо измерения производятся в нескольких сечениях при значительных ее размерах.

Главные контролируемые размеры подвергаются измерению в процессе производства партий деталей. Погрешности остальных размеров, не имеющих столь важного значения, как контролируемые, исключаются сведением их до минимума в процессе настройки станка, выверкой станков, инструментов и приспособлений при их изготовлении и ремонте. Погрешности неконтролируемых размеров в процессе производства партий деталей возникают вследствие неправильности взаимного расположения элементов детали.

При обработке на станке единичной детали, или каждой отдельно рассматриваемой детали партии, ее размеры и форма определяются рассмотренными ранее факторами, из которых одни вносят практически несущественные погрешности, а другие играют определяющую роль в формировании размеров.

К несущественным факторам относятся затупление и нагрев резцов, неравномерность припуска, качество базирующей поверхности, нестабильность режима обработки, которые являются практически неизменными на пути обработки этой детали. В том случае, когда размер участка

обработки по направлению подачи невелик, например, у шипов, гнезд, отверстий, то к категории несущественных факторов следует дополнительно относить также упругие деформации инструмента станка и приспособления, зависящие от степени их жесткости, неоднородность свойства древесины и непостоянство режима резания в пределах ничтожной протяженности зоны обработки.

Таким образом, основными размерообразующими факторами при обработке каждой детали в пределах ее протяженности являются геометрические погрешности станка, инструмента, приспособлений и погрешности настройки, а при значительных размерах обрабатываемого элемента также жесткость системы, неоднородность свойств древесины, а в ряде случаев и нестабильность режима в пределах участка обработки.

### Источники погрешности обработки партии деталей

Если на предварительно настроенном станке выполнять обработку не одной детали, а последовательно целой партии, то точность обработки каждой детали в партии не остается постоянной.

Рассматривая источники погрешностей, обратим внимание на сохранение постоянства или изменения во времени их характеристик при обработке партии деталей.

На протяжении времени обработки партии деталей неизменной остается геометрическая точность основной схемы и жесткость узлов настроенного станка. В процессе длительной работы станка возможна его разладка в связи с ослаблением крепежных устройств, фиксирующих нормальное настроенное положение режущих и базирующих элементов. Разладка станка на протяжении обработки одной партии деталей обычно практически исключается конструктивно надежными стопорными устройствами. Только неисправные или грубые станки могут иметь указанную разладку. Если же она имеет место, то в процессе работы выполняется периодическая подналадка станка.

Необходимо также иметь в виду возможные изменения настроечных размеров станка в связи с температурными деформациями рабочих узлов (подшипники, шпиндели). При пуске холодного станка в течение 20—30 мин. происходит обогрев и приработка рабочих элементов станка. В этот промежуток времени температурные деформации в той или иной мере оказывают свое влияние на точность обработки группы деталей.

Режущий инструмент в процессе обработки партии деталей не меняет своей геометрической точности и жесткости, если по конструкции он изготовлен из материала, обладающего высокой жесткостью и практически не нагревается в процессе работы.

Часть режущих инструментов, например, пилы рамные, дисковые, конические и строгальные имеют малую собственную жесткость. Нагрев в процессе резания снижает жесткость инструмента. Снижение жесткости влечет за собой изменение величины погрешностей обработки партии деталей вплоть до установления стационарного температурного режима.

Наиболее значительное влияние на погрешности партии деталей оказывает затупление резцов вследствие как геометрического износа, так и повышения упругих деформаций системы «станок-деталь-инструмент» в связи с закономерным повышением сил резания, вызываемым затуплением резца.

Приспособления, как правило, не изменяют своих характеристик за период обработки партии деталей и поэтому не влияют на точность обработки партии. Косвенное влияние на размерообразование приспособ-

собление может иметь в случае засорения его базирующих поверхностей стружками или в случае интенсивного износа.

Полностью меняется характеристика каждой новой заготовки, поступающей в обработку. При этом изменяются механические характеристики материала в меньшей мере — жесткость детали; в операциях поверхностной обработки изменяется толщина снимаемого слоя (припуск), а также изменяется качество базы, то есть форма базирующей поверхности. Последнее приводит к непостоянству базирующей поверхности. А это, в свою очередь, влечет за собой непостоянство базирования партии деталей.

Наконец, рабочий-функционер также вносит непостоянство своего воздействия на каждую из деталей в партии. Допуская каждый раз новые ошибки базирования деталей и изменяя режим подачи на станках с ручной подачей, рабочий вносит тем самым неоднородность в размеры партии деталей. Кроме того, при контроле размеров в процессе работы, также неизбежна неточность измерений, что в ряде случаев приводит к необходимости дополнительных подналадок станка.

### Классификация погрешностей обработки и источников их происхождения

Первичные источники производственных погрешностей обработки определяются характеристиками станка, инструмента, приспособления, заготовки, а также зависят от квалификации рабочего. Ниже приводится классификация первичных источников, обуславливающих погрешности обработки (рис. 2).

По характеру получаемых погрешностей обработки партии деталей различают погрешности систематические и случайные.

Систематической погрешностью называется такая погрешность, которая для всех деталей обработанной партии остается постоянной или же закономерно изменяется во времени для каждой последующей обрабатываемой детали.

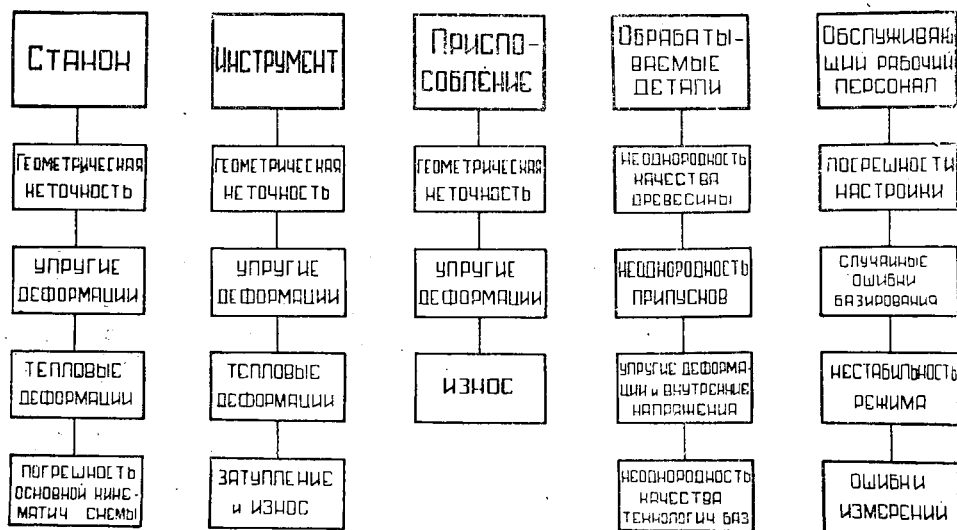


Рис. 2. Источники производственных погрешностей обработки древесины.

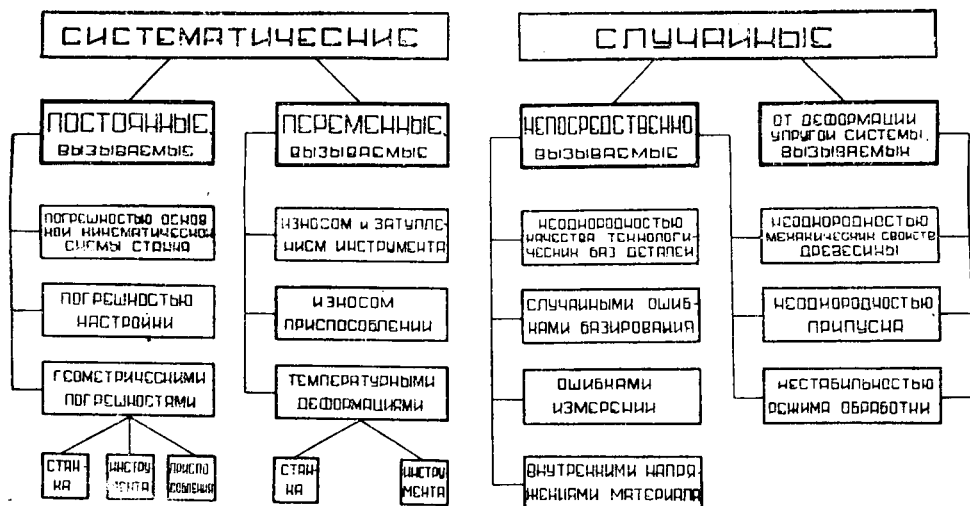


Рис. 3. Классификация погрешностей обработки древесины по их характеру и источникам происхождения.

Источниками постоянных систематических ошибок одной партии деталей являются факторы, непрерывно действующие и неизменные во времени. Сюда относятся геометрические неточности станка, инструмента и приспособления, неточности основной кинематической схемы, погрешности настройки станка.

К источникам систематических, но непрерывно изменяющихся по определенному закону погрешностей относятся:

- температурные деформации станка и инструмента;
- затупление резцов и износ приспособлений.

Случайные погрешности имеют различные значения для каждой детали обрабатываемой партии, при этом их появление не подчиняется никакой видимой закономерности.

Источниками их являются: неоднородность качества технологических баз деталей, случайные ошибки базирования, зависящие от рабочего, ошибки измерений, а также (что наиболее важно) неоднородность свойств древесины, непостоянство величин припуска и нестабильность режима обработки. Последние три фактора влияют как непосредственно, так и через деформации, определяемые жесткостью упругой системы «станок-инструмент-приспособление-деталь». Схема классификации погрешностей обработки по их характеру представлена на рис. 3.

Если рассматривать совокупность размеров деталей, обработанных на одном станке, но при различных его настройках или установке других экземпляров инструментов, то погрешности настройки и инструмента уже не будут источником систематической постоянной ошибки партии деталей, а перейдут в категорию случайных.

В случае, если партия одинаковых деталей обрабатывается в определенный период времени на разных станках, при различной настройке, различными рабочими, что имеет место в производстве, все источники погрешностей, строго говоря, являются случайными так же, как и погрешности обработки, ими вызываемые.

Чем больше рассматриваемая совокупность деталей, тем больше систематически действующих факторов переходит в категорию дающих

случайные погрешности. В пределе исчезают все систематические ошибки и имеют место только случайные.

В мелкосерийном производстве изделий из древесины, когда партия деталей обрабатывается на одном настроенном станке, доля систематических погрешностей и их величина одинакова для любой из деталей партии.

В производстве сериями средней величины часть операций по механической обработке деталей выполняется либо на одном, несколько раз настраиваемом станке, либо одновременно на нескольких станках, осуществляющих аналогичные операции. В этом случае в серии деталей происходит смешение нескольких партий деталей, полученных за одну установку станка. Чем крупнее производящаяся серия изделий, тем больше смешивается отдельных партий, полученных за одну установку станка; тем значимее доля случайных погрешностей.

Погрешности обработки классифицируются также в зависимости от нагрузки станка. В этом смысле различают:

- 1) погрешности, не зависящие от нагрузки;
- 2) погрешности, зависящие от нагрузки.

Первые погрешности определяют предельную наивысшую точность обработки на станке в условиях снятия самых тонких стружек, при практическом отсутствии влияния упругих деформаций системы, а, следовательно, неоднородности физических и механических качеств древесины, режима работы и затупления резцов.

Погрешности, не зависящие от нагрузки, определяются прежде всего геометрической неточностью станка, инструмента и приспособления, ошибкой настройки станка, а также частично ошибками контроля и неоднородностью базирования.

Погрешности, зависящие от нагрузки, определяются влиянием деформаций упругой системы и затупления инструмента. Полная погрешность обработки на станке за одну его настройку представляет сумму погрешностей, не зависящих от нагрузки и зависящих от нее.

### **О методе определения погрешностей обработки древесины**

В технологии механической обработки древесины используется принцип автоматического получения размеров на предварительно настроенном для обработки партии станке.

Изготовление деталей по промерам, как это имеет место в металлообработке при работе на универсальных токарных, строгальных и других станках, — почти отсутствует.

При фабрично-заводском изготовлении деревянных деталей имеют место редкие исключения. Так, например, на токарных универсальных станках работа ведется по промерам.

В связи с указанным обстоятельством, размерообразование обрабатываемой партии деталей осуществляется в условиях совместного воздействия всех источников погрешностей обработки, как систематических, так и случайных.

Систематические постоянные ошибки обработки, то есть ошибки, неизменно повторяющиеся в каждой последующей детали обрабатываемой партии, является результатом действия первичных ошибок в геометрии и кинематике станка, инструмента и приспособления, а также размерной настройки станка.

Постоянные систематические погрешности обработки находятся в определенной функциональной связи с первичными геометрическими и кинематическими ошибками станка, инструмента и приспособлений, но

найти аналитическое решение этой зависимости можно только в том случае, если известны как взаимные фазы первичных ошибок, так и соотношения величин этих ошибок.

Установить такую функцию с переменными параметрами в общем виде трудно. Точное решение в этом случае, вообще говоря, невозможно, так как функциональная ошибка становится неопределенной, и задача может быть разрешена лишь методом теории вероятности.

Систематические переменные погрешности повторяются в каждой последующей обрабатываемой детали, численно изменяясь во времени по определенному закону.

Закон изменения первичной переменной систематической погрешности может быть установлен эмпирически. Что же касается случайных ошибок, изменение которых не подчиняется никакой видимой закономерности, то их определение возможно только опытным путем, с последующим выяснением характера ошибок методом теории вероятности.

Случайное и закономерное изменение влияния первичных источников погрешностей в процессе обработки партии деталей приводит к рассеянию в определенных пределах размеров деталей обработанной партии. Систематические постоянные погрешности при этом, не влияя на величину и характер рассеяния размеров, лишь изменяют величину среднего значения.

Определение характеристик точности механической обработки не может базироваться на расчетно-аналитическом методе в связи с наличием случайных погрешностей, не поддающихся аналитическому расчету.

Статистическое определение погрешностей обработки неизбежно для выявления влияния многих, постоянно действующих, факторов случайного характера. Однако, статистический метод определения погрешностей ограничен в своих возможностях.

Результаты статистических исследований обычно констатируют факты и не дают прямых указаний о способах совершенствования технологии для снижения величины погрешностей обработки.

Получение обобщенных выводов или закономерностей требует весьма большого числа наблюдений. Тем не менее, на первом же этапе изучения вопроса о точности обработки изделий неизбежно использование статистического метода и лишь по мере расширения познаний в этой области представится возможность вначале сочетания статистического метода с расчетно-аналитическим методом, а в дальнейшем — все большее и большее освобождение от доли статистического метода в вопросе определения погрешностей.

Поступила в редакцию

11 октября 1957 г.



## ВЛИЯНИЕ МЕЖДУЧАСТИЧНЫХ СИЛ НА КАЧЕСТВО ПРЕССОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ

А. Н. МИНИН

Кандидат технических наук

(Белорусский лесотехнический институт)

Проблема рационального использования древесины заставляет всесторонне исследовать возможность использования измельченных древесных отходов для производства прессованных изделий из древесины.

Качество прессованных изделий существенным образом зависит от условий, в которых производится пьезотермическая обработка подготовленного из измельченной древесины прессматериала.

Важнейшими физическими явлениями, происходящими при пьезотермической обработке измельченной древесины в замкнутом пространстве, являются деформации. От величины полной деформации и от соотношения упругой и пластической деформации зависит качество прессованной древесины. На величину полной и соотношение упругой и пластической деформаций, кроме основных технологических факторов\*, большое влияние оказывают междучастичные силы взаимодействия, которые существенно зависят от расстояния между частицами. Эта зависимость описывается следующими выражениями\*\*:

силы притяжения

$$P_{\text{пр}} = \frac{a}{r}; \quad (1)$$

силы отталкивания

$$P_{\text{от}} = \frac{b}{r^n}; \quad (2)$$

где  $a$  и  $b$  — константы, причем  $b > a$ ;

$n$  — показатель степени, который всегда больше 1;

$r$  — расстояние между центрами частиц, и его значение всегда положительное.

\* А. Н. Минин. Влияние основных технологических факторов на деформации измельченной древесины. Сборник трудов БЛТИ им. С. М. Кирова. Белгосиздат, 1957.

\*\* Э. И. Берг. Технология синтетических пластических масс. Госхимиздат, Л., 1954.

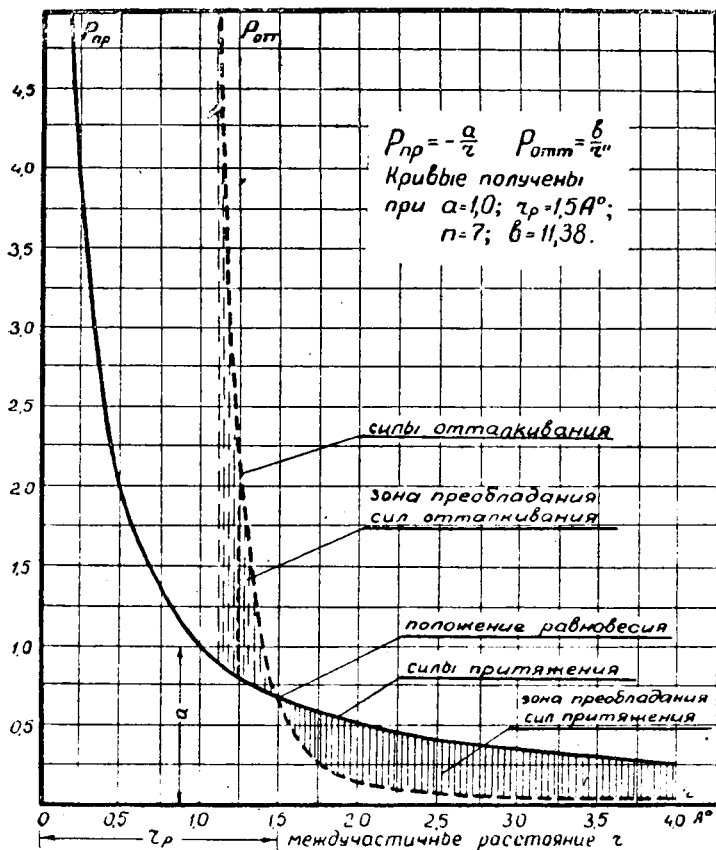


Рис. 1.

Условие равновесного состояния системы, определяемое соотношением сил притяжения и отталкивания между частицами, может быть выражено равенством:

$$\frac{a}{r_p} = \frac{b}{r_p^n}, \quad (3)$$

откуда следует, что расстояние между частицами, при котором осуществляется равновесие сил притяжения и отталкивания равно:

$$r_p = \sqrt[n-1]{\frac{b}{a}}; \quad (4)$$

где:  $r_p$  — расстояние между центрами частиц в состоянии равновесия системы.

По данным В. Н. Кондратьева расстояние между атомами углеродных соединений в состоянии равновесия равно: при одинарной связи —  $1,5 \text{ \AA}$ , двойной —  $r_p = 1,3 \text{ \AA}$  и тройной —  $r_p = 1,2 \text{ \AA}$ .

Для вскрытия влияния междучастичных сил притяжения и отталкивания на деформации измельченной древесины при прессовании ее в замкнутом пространстве по формулам (1) и (2) построен график

(рис. 1) зависимости сил притяжения и отталкивания от изменения междучастичного расстояния при следующих значениях констант:  $r_p = 1,5 \text{ \AA}$ ,  $n = 7$ ;  $a = 1,0$  и  $b = 11,38$ . Константы  $a$  и  $b$  определялись по методике В. Н. Кондратьева\*.

Из формул (1) и (2) и графика на рис. 1 видно, что силы притяжения и силы отталкивания изменяются неодинаково, в зависимости от расстояния между ними. При  $r = 0$  междучастичные силы притяжения и отталкивания равны бесконечности, а при  $r = \infty$  они равны нулю. При  $r = 1 \text{ \AA}$  силы притяжения численно равны « $a$ », а силы отталкивания численно равны « $b$ ». При уменьшении расстояния между частицами от бесконечности до нуля междучастичные силы притяжения и отталкивания изменяются неодинаково. В начале сближения частиц силы притяжения увеличиваются быстрее, чем силы отталкивания. Преобладание междучастичных сил притяжения над силами отталкивания способствует росту полной и пластической деформаций и уменьшению упругой деформации.

После достижения максимальной разности между силами притяжения и отталкивания силы отталкивания растут быстрее, чем силы притяжения. С этого момента сближение частиц встречает резко возрастающее преобладание междучастичных сил отталкивания над силами притяжения, которые при дальнейшем сжатии препятствуют приращению полной деформации (рис. 2) и вызывают все возрастающие упругие деформации. При  $r < r_p$  наблюдается резкое увеличение преобладания сил отталкивания над силами притяжения.

Влияние междучастичных сил притяжения и отталкивания на деформации измельченной древесины при прессовании ее в замкнутом пространстве определяется величиной и направлением их равнодействующей, описываемой выражением

$$R = P_{\text{пр}} - P_{\text{от}} = \frac{a}{r} - \frac{b}{r^n}, \quad (5)$$

Междучастичное расстояние, при котором осуществляется максимальное взаимное притяжение частиц, может быть определено из выражения:

$$\lg r_m = \frac{\lg \frac{n \cdot b}{a}}{n - 1} \quad (6)$$

Зависимость равнодействующей междучастичных сил притяжения и отталкивания от изменения междучастичного расстояния представлена на рис. 3. Имея в виду эту зависимость, процесс прессования материала в закрытой прессформе можно разделить на следующие три фазы:

Первая фаза прессования начинается с момента приложения давления к прессматериалу. В этой фазе междучастичные силы притяжения преобладают над силами отталкивания, причем равнодействующая этих сил имеет положительное значение и увеличивается по

\* В. Н. Кондратьев. Структура атомов и молекул. Изд-во АН СССР, 1946

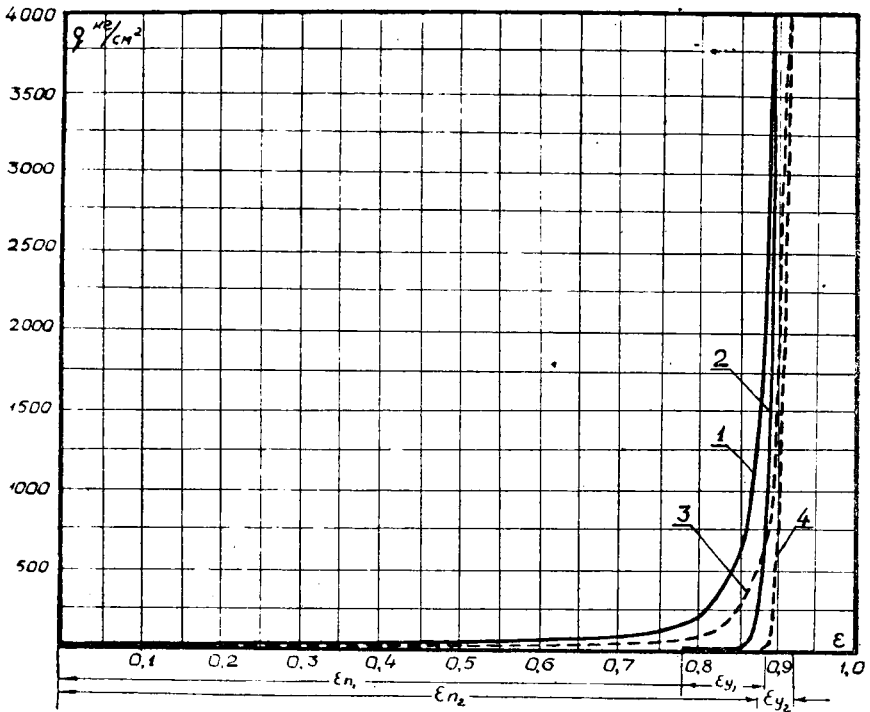


Рис. 2.

мере сближения частиц до междучастичного расстояния, определяемого по формуле (6). В конце фазы при  $r = r_m$  положительная равнодействующая достигает своего максимума. Преобладание сил притяжения над силами отталкивания в этой фазе прессования способствует росту полной и пластической и уменьшению упругой деформации. В этой фазе сближение частиц протекает при сравнительно небольших удельных давлениях прессования (до  $30\text{--}50 \text{ кг/см}^2$ ), но при значительной объемной деформации, что видно на рис. 2.

Второй фазе прессования материала соответствует интервал от  $r = r_m$  до  $r = r_p$ . Эта фаза характерна уменьшением положительной равнодействующей, так как при дальнейшем сближении частиц междучастичные силы отталкивания увеличиваются быстрее, чем силы притяжения. В конце этой фазы междучастичные силы притяжения и отталкивания равны между собой. Фаза характерна тем, что она протекает при сравнительно высоких удельных давлениях прессования (от  $30\text{--}50$  до  $750\text{--}3000 \text{ кг/см}^2$ ), но при незначительной объемной деформации (рис. 2). Усилие прессования во второй фазе растет значительно быстрее, так как по мере сближения частиц в этой фазе увеличиваются силы трения —  $T$ , уменьшается положительное значение равнодействующей междучастичных сил притяжения и отталкивания —  $R$ . В конце этой фазы усилие прессования —  $Q$  равно сумме внутренних —  $T_1$  и внешних —  $T_2$  сил трения.

Третья фаза прессования материала простирается от значения  $r = r_n$  в сторону дальнейшего уменьшения расстояния между частицами. В этой фазе силы отталкивания увеличиваются значительно быстрее,

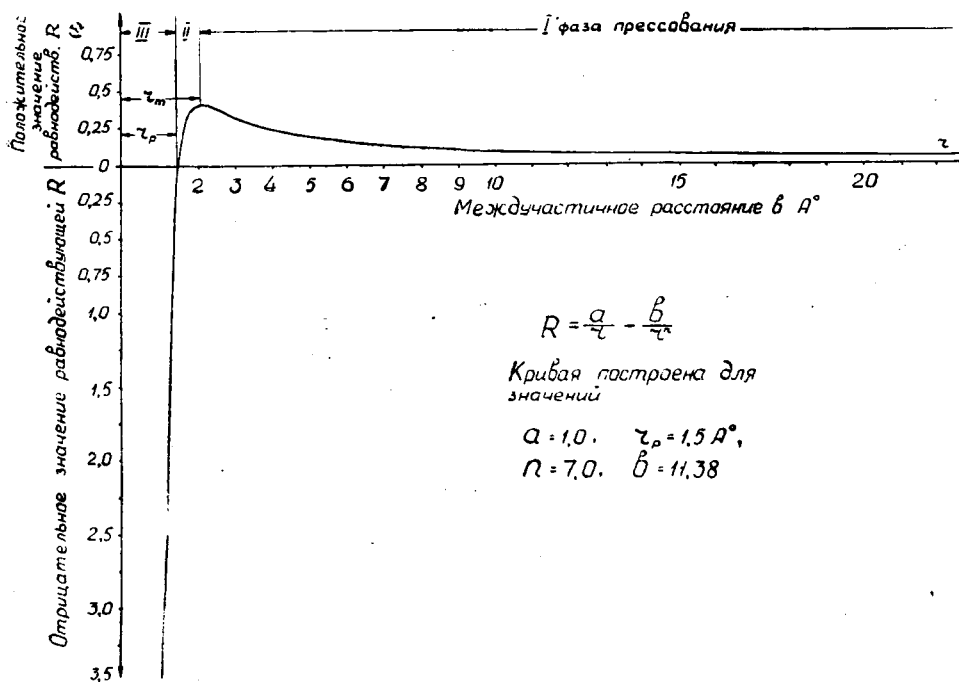


Рис. 3.

чем силы притяжения. Поэтому сближение частиц за пределом равновесия системы встречает резко возрастающее отрицательное значение равнодействующей междучастичных сил притяжения и отталкивания, которое при дальнейшем сжатии препятствует приращению полной деформации и вызывает все возрастающие упругие деформации (рис. 2 и 3). Третья фаза прессования протекает при высоких и сверхвысоких удельных давлениях прессования, но при весьма малой объемной деформации, что видно на рис. 2.

Усилие прессования в любой фазе может быть определено по формуле

$$Q = T_1 + T_2 - R, \quad (7)$$

где  $Q$  — усилие прессования;

$T_1$  — силы трения, возникающие между частицами прессуемого материала;

$T_2$  — силы трения, возникающие между прессуемым материалом и стенками прессформы;

$R$  — равнодействующая междучастичных сил притяжения и отталкивания.

При сравнении кривых сжатия 1 и 3 (рис. 2), записанных на испытательной машине ИМ-4А, с кривой равнодействующей междучастичных сил притяжения и отталкивания (рис. 3) видно, что в характере указанных кривых наблюдается некоторое подобие. Это позволяет предполагать, что величина и направление равнодействующей междучастич-

ных сил притяжения и отталкивания, наряду с силами трения, возникающими между элементарными частицами прессуемого материала, оказывают решающее влияние на полную деформацию и соотношение упругой и пластической деформаций. Кроме указанного, подобие кривых подтверждает правильность методики определения констант  $a$ ,  $b$ ,  $n$  и  $r_p$ .

Из рис. 3 и формулы (7) видно, что в первой и второй фазах деформирования измельченной древесины усилие прессования равно силам трения за вычетом положительной равнодействующей междучастичных сил притяжения и отталкивания. При этом силы внутреннего трения в прессуемом материале больше положительной равнодействующей междучастичных сил притяжения и отталкивания. Поэтому решающее значение на усилие прессования в первой и второй фазах деформирования материала оказывает преобладание сил трения, возникающих между частицами прессуемого материала над положительной равнодействующей междучастичных сил притяжения и отталкивания. При сжатии прессуемого материала во второй фазе положительная равнодействующая уменьшается, а внутренние силы трения возрастают. В конце второй фазы деформирования материала усилие прессования полностью затрачивается на преодоление сил трения ( $T_1$  и  $T_2$ ). В третьей фазе деформирования прессуемого материала силы внутреннего трения и равнодействующая междучастичных сил притяжения и отталкивания имеют одинаковое направление. Преобладающая часть усилия прессования в этой фазе затрачивается на преодоление резко возрастающей отрицательной равнодействующей междучастичных сил притяжения и отталкивания.

При снятии давления с прессуемого материала, деформированного в пределах первой и второй фаз, силы внутреннего трения и положительная равнодействующая междучастичных сил притяжения и отталкивания имеют одинаковое направление и способствуют увеличению пластической деформации за счет уменьшения упругой деформации. При снятии давления с материала, спрессованного в пределах третьей фазы, силы внутреннего трения также способствуют увеличению пластической деформации за счет упругой деформации, а отрицательная равнодействующая междучастичных сил притяжения и отталкивания в этой фазе способствует увеличению упругой деформации за счет уменьшения пластической деформации.

Таким образом, при определении режимов прессования измельченной древесины необходимо учитывать силы трения, возникающие между частицами прессуемого материала, и величину и направление равнодействующей междучастичных сил притяжения и отталкивания, а именно:

- 1) при получении плотных и прочных спрессованных изделий необходимо на первом этапе прессования добиваться уменьшения сил внутреннего трения, а перед снятием давления стремиться к максимальному увеличению их. Этого можно достигнуть путем прессования по возможности более влажного (в пределах до точки насыщения волокна) и нагретого до состояния наибольшей текучести материала и последующего просушивания и охлаждения спрессованного материала еще до снятия давления. Практически это легко может быть осуществлено при прессовании из измельченной древесины плит на горячих гидравлических многоплитных прессах, конструкцией которых предусмотрена возможность просушки и охлаждения прессматериала, как это широко применяется при производстве древесно-слоистых пластиков, декоративно-отделочной фанеры и ряда других высококачественных спрессованных материалов.

- 2) При производстве легких и прочных спрессованных материалов

необходимо стремиться к увеличению сил трения и прессматериала не только перед снятием давления, но и в процессе всего периода прессования прессматериалов. Этого можно достигнуть путем прессования более сухого и, по возможности, менее нагретого материала при переменном, постепенно понижающемся, удельном давлении прессования. На первом этапе для сближения частиц до максимального значения положительной равнодействующей междучастичных сил притяжения и отталкивания (рис. 3) желательно дать более высокое удельное давление прессования. После достижения указанного положения необходимо постепенно уменьшать удельное давление прессования до величины несколько превышающей упругие усилия, возникающие в прессуемом материале. В настоящее время при получении легких прессованных материалов (стружечных плит и др.) применяют ступенчатые режимы прессования. На первом этапе дают высокое удельное давление прессования; затем его ступенчато уменьшают.

3) Увеличение удельного давления за пределом равновесия системы значительного упрочнения и уплотнения прессованным изделиям не дает. Поэтому завышенное удельное давление прессования, применяемое на брикетных прессах, ни чем не оправдано, ведет к утяжелению конструкции указанных прессов и значительному завышению мощности привода.

4) Наиболее прочный прессованный материал должен получаться при уплотнении прессуемого материала до максимального значения положительной равнодействующей междучастичных сил притяжения и отталкивания, если при этом удельном давлении пленки вяжущего вещества будут предельно ориентированы, биомолекулярны.

5) Процесс прессования измельченной древесины в первой фазе протекает при сравнительно небольших удельных давлениях прессования, но при значительной объемной деформации (рис. 2). Поэтому, с целью получения нормальной толщины брикетов, на штемпельных брикетировочных прессах необходимо применять предварительное уплотнение измельченной древесины при подаче ее в прессовальную камеру пресса с тем, чтобы не изменять длину прессовальной камеры. Наиболее целесообразным механизмом для предварительного уплотнения рыхлого материала является винтовой конический транспортер.

## О ВНУТРЕННИХ НАПРЯЖЕНИЯХ В ДРЕВЕСИНЕ

**В. Р. АВАКЯН**

Ассистент

(Ленинградская лесотехническая академия)

Неуклонно возрастающие требования, предъявляемые к качеству изделий из древесины, заставляют обратиться к изучению влияния внутренних напряжений на физико-механические, технологические и другие свойства древесины. Еще в XVIII веке предпринимались попытки объяснить деформации древесины наличием у нее собственных внутренних напряжений, но до сих пор этот вопрос должным образом не изучен. Тем не менее, развитие теоретических основ деревообработки и смежных с ней наук создает предпосылки для детального изучения проблемы внутренних напряжений в древесине.

Останавливаясь на понятии внутренних напряжений, следует сказать, что внутренними напряжениями называются, независимо от причин их возникновения, такие напряжения, которые существуют в теле при отсутствии воздействия на него внешних факторов.

Внутренние напряжения возникают под влиянием температурных колебаний, колебаний влажности, механических воздействий и множества других причин, причем тело может одновременно испытывать внутренние напряжения, обусловленные несколькими причинами. Принимая во внимание, что влияние этих причин меняется и в направлении и во времени, приходится признать, что общая картина внутренних напряжений в теле может быть весьма сложной.

Все тела находятся в напряженном состоянии, причем природа, причины и величины этих напряжений отличаются разнообразием, а сами напряжения внутри взаимно уравновешены.

Внутренние напряжения, свойственные древесине, в отличие от внутренних напряжений в металлах, вызываемых внешними факторами и остающимися после прекращения их действия, не являются следствием воздействия внешних сил, а обусловлены физико-химическими свойствами и анатомическим строением древесины. Поэтому представляется целесообразным сохранить для древесины термин «внутренние напряжения», а не «остаточные напряжения», как принято в теории металлов.

Если в металлах остаточные напряжения могут уменьшаться в результате сотрясений, колебаний и т. д. (Ф. Ф. Витман, 1933), то внутренние напряжения в древесине не исчезают и не ослабевают заметно от упомянутых причин ввиду того, что механические воздействия, оказываемые на древесину, сводятся к упругим деформациям древесины.



К изменению внутренних напряжений приводит пластическая деформация, которая весьма резко проявляется при термической обработке древесины.

Внутренние напряжения древесины являются следствием усушки и анатомического строения древесины:

вследствие гигроскопичности древесина подвержена частым изменениям влагосодержания, которые вызывают в ней внутренние напряжения, достигающие значительных величин при резких изменениях влажности в процессе сушки;

анатомия древесины и ее биологическое происхождение, то есть, форма растущего дерева, его внутреннее строение, физико-химические свойства древесных тканей — все это обуславливает еще во время роста дерева возникновение внутренних напряжений в древесных тканях.

Следует остановиться на некоторых существующих результатах исследований и взглядах на данный вопрос.

Ствол дерева в период роста противостоит нагрузкам от собственного веса, от осадков, ветра и прочих воздействий, то есть древесный ствол должен обладать свойствами пружины, консольной балки и рессоры (В. Ф. Раздорский, 1932). Этому соответствует форма ствола (тело равного сопротивления) и внутреннее строение (слоистость и спиральные напряжения фибрилл).

Исследования проф. А. И. Кузнецова дают ему возможность утверждать, что «внутренние напряжения в древесных стволах распределяются следующим образом: периферические волокна находятся в состоянии продольного растяжения и поперечного (тангентального) сжатия; волокна центральной зоны ствола, напротив, сжаты вдоль длины и растянуты в радиальном и тангентальном направлениях» (А. И. Кузнецов, 1950).

Таким образом, ствол растущего дерева представляет весьма совершенное сооружение как по форме и анатомическому строению, так и по наличию и распределению в нем внутренних напряжений. Установлено, что:

а) с увеличением диаметра бревна деформации уменьшаются;

б) при одинаковых диаметрах стволов величины деформации (стрела прогиба) у сосновых и еловых образцов почти одинаковы, но внутренние напряжения несколько различны ввиду различных значений модулей упругости;

в) за пределом точки насыщения волокон влажность не влияет на внутренние напряжения.

В практике отмечается, что анизотропность древесины является недостатком древесины как материала. Анизотропия возникает в растущем дереве и является неизбежным следствием самого конструктивного оформления ствола, представляемого в виде пружины-рессоры.

Достоинства дерева-ствола как сооружения исчезают после его рубки, однако, в зависимости от дальнейшего назначения древесины и способов ее обработки (распиловка, строгание, колка, высушивание, лущение и т. д.) древесина либо сохраняет упомянутые свойства ствола, либо утрачивает их совсем или частично, либо приобретает новые, благодаря чему и внутренние напряжения также меняются.

При оценке технического значения внутренних напряжений необходимо, кроме непосредственного влияния их на свойства сортамента, учитывать и значение сопутствующих напряжений деформаций, а также связанные с напряжениями особенности анатомического строения древесины.

Возникновение внутренних напряжений от усушки исследовано до-

статочно подробно, и если прежде деформации усушки объяснялись только с качественной стороны, то в настоящее время ряд авторов вполне обоснованно дает и количественную характеристику этого явления.

В 1873 году в курсе технологии дерева, читавшемся в Технологическом институте, акад. А. В. Гадолин впервые предложил аналитическую формулу, позволяющую вычислить величину коробления от усушки и зависимость коробления от размеров доски и расположения последней в стволе дерева или в бревне (А. В. Гадолин, 1873). Эта формула имеет следующий вид:

$$y = (1 - v) [(x \sin \omega \delta - l)(1 - \cos \omega \delta)]$$

где:  $v$  — коэффициент усушки для радиального направления;

$x = \frac{b}{2}$  — половинная ширина доски;

$\mu$  — коэффициент усушки для тангентального направления;

$\delta = \mu - v$  — разность коэффициентов усушки;

$\omega$  — угол наклона сердцевинного луча к радиусу годичного слоя;

$l$  — расстояние доски от центра бревна (сердцевины), то есть место расположения выпиленной доски в бревне.

Из формулы видно, что величина коробления  $y$  будет тем больше, чем больше  $x$  и чем меньше  $l$ , то есть коробление больше у краев (у кромки) доски и для досок, у которых широкая плоскость (пласть) выпилена ближе к сердцевине бревна.

Формула дает возможность определить величину коробления в любой точке доски по ширине. Коробление в доске будет симметричным или несимметричным в зависимости от расположения сердцевинного луча в доске. Наиболее невыгодное коробление будет как по ширине, так и по длине доски, когда перпендикулярный к ширине пласти сердцевинный луч проходит по диагонали. Поэтому при распиловке досок и заготовке желательного добиваться того, чтобы сердцевинный луч проходил симметрично по длине и по ширине.

Работа акад. А. В. Гадолина дает возможность сделать вывод, что выпиливать заготовки желательно трапециoidalной формы с тем, чтобы не нарушать нормального сбега ствол (необрезные доски). Не удивительно, что в практике столярно-механических производств в начале XX века как у нас, так и за рубежом встречались ответственные щитовые конструкции, собранные из деревянных деталей трапециoidalной формы.

Установлено, что величина появляющихся при сушке древесины внутренних напряжений в пределах точки насыщения волокон, то есть от 0 до 33%, практически пропорциональна насыщению, но вследствие анизотропии древесины они неодинаковы по разным направлениям, что приводит к нарушению первоначальной формы заготовки, к ее короблению.

Величины деформации характеризуются коэффициентами усушки  $\alpha$ , значения которых при полной усушке изменяются вдоль волокон на величины, измеряемые долями процента; поперек волокон, в направлении касательной к годовым кольцам (в тангентальном направлении), достигают величины  $\alpha_t = 10-15\%$ , а в радиальном направлении они ( $\alpha_r$ ) примерно в два раза меньше.

На основании изложенного В. Н. Быковский (1952), используя работу А. В. Гадолина, выяснил характер распределения коэффициента

усушки  $\alpha$  в зависимости от угла наклона годовых слоев к пласти доски, согласно обычной формуле теории упругости, по которой подсчитывают деформации в любом направлении под углом к осям координат.

Далее В. Н. Быковский отмечает, «что все эти элементарные деформации усушки приводят к искажению формы сечения доски, то есть к ее короблению по некоторой поверхности довольно сложного очертания». Учитывая, что коэффициент усушки по толщине доски меняется линейно от пласти к пласти, можно считать, что величина коробления определяется как разность средних деформаций обеих пластей, а искривление линий поперечного сечения происходит по окружности.

Приводимые соображения о деформации от усушки различно выпиленных заготовок дают возможность представить характер распределения внутренних напряжений как поперек, так и вдоль заготовки и даже оценить их величину.

Одним из наиболее распространенных методов определения характера внутренних напряжений в древесине при сушке является метод силовых секций, заключающийся в наблюдении за изменениями формы зубцов образца, изготовленного из испытуемого материала. Этот метод позволяет определить только характер внутренних напряжений и, в некоторых случаях, весьма приближенно — их относительную величину. Метод не дает точного определения величины внутренних напряжений, однако привлекателен своей простотой.

Рядом авторов предпринимались попытки установления предельного градиента влажности на основе учета величины внутренних напряжений и влагопроводности древесины, но результаты эксперимента не подтвердили этой зависимости. Однако в литературе отмечается, что, вследствие наличия градиента влажности по сечению заготовок, при сушке появляются внутренние напряжения в древесине, которые увеличиваются с увеличением сечения заготовок при наличии большого градиента влажности.

Практики, на основании ряда исследований, применяют метод выдерживания материала в конце сушки, то есть выравнивание влажности по всему сечению.

Характер распределения градиента влажности по сечению заготовки представляется параболической зависимостью.

Величина градиента влажности зависит от размеров заготовки и распространяется по ширине, толщине и длине заготовки. Н. С. Селюгин отмечает, «что внутренние напряжения в любых деталях имеются, и распределение их происходит как вдоль волокон по длине, так и поперек волокон по ширине и толщине детали» (Н. С. Селюгин, 1936).

Из своих исследований внутренних напряжений в древесине, возникающих при усушке, проф. Н. Н. Чулицкий делает вывод, что деформации усушки зависят от величины усилия, под воздействием которого находится заготовка. Они уменьшаются при растяжении и увеличиваются при сжатии. Величина этих изменений пропорциональна величине напряжений (Н. Н. Чулицкий, 1938).

Исходя из зависимостей, установленных Н. Н. Чулицким, В. Н. Быковский, математически исследуя процесс деформирования заготовки, представляет коэффициент усушки в виде:

$$\alpha = \alpha_0 (1 - \kappa_1 \sigma)$$

где:  $\alpha_0$  — коэффициент усушки в свободных условиях, то есть при  $\sigma=0$ ;

$\kappa_1$  — коэффициент пропорциональности;

$\sigma$  — напряжение сжатия при растяжении.

На основании отмеченных работ, а также большого количества экспериментального материала по затронутому вопросу, полученного как у нас, так и за рубежом, мы делаем вывод, что все исследователи подошли к вопросу о причинах возникновения внутренних напряжений в древесине односторонне, так как в них не содержится попыток объединения и комплексного объяснения всех возможных факторов, вызывающих возникновение внутренних напряжений в древесине. Для решения вопроса о действительных суммарных внутренних напряжениях и возможных деформациях деталей, необходимо в каждом конкретном случае оценивать влияние двух основных факторов, а именно:

а) явления усушки древесины;  
 б) анатомического строения древесины. При этом следует учитывать, что напряжения, вызываемые каждым из этих факторов, будут или накладываться друг на друга (суммироваться), или уничтожать друг друга (частично или полностью), или будет сказываться влияние только одного из факторов, в зависимости от размеров доски, местоположения ее в бревне, характера обработки, технологии, режима сушки и пр.

Итак, на величину внутренних напряжений оказывают влияние следующие факторы:

- 1) порода древесины,
- 2) положение доски в бревне,
- 3) направление годичных слоев,
- 4) возраст дерева,
- 5) характер обработки,
- 6) наличие пороков,
- 7) форма и размеры заготовок,
- 8) условия местопроизрастания дерева,
- 9) процент влажности (в пределах до точки насыщения волокон),
- 10) анатомическое строение древесины,
- 11) режим и технология сушки,
- 12) состояние сушильного хозяйства,
- 13) местоположение досок или заготовок в штабеле,
- 14) состояние прокладок.

Наши наблюдения на производстве и в процессе экспериментов показали, что наличие внутренних напряжений в древесине обуславливает деформации при обработке заготовок, то есть коробление древесины.

Отметим некоторые из них:

а) При выходе сырых досок из рамы, вследствие наличия поперечных напряжений в них, образуются деформации (утоление кромок), искажающие истинные размеры толщины досок на 1—2%.

б) Вследствие внутренних напряжений сырые доски растрескиваются по торцам (это особенно заметно у сердцевинных и центральных досок) ввиду наступления после распиловки бревна равновесного напряжения. Если отпилить (оторцевать) от доски концы с трещинами, не захватив их целиком, то концевые трещины будут распространяться дальше до наступления нового равновесия напряжений.

в) В лыжном производстве наличие в древесине внутренних напряжений используется для образования естественного весового прогиба; в качестве скользящей поверхности лыжи применяется сторона бруска, обращенная к периферии.

г) Максимальное поперечное напряжение (деформация по кромке) имеют резонансовые пиломатериалы, выпиливаемые радиально, у которых вследствие появления кривизны по кромке, уменьшается выход длинномерных резонансовых дощечек.

д) При распиловке толстых досок на тонкие и узкие, дощечки, как правило, имеют заметную кривизну по кромкам или пласти, обусловленную действием напряжений.

е) При распиловке в каждой из вновь образованных заготовок растянутые внутренние пласти (поверхности) получают возможность деформироваться под влиянием имеющихся в них напряжений.

ж) При односторонней строжке на фуговальных станках внутренние растянутые слои, обращенные в сторону снятого слоя, получают возможность сжаться, и заготовка коробится вогнутостью в сторону, подвергнутую строжке. При последней обработке этих заготовок на рейсмусовом станке абсолютная стрела прогиба (коробленность) или вообще исчезает, или намного уменьшается.

з) Строганая (ножевая) фанера, получаемая без проварки бревна, не лишена напряжений, в результате чего листы толщиной от 0,5 до 2,0 мм деформируются, принимая корытообразную форму, что особенно наглядно видно при тангентальном строгании (ванчеса), а при радиальном строгании появляется кривизна по кромке.

В результате обработки большого объема экспериментального материала установлено:

1. Следует различать внутренние напряжения в древесине: продольное, поперечное по ширине и поперечное по толщине. Все эти внутренние напряжения являются функциями сечения заготовок.

2. Для заготовок длиной 2000 мм с увеличением ширины стрела прогиба продольного и диагонального короблений уменьшается, а поперечного коробления — увеличивается. Это наглядно доказывает интенсивное влияние продольного внутреннего напряжения и пассивное влияние поперечного внутреннего напряжения в заготовках данной длины.

3. Для заготовок длиной 1000 мм с увеличением ширины стрела прогиба продольного, поперечного и диагонального короблений увеличивается. Здесь влияние поперечного внутреннего напряжения более интенсивно, чем продольного.

4. Для заготовок длиной 800 мм с увеличением ширины стрела прогиба продольного коробления уменьшается, а диагонального и поперечного короблений увеличивается, что подтверждает очевидность интенсивного влияния продольного внутреннего напряжения и пассивность поперечного.

5. Для заготовок длиной 1000 мм с увеличением толщины стрела прогиба продольного, диагонального и поперечного короблений уменьшается. Подобная закономерность наглядно показывает интенсивное влияние продольного и поперечного внутренних напряжений.

Здесь необходимо отметить, что полученные нами выводы о влиянии градиента влажности по сечению заготовок при сушке, не совпадают со взглядами многих авторов на этот вопрос, — они указывают на то, что внутренние напряжения возрастают с увеличением сечения (толщины) заготовок.

6. Для заготовок длиной 800 мм с увеличением толщины стрела прогиба поперечного и диагонального короблений уменьшается, а продольного коробления увеличивается. Здесь влияние поперечного внутреннего напряжения более интенсивно, а влияние продольного внутреннего напряжения более пассивно.

7. С увеличением длины заготовок стрела прогиба продольного, поперечного и диагонального короблений увеличиваются, что наглядно показывает закономерность влияния продольного внутреннего напряжения.

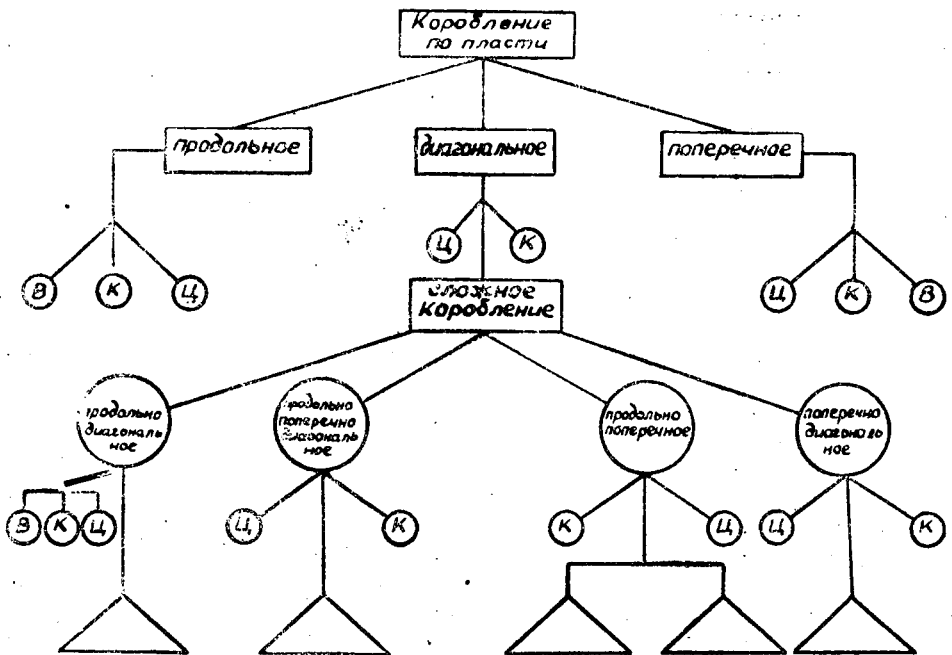


Рис. 1. Классификация коробления заготовок по пласти.

в — волнообразное коробление; ц — центральное коробление; к — концевое коробление;  $\Delta$  — коробление с разносторонней выпуклостью.

Величина коробления и характер его распространения в основном зависит от формы и размеров заготовки. Как было отмечено, в ряде случаев влияние указанных факторов бывает весьма разнообразным, в результате чего характер и размеры коробления не всегда подчиняются закономерностям, установленным упомянутыми авторами.

Мы не имели возможности полностью классифицировать характер распределения коробления заготовок как по пласти, так и по кромке, но, несмотря на это, предлагаемая классификация сложного коробления заготовок по пласти (рис. 1) достаточно убедительно свидетельствует о том, что при рассмотрении вопроса внутренних напряжений необходимо учитывать в единстве и во взаимозависимости все факторы, влияющие на возникновение внутренних напряжений.

В самом деле, явления сложного коробления, особенно коробления с разносторонней выпуклостью, с достаточной убедительностью показывают сложный характер распределения внутренних напряжений. Не вызывает сомнения, что такое коробление есть следствие влияния совокупности факторов. Действие одного из основных факторов, то есть явления усушки или анатомического строения древесины, не могло бы вызвать сложного коробления.

Опыт «пометки» живого дерева углеродом  $C^{14}$ , осуществленный доктором Л. Р. Митчеллом (Штат Нью-Джерси, США), дает нам право высказать предположение, что если осуществить впрыскивание радиоактивного углерода в ствол растущего дерева от периферии к центру у комлевой части или у стрессевого корня, то распространившиеся по всему дереву радиоактивные «меченые» атомы в дальнейшем, после рубки дерева, сохраняются в бревне (хлысте).

При последующей механической обработке бревен появится воз-

можно рассмотреть и установить степень и характер распределения «меченых» атомов как по бревну, так и по доскам, что, в свою очередь, может дать возможность наблюдать характер распределения внутренних напряжений в бревне и в различных сортаментах как на начальных, так и на последующих технологических этапах обработки древесины и даже в столярных изделиях.

Благодаря этому появятся достоверные предпосылки к установлению степени влияния ранее перечисленных факторов на возникновение внутренних напряжений в древесине, и представится возможность достаточно убедительно охарактеризовать внутренние напряжения качественно и количественно.

В заключение следует отметить, что настоящая статья частично дополняет имеющиеся исследования по внутренним напряжениям в древесине и открывает широкие возможности для дальнейших исследований этого актуального вопроса.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Быковский В. Н. «Дополнительные напряжения в новых клееных деревянных конструкциях». Диссертация. (МИСИ) 1952. Витман Ф. Ф. «Остаточные напряжения». Л., 1933. Гадолин А. В. Курс «Технология дерева». Литограф., СПб., 1873. Кузнецов А. И. «Внутренние напряжения в древесине». Гослесбумиздат, М.-Л., 1950. Раздорский В. Ф. «Теория пружин изгиба на службе строительной механики растений». Изв. 2-го Северо-Кавказского педагогич. инст., т. IX, 1932. Селюгин Н. С. «Сущка древесины». Гослестехиздат, Л., 1936. Чулицкий Н. Н. «Исследование внутренних напряжений в древесине». Сборник ВИАМ № 13, 1938.

Поступила в редакцию  
30 ноября 1957 г.

## К ВОПРОСУ О ПАКЕТНОЙ СУШКЕ И ХРАНЕНИИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ НА СКЛАДЕ

**М. В. СЕРОВ**

Доцент

(Ленинградская лесотехническая академия)

Известно, что искусственной сушке подвергается 10—15% вырабатываемых пиломатериалов, которые идут на внутренние нужды лесозаводов, главным образом, на удовлетворение потребностей деревообрабатывающих и домостроительных цехов. Остальные пиломатериалы высушиваются на складах или отправляются потребителям сырыми. Только одна транспортировка сырых пиломатериалов по железной дороге требует на 30—40% больше подвижного состава, чем перевозка сухих, и обходится таким образом значительно дороже. Нет, конечно, необходимости говорить о том огромном вреде, который приносит использование сырых пиломатериалов в жилищном строительстве, автостроении, сельхозмашиностроении и других отраслях промышленности.

Несмотря на огромное значение воздушной сушки и хранения пиломатериалов, лесозаводы уделяют крайне недостаточное внимание складскому хозяйству. До сих пор склады в большинстве своем находятся в неудовлетворительном состоянии, а сушка и хранение пиломатериалов производится преимущественно устаревшими способами.

Внедрение рекомендуемых способов укладки в круглые штабели с подачей пиломатериалов на штабель штабелерами или автопогрузчиками по ряду причин не дает положительных результатов. Во-первых, укладка пиломатериалов в круглые штабели производится вручную — двумя укладчиками. Производительность укладчиков весьма невелика, так как около 60% рабочего времени затрачивается ими на хождение по штабелю. К этому следует добавить, что укладка со шпациями требует особой осторожности от работающего на штабеле. Во-вторых, применяемые механизмы используются не на полную мощность из-за малой производительности ручного труда двух укладчиков на штабеле. Кроме того, укладка в круглые штабели влечет за собой многочисленные непроизводительные перекладки пиломатериалов.

Таким образом, укладка пиломатериалов в круглые штабели, базирующаяся в основном на ручном труде, не позволяет максимально использовать современные механизмы. Наиболее прогрессивным современным способом сушки и хранения пиломатериалов на складах следует признать пакетный способ.



Укладка пакетов в сушильный штабель, а также разборка их и доставка в цех производится при помощи автопогрузчиков. Комплексное использование автопогрузчиков осуществляется и при хранении пиломатериалов на складах. Формирование пакетов для сушки и хранения на сортировочных площадках и применение автопогрузчиков ликвидирует непроизводительные перекладки пиломатериалов в пакетах.

При такой организации работы достигается повышение производительности и снижение трудозатрат, по сравнению с применяемыми способами, в два-три раза.

Как показал опыт работы, применение пакетного способа хранения пиломатериалов на складах, и автопогрузчиков — на подъемно-транспортных операциях, дает значительный технико-экономический эффект (по производительности, трудозатратам и себестоимости). Производительность автопогрузчиков за смену может быть доведена до 350—400 м<sup>3</sup>; при одном вспомогательном рабочем на укладке пакетов в штабели выработка на человеко-смену составит 175—200 м<sup>3</sup> пиломатериалов.

Не менее высокой производительности можно достигнуть и на других складских операциях; в частности, на разборке пакетов из штабелей и на погрузке их на железнодорожные платформы, а также на приспособления Петухова.

Пионером массового хранения пиломатериалов в пакетах является Ленинградский лесной порт. В настоящее время здесь принята следующая организация работ. Выгруженные с железнодорожной платформы пиломатериалы перевозятся автолесовозами на специальные площадки, предназначенные для сортировки и формирования пакетов (иногда сортировка и формирование прокладочных пакетов производится на разгрузочных площадках).

Формирование пакетов производится вручную. В первые годы применения пакетного способа работы пакеты формировались нестандартных размеров. При укладке пиломатериалов в пакеты учитывалась не только высота портала автолесовоза, но и грузоподъемность автопогрузчика, а также высота подъема захватов. Ширина пакета устанавливалась около 1 м, с учетом ширины портала автолесовоза. Нижний ряд пакета составлялся из длинных досок (5,5—6,5 м), а в верхние ряды укладывались и более короткие. Доски распределялись по длине. На каждый горизонтальный ряд досок укладывалось 4—5 прокладок. Подвезенные к подштабельному пути — основанию («прокату»), пакеты укладывались в штабель при помощи автопогрузчиков в два-три яруса. Штабели из таких пакетов не имели необходимой устойчивости.

В результате опыта работы и проведенных исследований, было предложено формировать пакеты стандартных размеров по ширине и высоте (1,1 × 1,15 м). При помощи автопогрузчиков такие пакеты можно укладывать в четырех-пятиярусные штабели. Следует иметь в виду, что правильно разместить прокладки по длине пакета нет возможности, так как длина досок в рядах различная. В результате этого прокладки размещаются не в одной вертикальной плоскости с подштабельными брусками, а это влечет за собой деформацию тонких досок. С другой стороны пакеты, размещаемые сверху, не имеют достаточно устойчивого основания, так как в верхних рядах уложены короткие доски и дилены.

Учитывая недостатки применяемой конструкции пакета, а также стремление максимально повысить емкости складов при тех же площадях, были испытаны несколько других конструкций, в том числе пакет с комбинированной укладкой пиломатериалов — «враздержку» и



«встык». Такая укладка пиломатериалов даст возможность увеличить емкость пакета (в одинаковых габаритных размерах) на 30—60%. Предложенная конструкция пакета позволяет также правильно разместить прокладки, а сами пакеты очень устойчивы и удобны для укладки и разборки их из штабелей при помощи автопогрузчика.

Эта система, вызывая незначительное повышение трудоемкости при укладке пиломатериалов некоторых размеров, обеспечивает высокое качество подвергающихся сушке пиломатериалов, сохранение всех прокладок на складе, ритмичность работы при заблаговременной подготовке товара к отгрузке. Кроме того, при этой конструкции пакета значительно увеличивается производительность автолесовозов и автопогрузчиков.

При операциях с комбинированными пакетами выработка лучших водителей автопогрузчиков доходила до 150—180%, а при соответствующей организации труда она может быть увеличена еще на 30—40%, и, таким образом, производительность автопогрузчика в смену может быть доведена до 400 м<sup>3</sup> и более. Емкость склада при укладке пакетов рекомендуемым нами способом (в 4—5 ярусов) может быть увеличена почти в два раза.

Все пакетные способы хранения пиломатериалов имеют один весьма существенный недостаток — они требуют значительного количества прокладок. Последние по объему в среднем составляют от 2 до 7% объема укладываемых пиломатериалов. Если учесть возможность трехкратного использования прокладок, то расходы на прокладки составляют около 20% от основных затрат при складской «переработке» пиломатериалов.

Еще в 1948 году была разработана и затем испытана система укладки пакетов с горизонтальными продольными каналами, без прокладок. При этом значительно увеличивается объем пакетов и штабелей (от 10 до 80%).

Несмотря на ускоренный процесс сушки тонких сосновых пиломатериалов, в этих пакетах происходит значительное посинение пиломатериалов (до 41% в пиломатериалах  $1 \times 6''$ ). Однако пиломатериалы более толстых размеров синеют меньше, а в еловых досках синевы обнаружено не было. При испытаниях сушки пиломатериалов в камерах с продольным движением воздуха (газов), а также в камерах без калориферов, скорость сушки и производительность сушки в штабелях с горизонтально-продольными каналами была достигнута на 50% выше, чем при применяемой укладке.

Внедрение этого способа укладки, особенно с антисептированием древесины, с продуванием вентиляторами, а также при сушке пиломатериалов хвойных пород на южных заводах, дает значительный технико-экономический эффект.

Нет никакого сомнения, что пакетный способ сушки и хранения пиломатериалов является современным и прогрессивным способом. Его необходимо смелее внедрять в практику работы складов пиломатериалов.

Поступила в редакцию  
14 октября 1957 г.

## ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

О РАСЧЕТЕ КОЛИЧЕСТВА ТАРЕЛОК  
РЕКТИФИКАЦИОННЫХ КОЛОНН  
НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

## Сообщение II

В. И. ГАГАРИН

Ст. преподаватель

(Архангельский лесотехнический институт)

## VII. Метод расчета, основанный на допущениях 1, 2, 3 и 11

В предыдущем сообщении (см. «Лесной журнал» № 2, 1958) мы подвергли теоретическому анализу метод Мак Кэба — Тиле и показали, что допущения 4, 8, 9, 10 можно безболезненно исключить, если в указанный метод расчета внести соответствующие уточнения.

Ректификационные колонны обычно имеют достаточно хорошую теплоизоляцию, а поэтому образующаяся за счет относительно небольших теплопотерь «дикая» флегма мало влияет на условия работы аппарата и не ставит под сомнение надежность результатов расчета. При высокой культуре производства потери материала, по сравнению со всем потоком его, очень малы. Таким образом, допущение 3 метода Мак Кэба — Тиле не вызывает особых возражений.

Результаты анализа процесса ректификации, изложенные в первом сообщении, позволяют сделать некоторые обобщения. Если жидкофазная смесь подается в нижний элемент колонны, то колонна работает как укрепляющая, а линия рабочих концентраций представлена линией укрепления. Когда жидкофазная смесь поступает на верхнюю тарелку, колонна используется в качестве исчерпывающей, а линия рабочих концентраций оказывается линией исчерпывания. При подаче же смеси на любую тарелку колонны, кроме верхней, наблюдается излом линии рабочих концентраций в точке с абсциссой  $X_1$ , если питание жидкофазное, или в точке с ординатой  $Y_n$ , если оно парофазное. Очевидно, что каждый жидкофазный или парофазный подвод смеси в промежуточное сечение и каждый отбор продукта из жидкой или паровой фазы любой тарелки, кроме верхней, будет отмечен соответствующим изломом линии рабочих концентраций. Составив уравнения линий рабочих кон-

\* Условные обозначения для разделов VII и VIII данного сообщения см. в сообщении I («Лесной журнал» № 2, 1958).

центраций, можно доказать, что, в случае отбора продукта из промежуточного сечения колонны, излом линии рабочих концентраций имеет место в точке с абсциссой  $X_{рж}$ , если продукт выводится из жидкой фазы тарелки, или в точке с ординатой  $X_{рп}$ , если он берется из паровой фазы.

Итак, необходимо уточнить метод расчета и отбросить допущения 5, 6.

Предполагая, что укрепляющее действие дефлегматора учитывается отдельно, оставляем в качестве исходных предпосылок уточненного метода расчета допущения 1, 2, 3, 11 и даем расчетные уравнения без математических выкладок.

Уравнение линии рабочих концентраций в общем виде (то есть для укрепляющей, промежуточной и исчерпывающей частей колонны) выражается так:

$$Y_{m-1} = \frac{R + \Delta R + \Sigma F + \Sigma \Delta F - \Sigma P_{ж}}{R + \Delta R + 1 + \Sigma P_{п} + \Sigma \Delta F - \Sigma \Pi} X_m + \frac{X_p + \Sigma P_{п} X_{рп} + P_{ж} X_{рж} - \Sigma F X_f - \Sigma \Pi Y_{п}}{R + \Delta R + 1 + \Sigma P_{п} + \Sigma \Delta F - \Sigma \Pi} \quad (1-II)$$

Для исчерпывающей части его можно видоизменить:

$$Y_{m-1} = \frac{R + \Delta R + \Sigma F + \Sigma \Delta F - \Sigma P_{ж}}{R + \Delta R + 1 + \Sigma P_{п} + \Sigma \Delta F - \Sigma \Pi} X_m - \frac{W_d + \Sigma F - 1 + \Sigma \Pi - \Sigma P_{п} - \Sigma P_{ж}}{R + \Delta R + 1 + \Sigma P_{п} + \Sigma \Delta F - \Sigma \Pi} X_w \quad (2-II)$$

Величина  $\Delta F$  определяется графическим решением системы уравнений:

$$\Delta F_m = \frac{F_m C_{fm} (t_{1m} - t_{fm})}{r_m} = \frac{F_m C_{fm} (\delta_m + e_m X_{1m} - t_{fm})}{r_m} \quad (3-II)$$

$$\Delta F = \frac{F_m (R + \Delta R + 1 + \Sigma P_{п} + \Sigma \Delta F - \Sigma \Pi) (X_{1m} - X_{fm})}{X_p - M X_{1m} + \Sigma P_{п} X_{рп} + \Sigma P_{ж} X_{рж} - \Sigma F X_f - \Sigma \Pi Y_{п}} \quad (14-II)$$

в этой формуле  $M = 1 + \Sigma P_{п} + \Sigma P_{ж} - \Sigma F - \Sigma \Pi$ .

$\Delta F$  можно вычислить также по одному из этих уравнений, если известно флегмовое число  $R$ , ибо в этом случае концентрация  $X_{1m}$  может быть установлена аналитическим способом:

$$A X_{1m}^2 + B X_{1m} + E = 0. \quad (5-II)$$

где:  $A = -e_m (1 + \Sigma P_{п} + \Sigma P_{ж} - \Sigma F - \Sigma \Pi)$ ;

$$B = e_m (X_p + \Sigma P_{п} X_{рп} + \Sigma P_{ж} X_{рж} - \Sigma F X_f - \Sigma \Pi Y_{п}) - (\delta_m - t_{fm}) (1 + \Sigma P_{п} + \Sigma P_{ж} - \Sigma F - \Sigma \Pi) - (R + \Delta R + 1 + \Sigma P_{п} + \Sigma \Delta F - \Sigma \Pi) \frac{r_m}{C_{fm}};$$

$$E = (\delta_m - t_{fm}) (X_p + \Sigma P_{п} X_{рп} + \Sigma P_{ж} X_{рж} - \Sigma F X_f - \Sigma \Pi Y_{п}) + (R + \Delta R + 1 + \Sigma P_{п} + \Sigma \Delta F - \Sigma \Pi) \frac{r_m}{C_{fm}} X_{fm}.$$

Суммы ( $\Sigma$ ) включают в себя количества материалов, приходящих в колонну или уходящих из нее выше данного сечения аппарата (уравн. 1—II, 2—II) или выше рассматриваемой тарелки жидкофазного питания (уравн. 3—II, 4—II и 5—II). Индекс « $m$ » показывает, что величина относится или к жидкости, стекающей на данную тарелку питания, или к исходной смеси, поступающей на нее, или к парам, конденсирующимся на ней.

Рабочее флегмовое число рассчитывается по формуле\*

$$R = \beta R_{\min} = \beta \frac{X_p - Y}{Y - X} - \Delta R, \quad (6-II)$$

где  $\Delta R$  — величина, определяемая уравнением (22)\*\*.

Вместо  $Y$  и  $X$  в формулу (6—II) надо подставлять значения концентрации, указывающие координаты точки излома линии рабочих концентраций укрепляющей части при переходе ее в линию рабочих концентраций смежной с ней (промежуточной или исчерпывающей) части колонны, то есть или  $Y_1^*$  и  $X_1$ , или  $Y_f^*$  и  $X_f$ , или  $Y_{рж}^*$  и  $X_{рж}$ , или  $Y_n$  и  $X_n^*$ , или наконец,  $Y = X_p$  и  $X_{рп}^*$ .

На рис. 1-II даны условия примера и расчет количества теоретических тарелок ректификационного аппарата для разделения смеси этиловый спирт — вода, имеющего паровую ( $P$ ) и жидкофазную ( $F$ ) питание. Загрязняющие спирт примеси выводятся вместе с промежуточным продуктом ( $P_{ж}$ ) в ходе переработки которого непрерывно получается водный раствор спирта ( $F'$ ), возвращаемый в колонну. Графическим решением системы уравнений (3-II, 4-II) с применением формулы (6-II), которые в данных условиях преобразуются в равенства (20, 16, 17), определено, что при  $\beta = 1,4$   $X_1 = 50,75$  мол. %, а  $\Delta F = 0,015$  (см. рис. 1а-II), чему соответствует  $R = 1$ . При  $t_{фл} = t_{кип}$ ,  $\Delta R = 0$  (см. уравн. 22), поэтому уравнение (1-II), в случае укрепляющей части колонны совпадает с уравнением (1), а сама линия рабочих концентраций (отрезок  $ав$ ) проходит через точку ( $Y = X = X_p$ ) и отсекает на оси ординат отрезок

$$B = \frac{X_p}{R + 1} = \frac{75}{1 + 1} = 37,5 \text{ мол. \%}$$

Линии рабочих концентраций промежуточных частей колонны построены по отрезкам на оси ординат (уравн. 1-II):

$$B' = \frac{X_p - FX_f}{R + 1 + \Delta F} = \frac{75 - 0,25 \cdot 50}{1 + 1 + 0,015} = 31 \text{ мол. \%},$$

$$B'' = \frac{X_p - P_{ж}X_{рж} - FX_f}{R + 1 + \Delta F} = \frac{75 + 0,75 \cdot 40 - 0,25 \cdot 50}{1 + 1 + 0,015} = 46 \text{ мол. \%}.$$

$$B''' = \frac{X_p + P_{ж}X_{рж} - FX_f - \Pi Y_n}{R + 1 + \Delta F - \Pi} = \frac{75 + 0,75 \cdot 40 - 0,25 \cdot 50 - 1,75 \cdot 51}{1 + 1 + 0,015 - 1,75} = 12 \text{ мол. \%}.$$

\* Следует заметить, что выбор флегмового числа в ряде случаев будет определяться не наклоном линии рабочих концентраций укрепляющей части колонны, как это предусматривается формулой (6-II), а направлением линии рабочих концентраций той части ее, которая расположена ниже сечения отбора промежуточного продукта (см. прямую  $cd$  на рис. 1-II).

\*\* Формулы, помеченные только арабскими цифрами, см. в сообщении I («Лесной журнал» № 2, 1958).

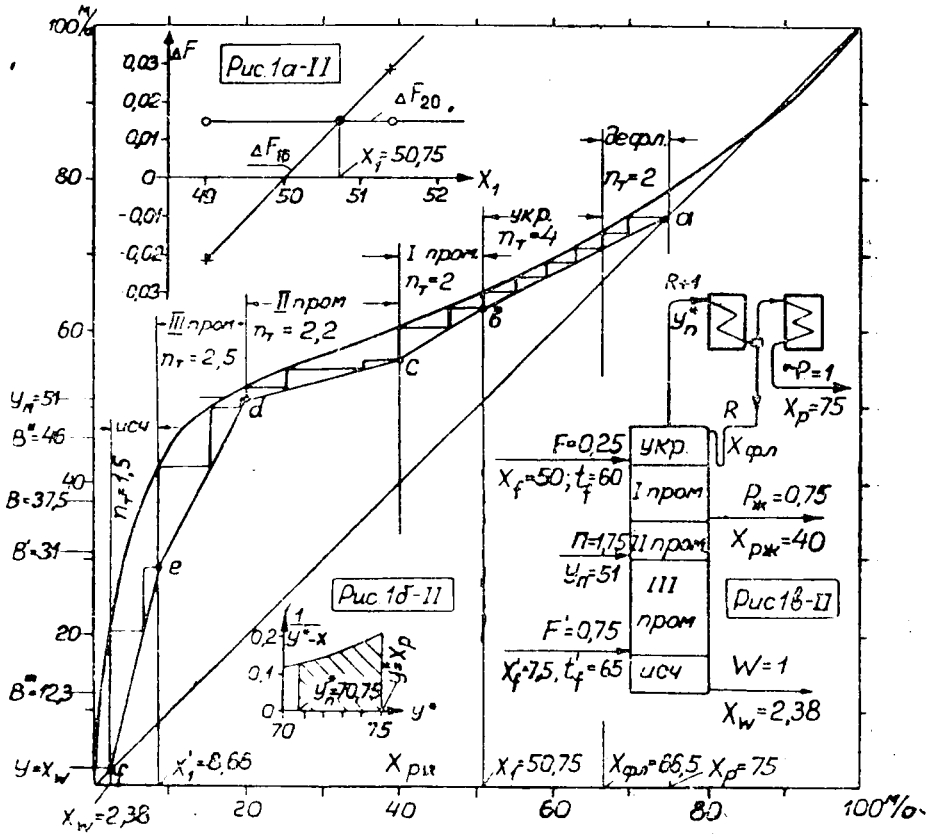


Рис. 1-II.

Концентрация жидкости на тарелке «нижнего» питания ( $X_1 = 8,66$  мол. %) рассчитана по равенству (5-II), а линия рабочих концентраций исчерпывающей части колонны проведена через точку ( $Y = X = X_w$ ), так как для упрощения примера принималось, что острый водяной пар в колонну не вводится.

Частные материальные балансы дефлегматора и укрепляющей части колонны (см. рис. 1в-II) выражаются равенствами:

$$(R + 1) Y_n = R X_{фл} + X_p,$$

$$R X_{фл} + (R + \Delta R + 1) Y_{m-1} = (R + \Delta R) X_m + (R + 1) Y_n,$$

совместное решение которых дает уравнение (27). Из этого следует, что линия рабочих концентраций дефлегматора совпадает по направлению с линией рабочих концентраций укрепляющей части колонны. Число теоретических тарелок, которые заменяются дефлегматором, равно количеству ступеней изменения концентраций, заключенных между ординатами на  $X_{фл}$  и  $X_p$  (см. рис. 1-II).

Концентрация  $X_{фл}$  рассчитывается по равенству:

$$(R + 1) Y_n = R X_{фл} + X_p,$$

где  $Y_n$  (см. рис. 1б-II) — величина, определяемая в ходе графического решения интеграла (В. Н. Стабников, С. Е. Харин)

$$Y_k^* = X_p$$

$$\int_{Y_n^* = Y_n} \frac{dY^*}{Y^* - X} = 2,3 \lg(R + 1).$$

### VIII. О связях метода А. Г. Касаткина и А. Н. Плановского с методом Мэрфри

За последние годы в журнале «Химическая промышленность» опубликованы статьи А. Г. Касаткина и А. Н. Плановского «О способах выражения движущей силы диффузионных процессов» (1953) и «К вопросу о расчете тарельчатых аппаратов» (1955). В первой из них высказывается мысль о необходимости унифицировать способы расчета различных диффузионных процессов (ректификация, абсорбция и др.), а также подвергается критике и отвергается, как ошибочный, общеизвестный метод Мак Кэба—Тиле, нашедший широкое применение при проектировании тарельчатых аппаратов. Во второй статье авторы описывают предлагаемый ими метод расчета тарельчатых колонн непрерывного действия и дают методику обработки результатов исследований кинетики диффузионных процессов.

Выступая на страницах того же журнала, В. Н. Стабников критикует ряд положений статьи «О способах...». Мы полностью согласны с В. Н. Стабниковым в том, что движущую силу диффузионных процессов следует выражать или разностью концентраций, или разностью парциальных давлений; что понятия «теоретическая тарелка» и «ступень изменения концентраций» равноценны, так как имеют один и тот же физический смысл; что термин «коэффициент полезного действия (к. п. д.) тарелки» располагает полным правом на существование как мера степени совершенства процесса, протекающего на действительной тарелке; что и количество теоретических тарелок, и число единиц переноса массы характеризуют эффективность работы диффузионного аппарата в конкретных условиях технологического процесса или эксперимента.

Авторы статьи «К вопросу...» предпринимают попытку разработать более точный способ расчета тарельчатых аппаратов, который явился бы единым для всех диффузионных процессов и заменил бы собой крайне приближенный метод Мак Кэба—Тиле. Внимательное же изучение способа расчета, предлагаемого А. Г. Касаткиным и А. Н. Плановским, показывает, что в основе его лежат главные допущения отвергнутого ими метода Мак Кэба—Тиле, а все уточнение сводится к применению теории диффузионного подобия при определении истинных к.п.д. тарелок (к.п.д. Мэрфри).

Авторы анализируемого метода выводят уравнение частного материального баланса верхней отрезанной части колонны (см: рис. 2а-II) по легколетучему компоненту смеси:

$$Y_{m-1} = \frac{L}{G} X_m + \frac{GY_k - LX_n}{G} = AX_m + B, \quad (7-II)$$

и заявляют: «В каждом конкретном случае массообмена величины  $L/G$  и  $(GY_k - LX_n)$ :  $G$  являются постоянными, и, следовательно, уравнение материального баланса приводит к уравнению прямой линии... Сле-



довательно, на диаграмме  $Y - X$  зависимость между рабочими концентрациями при массообмене во всех случаях является линейной» (А. Н. Плановский, А. Г. Касаткин, 1953).

Затем, применив основное уравнение массопередачи (А. Н. Плановский, А. Г. Касаткин, 1955), устанавливают соотношение между равновесной и рабочими концентрациями отдельной ( $m$ ) тарелки (Рис. 2-II).

$$\frac{Y_m^* - Y_{m-1}}{Y_m^* - Y_m} = e^b = C_y = \frac{A'C'}{A'B'} \quad (8-II)$$

где  $e$  — основание натуральных логарифмов,

$$b = \frac{K_{yv} V_T}{G}$$

$V_T$  — объем жидкости на тарелке в  $m^3$ ;

$K_y \cdot a = K_{yv}$  — коэффициент массопередачи, определяемый критериальным уравнением.

$$Nu' = K_{yv} \frac{l^2}{D} = f \left( \frac{W_o d_o \rho_{ж}}{\mu_{ж}}, \frac{W_o d_o \rho_{п}}{\mu_{п}}, \frac{\mu_{ж}}{D_{ж} \rho_{ж}}, \frac{\mu_{п}}{D_{п} \rho_{п}}, \Gamma \right). \quad (9-II)$$

Авторы анализируемого метода предполагают наличие в колонне постоянства потока жидкости  $L$  и потока паров  $G$ . В случае ректификации нет никаких оснований считать неизменным поток смеси, выраженный в  $кг/час$ , а о постоянстве потока какого-либо компонента смеси не приходится и говорить. Таким образом, предполагается постоянство потоков, измеренных  $кг-молями$  смеси/час, то есть принимается допущение второго метода Мак Кэба—Тиле и метода Мэрффри.

В условиях ректификации  $L = PR$ ,  $G = L + P = P(R + 1)$  и  $Y = X_n = X_p$ , если дефлегматор не укрепляет, уравнение (7-II) преобразуется в уравнение (1). Легко доказать, что все уравнения линий рабочих концентраций, полученные в ходе анализа методов Мак Кэба—Тиле и Мэрффри, оказываются справедливыми и в случае применения способа определения количества тарелок, предлагаемого А. Г. Касаткиным и А. Н. Плановским.

Преобразовав формулу (8-II):

$$\frac{Y_m - Y_m^*}{Y_m^* - Y_{m-1}} = \frac{-1}{C_y}$$

и взяв производную пропорцию, получаем выражение истинного к. п. д. тарелки (см. урavn. 7 и рис. 3 и 2б-II):

$$\eta_{ym} = \frac{Y_m - Y_{m-1}}{Y_m^* - Y_{m-1}} = 1 - e^{-b} = \frac{C_y - 1}{C_y} = \frac{BC'}{A'C'} \quad (10-II)$$

Абсолютное значение показателя степени при основании натуральных логарифмов, полученное Мэрффри, выражается произведением (Мэрффри, стр. 748)

$$K \cdot a_v \cdot P \cdot \tau_v \quad (10a-II)$$

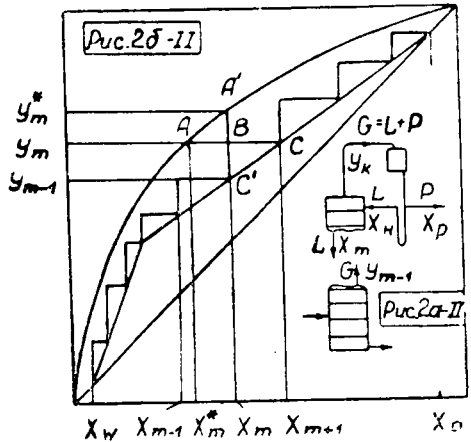


Рис. 2-II

где  $K_p$  — коэффициент массопередачи в  $\text{кг-моль}/\text{м}^2 \cdot \text{час} \cdot \text{един} \cdot \Delta p$ ;  
 $\Delta p$  — движущая сила массопередачи в  $\text{ат}$ ;  
 $a_v$  — поверхность соприкосновения фаз, развиваемая одним моле́м барботирующего пара в  $\text{м}^2/\text{кг-моль}$  пара;  
 $P$  — полное давление пара в  $\text{ат}$ ;  
 $\tau_v$  — время барботаж (в часах) такого количества пара ( $V$ ), которое приходится на один моль верхнего продукта.

Но  $\tau_v = V : G$ , а из уравнения массопередачи следует, что

$$K_p = \frac{K'_y \Delta Y}{\Delta p} = \frac{K'_y}{P}. \text{ Следовательно, } K_p P a_v \tau_v = \frac{K'_y a_v V}{G}.$$

При установившемся процессе ректификации отношение  $\frac{a_v \cdot V}{G}$ ,

численно равное величине поверхности соприкосновения фаз, образующейся за время барботирования  $V$  молей паров, сохраняется постоянным. Заменив его тоже постоянным, но более удобным для исследова-

ний процесса массообмена отношением  $\frac{a V_\tau}{G}$  и, принимая во внима-

ние неравенство самих отношений, которое автоматически учитывается при определении коэффициента массопередачи опытным путем,

получаем из выражения (10а-II) безразмерный комплекс  $\frac{K_y \cdot a \cdot V_\tau}{G} =$

$= \frac{K_{yv} V_\tau}{G}$ , равный числу единиц переноса массы, которым равноценна рассматриваемая действительная тарелка (А. Н. Плановский, А. Г. Касаткин, 1955).

В связи с последним следует заметить, что утверждение А. Г. Касаткина и А. Н. Плановского о равенстве истинного к.п.д. тарелки и числа единиц переноса массы на ней («О способах...», стр. 342) находится в противоречии с физическим смыслом истинного к.п.д. тарелки (см. уравн. 10-II).

Число единиц переноса массы, эквивалентное действительной тарелке, прямо пропорционально коэффициенту массопередачи. При переходе от верхних тарелок к нижним наблюдается повышение температуры и уменьшение содержания легколетучего компонента в смеси, что сопровождается изменением физических констант паров и жидкости, а следовательно, и коэффициента массопередачи (см. уравн. 9-II). Поэтому мы считаем весьма сомнительной возможность применения числа единиц переноса массы в качестве основного средства для доказательства неравноценности теоретических тарелок, как это делают авторы статьи «О способах...». Неравноценность же действительных тарелок доказана экспериментально (Грисволд и Стюарт, 1947) и подтверждена самой теорией массопередачи.

Из изложенного выше анализа метода, предлагаемого А. Г. Касаткиным и А. Н. Плановским, ясно, что он принципиально ничем не отличается от метода Мэрфри, но более удобен, так как не связан с необходимостью определения трудно поддающейся измерению величины поверхности соприкосновения фаз, образующейся при барботировании одного моля паров.

Вест и другие выражают истинный к. п. д. тарелки не через объем жидкости на тарелке, а через высоту слоя пены на ней. Это достаточно обосновано и не вызывает особых возражений.

В настоящее время нет единого мнения о механизме процесса массообмена, поэтому еще неясно, будет ли коэффициент массопередачи определяться непосредственно из критериального уравнения типа (9-II) или его придется рассчитывать, исходя из значений пленочных коэффициентов.

Так как отбор проб при исследовании процесса ректификации удобнее производить из жидкой фазы тарелки, а расчет количества их выгоднее начинать с самой верхней, то истинный к. п. д. тарелки, как нам кажется, следует выражать через концентрации жидкой фазы (см. рис. 2-II).

$$\eta_{xm} = \frac{X_{m+1} - X_m}{X_{m+1} - X_m^*} = 1 - e^{-a} = \frac{BC}{AC}, \quad (11-II)$$

где  $e$  — основание натуральных логарифмов,

$$a = \frac{K_{xv} \cdot V_T}{L};$$

$L$  — количество жидкости, стекающей вниз по колонне, в кг-моль/час;

$K_{xv}$  — коэффициент массопередачи, отнесенный к единице объема жидкой фазы на тарелке, в кг-моль легколетучего/м<sup>3</sup> · час · един · ΔX;

$X_m^*$  — концентрация жидкости, находящейся в равновесии с паром, покидающим данную ( $m$ ) тарелку и имеющим состав  $Y_m$  в мол. долях или %.

Мы не останавливаемся на методике применения способа расчета, так как она совершенно аналогична методике Мэрфри и ясна из рис. 2-II.

Сочетание метода расчета, основанного на допущениях 1, 2, 3, 11 и методики определения истинных к. п. д. тарелок (см. уравн. 9-II, 11-II) дает способ вычисления количества действительных тарелок, базирующийся только на допущениях 1, 2 и 3. Последний может послужить теоретической основой исследовательских работ по кинетике процесса ректификации двойной смеси в колоннах непрерывного действия, имеющих тарелки беспровального типа. Наиболее уязвимым местом этого способа является допущение второе о постоянстве потоков.

### IX. Предполагаемый путь дальнейшего уточнения метода расчета

Процесс массопередачи является диффузионно-тепловым. Ни один из рассмотренных способов определения количества тарелок не учитывает тепловую сторону массообмена, так как все они основываются на допущении 2 о постоянстве потоков в колонне, которое теоретически возможно только в случае счастливого сочетания свойств компонентов смеси (молярные теплоемкости и теплоты парообразования, тепловые эффекты разбавления и др.) и при удачном распределении температур, давлений и концентраций по высоте колонны. Следовательно, точный метод расчета должен базироваться на уравнениях материального и теплового балансов тарелки и на уравнении массопередачи на ней.

Составим названные уравнения для верхней тарелки колонны (счет тарелок сверху вниз):

$$LX_{\phi n} + G_2 Y_2 = L_1 X_1 + G_1 Y_1 \quad (12-II)$$

$$\text{или } LX_{\phi n} + (G_1 + \Delta L) Y_2 = (L + \Delta L) X_1 + G_1 Y_1 \quad (12a-II)$$

$$Li_{\phi n} + G_2 i'_{2} = L_1 i_1 + G_1 i'_1 + Q_{\text{пот}} + Q_{\text{раз}} \quad (13-II)$$

или

$$Li_{\text{фл}} + (G_1 + \Delta L)i_2' = (L + \Delta L)i_1 + G_1i_1' + Q_{\text{пот}} + Q_{\text{разб}} \quad (13a-II)$$

$$LX_{\text{фл}} - L_1X_1 = LX_{\text{фл}} - (L + \Delta L)X_1 = K_{xv} \varphi f_T h_T \cdot \Delta X_{\text{cp}}, \quad (14-II)$$

где  $L$  ( $G$ ) — количество жидкости (паров) в кг/час;

$X$  ( $Y$ ) — относительная весовая концентрация жидкости (пара), в кг/кг смеси или %;

$i$  ( $i'$ ) — теплосодержание жидкости (паров) в ккал/кг;

$$\Delta X_{\text{cp}} = (X_{\text{фл}} - X_1) : \ln \frac{X_{\text{фл}} - X_1^*}{X_1 - X_1^*};$$

$Q_{\text{пот}}$  — теплотери через наружную поверхность колонны, заключенную между рассматриваемой и вышерасположенной тарелками (в данном случае самый верхний элемент колонны) в ккал/час;

$Q_{\text{разб}}$  — тепловой эффект разбавления на данной тарелке в ккал/час;

$K_{xv}$  — коэффициент массопередачи, отнесенный к единице объема жидкости на тарелке, в кг легколетучего компонента смеси/м<sup>3</sup> час. един.  $\Delta X$ ;

$f_T$  — площадь тарелки в м<sup>2</sup>;

$\varphi$  — доля площади тарелки, не занятая колпачками и сливными трубами;

$h_T$  — высота слоя жидкости на тарелке в м.

Высота слоя жидкости на тарелке определяется расстоянием между верхним обрезом сливной трубы и плоскостью тарелки ( $h_{\text{сл}}$ ) и количеством жидкости, проходящей через трубу:

$$h_T = h_{\text{сл}} + \sqrt[3]{\left(\frac{L}{3600 \gamma \frac{2}{3} P_{\text{сл}} \mu' \sqrt{2g}}\right)^2} \quad (15-II),$$

где  $\gamma$  — удельный вес жидкости, в кг/м<sup>3</sup>;

$P_{\text{сл}}$  — периметр сливной трубы, в м;

$\mu'$  — коэффициент расхода при истечении жидкости.

Система уравнений (12—II, 13—II, 14—II) допускает только графическое решение: принимаем ряд значений  $X_1$ , а следовательно, и  $i_1$ , рассчитываем по критериальной зависимости значения  $K_{xv}$ , по уравнению (14-II) находим  $\Delta L$ , из уравнения (12a-II) получаем значения  $Y_2$  и строим кривую  $Y_2 = \psi(X_1)$ ; подсчитываем  $Q_{\text{пот}}$  и  $Q_{\text{разб}}$ , по уравнению (13a-II) вычисляем значение  $i_2'$ , по ним устанавливаем значения  $Y_2$  (зависимость однозначная) и строим кривую  $Y_2 = \psi'(X_1)$  точка пересечения кривых дает искомые  $X_1$  и  $Y_2$ , по которым легко вычисляются величины  $L_1$  и  $G_2$ . Составив систему уравнений для второй тарелки и решив ее, находим  $X_2$ ,  $Y_3$  и т. д., пока не будет достигнута концентрация первого сверху потока жидкости или пара, поступающего в колонну или уходящего из нее. Учитываем изменение потоков, применяя только что описанный графоаналитический способ, определяем концентрации на тарелках следующей части колонны (промежуточной или исчерпывающей) и т. д. В результате расчета имеем количества тарелок

в различных частях колонны и полную картину распределения концентраций и температур по высоте аппарата.

Переход на размерности, принятые при составлении уравнений (12-II, 13-II, 14-II), несомненно, облегчит расчет при определении количества тарелок колонны. При обработке же опытных данных система уравнений решается аналитически.

М. А. Михеев (1956) указывает, что применение ряда расчетных уравнений для вычисления коэффициентов теплоотдачи искусственно усложнено неудачным выбором определяющих температур. Процессы массообмена и теплопередачи очень сходны между собой. На основании сказанного мы считаем, что все величины, входящие в критериальные уравнения для определения коэффициентов массопередачи, должны определяться количеством, концентрацией и температурой жидкости на входе на тарелку, количеством, составом и температурой паров на выходе с нее.

### Заключение

1. Изложен способ расчета количества тарелок, в основе которого лежат допущения 1, 2, 3, 11. Так как в настоящее время нет надежных расчетных уравнений для определения коэффициентов массопередачи, а следовательно, и истинных к. п. д. тарелок, то в ряде случаев данный способ может явиться заменой менее точного метода Мак Кэба—Тиле.

2. Дан анализ метода А. Н. Плановского и А. Г. Касаткина.

3. Описан метод определения количества действительных тарелок, учитывающий тепловую сторону процесса массообмена при ректификации. Метод очень трудоемок, но он может быть применен при условии внедрения электронно-счетных машин в практику расчета диффузионных процессов.

### ЛИТЕРАТУРА

- Климовский Д. Н., Стабников В. Н. Технология спирта. Пищепромиздат. 1955. Плановский А. Н., Касаткин А. Г. О способах выражения движущей силы диффузионных процессов. «Химическая промышленность» № 9, 1953. Плановский А. Н., Касаткин А. Г. К вопросу о расчете тарельчатых аппаратов. «Химическая промышленность» № 3, 1955. Стабников В. Н. Теоретическая тарелка и единицы переноса. «Химическая промышленность» № 7, 1955. Стабников В. Н., Харин С. Е. Теоретические основы перегонки и ректификации спирта. Пищепромиздат, 1951. Михеев М. А. Основы теплопередачи. Госэнергоиздат, 1956. Griswold and Stewart. Industrial and Engineering Chemistry, vol. 39 p. 752 (1947). Murphree. Industrial and Engineering Chemistry, vol. 17, p. 747 (1925). West, Gilbert and Shimizu. Industrial and Engineering Chemistry, vol 44, p. 2470 (1952).

Поступила в редакцию  
3 января 1958 г.

## НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

**К РАБОТНИКАМ ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ,  
КОНСТРУКТОРАМ И ПРОЕКТИРОВЩИКАМ, НАУЧНЫМ  
РАБОТНИКАМ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ  
И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ \***

*Дорогие товарищи!*

В январе текущего года в стенах старейшего в мире и крупнейшего лесотехнического вуза — Ленинградской ордена Ленина лесотехнической академии имени С. М. Кирова собрались представители лесоинженерной и лесозаготовительной науки, конструкторы лесозаготовительных машин, проектировщики, руководители многих лесозаготовительных и лесосплавных предприятий, трестов, комбинатов и Управлений лесной промышленности, представители Министерства лесной промышленности РСФСР и Госплана на научно-производственную конференцию по вопросам комплексной механизации и автоматизации производственных процессов лесозаготовок и лесосплава.

Собравшись для того, чтобы всесторонне обменяться мнениями по важнейшим проблемам развития лесной промышленности, мы единодушно пришли к следующим выводам:

1. Главной задачей лесозаготовителей было и остается решительное повышение производительности труда.

Необходимо помнить, что главные резервы роста производительности труда скрыты в постоянном совершенствовании организации труда, улучшении технологии и организации производства.

Правильное и полное использование техники, которой вооружены лесозаготовительные предприятия, может дать значительное увеличение объемов производства. Опыт передовых леспромхозов, достигающих комплексной выработки в 400—600 м<sup>3</sup> и более на списочного рабочего, доказывает, что современная техника лесозаготовок, при правильном ее использовании, таит в себе огромные возможности.

Необходимо настойчивее внедрять передовые методы организации труда, способствующие полному использованию сменного времени механизмов и рабочих. Шире распространять малые комплексные брига-

---

\* Обращение принято на пленарном заседании научно-производственной конференции по вопросам комплексной механизации и автоматизации производственных процессов лесозаготовок и лесосплава 25 января 1958 г.

ды, огромная эффективность которых доказана опытом сотен леспрохозов, внедрять трелевку и вывозку деревьев с кронами, одиночную валку леса бензино-моторными пилами, смелее осуществлять совмещение профессий и операций, последовательно исключать операции и приемы из технологического процесса лесозаготовок, максимально упрощая его.

Внедрение передовых методов организации труда требует продуманной организации заработной платы. Недостаточно создать заинтересованность в повышении выработки на одного рабочего, необходимо стимулировать улучшение использования механизмов, перевыполнение плана лесозаготовок и снижение себестоимости продукции.

2. Наряду с упорной и повседневной работой по улучшению организации труда и использования механизмов и сооружений, необходимо настойчиво совершенствовать средства механизации.

Научная и конструкторская мысль за последнее время открывает принципиально новые направления развития техники лесозаготовок — техники комплексных машин — комбайнов и агрегатных машин. Уже первые опытные образцы таких машин показывают возможность коренного изменения технологических процессов и огромного повышения производительности труда. К делу разработки и совершенствования конструкции комплексных машин, их производственных испытаний и внедрения должно быть постоянно приковано внимание общественности, руководства промышленности.

Всемерно форсируя создание и внедрение комплексных машин, нельзя ослаблять внимание и к совершенствованию типов и систем специализированных машин, составляющих сейчас основную форму механизации лесозаготовок и ее огромную силу.

Дело создания и внедрения новой техники не есть только дело ученых и конструкторов. Без активнейшего участия в нем самого широкого круга производственников скорый, значительный и прочный успех дела недостижим.

Работники производства могут оказывать конструкторам неоценимую помощь при установлении технических и эксплуатационных параметров будущих машин, в проведении производственных испытаний. Особенно велика роль производственников в деле внедрения новых машин, успех которого прямо и непосредственно достигается энергией, настойчивостью и творческим отношением низовых руководителей производства и рабочих новаторов.

Огромное значение в деле совершенствования техники производства имеет повышение внимания к вопросам малой механизации и рационализации средств труда и производственных процессов.

Мы обращаемся с призывом неустанно совершенствовать технику, технологию и организацию производства, всемерно развивать рационализацию и изобретательство.

3. Важнейшим качественным показателем производственно-хозяйственной деятельности предприятий является себестоимость их продукции.

Участники конференции призывают всех работников лесозаготовительной промышленности ежедневно считать народную копейку, уделять больше внимания вопросам снижения себестоимости продукции, тщательно контролировать рублем целесообразность применения тех или иных типов лесозаготовительного оборудования, способов организации работ, технологических процессов и т. д.

Мы призываем работников учебных, научно-исследовательских и проектных институтов быстрее и глубже решать теоретические вопросы

снижения себестоимости продукции и повышения экономической эффективности капиталовложений в новую технику. Каждая новая машина, каждый новый метод организации лесозаготовительных работ должен получать права на внедрение в производство лишь после того, как будет доказана его экономическая эффективность по сравнению с лучшими из существующих образцами оборудования и способами работы.

Товарищи! Необходимо ясно видеть, что дальнейшее развитие лесной промышленности СССР требует новых подходов к вопросам роста объемов лесозаготовок, их размещения, способов эксплуатации лесов.

Огромные лесные богатства СССР размещены на территории страны крайне неравномерно. Шесть седьмых общего запаса спелых и перестойных лесов сосредоточена в Азиатской части СССР, преимущественно в районах слабозаселенных. Лишь небольшая часть лесных ресурсов находится в густонаселенных районах с высокоразвитой промышленностью, в районах, где сосредоточена большая часть потребления древесины.

Крупные объемы лесозаготовок в этих районах ведут к истощению лесов, имеющих здесь огромное и разностороннее значение для народного хозяйства страны и жизни советских людей. В СССР настойчиво и последовательно осуществляется перебазирование лесозаготовок в многолесные районы Севера и Востока. Однако, это требует огромных усилий и затрат капиталовложений и влечет значительное увеличение объема и расстояний перевозок лесоматериалов в районы потребления. При этом в ближайших многолесных районах страны объемы лесозаготовок уже теперь приближаются к размерам, значительное увеличение которых может создать угрозу исчерпания лесных ресурсов в несколько десятилетий, что очевидно недопустимо.

В то же время, добываемая с огромным трудом и дорого стоящая государству и народу древесина используется в СССР расточительно. Допускаются огромные по объему потери и порча древесины.

Задачей исключительной важности является преодоление бесхозяйственного, расточительного отношения к древесине, нерационального ее потребления и использования. Необходимо всемерно экономить древесину на всех этапах ее продвижения от лесосеки до потребления изготовленных из нее продуктов.

Решив такую задачу, мы могли бы обходиться относительно меньшими объемами лесозаготовок, меньше вырубать леса, особенно в густонаселенных районах, где они особенно дороги нам.

Товарищи! В интересах народа мы обязаны лучше использовать древесину. Необходимо всем понять, что оставление недорубов или поваленных деревьев на лесосеках является преступлением. Надо самым тщательным образом разделять древесину, стремясь получить как можно больше высококачественных деловых сортиментов. Нужно развивать непосредственно в леспромхозах первичную переработку лесоматериалов (лесопиление, деревообработку и использование отходов). Чтобы повысить использование древесины, наши леспромхозы и сплавконторы должны превращаться в предприятия-комбинаты, комплексно использующие древесину.

Лесозаготовители своей работой могут серьезно помочь потребителям древесины в экономии ее, или, наоборот, мешать им расходовать древесину рационально. К сожалению, значительно распространенное в практике леспромхозов пренебрежение к точности соблюдения требований потребителей к качеству лесопродукции и размерных спецификаций нередко ставит потребителей лесоматериалов в очень трудные условия и вызывает перерасходы древесины в потреблении.



Мы призываем работников лесозаготовительной промышленности при производстве и отгрузке лесопроductии решительно усилить свое внимание к запросам и нуждам потребителей. В то же время мы обращаемся к работникам потребляющих древесину отраслей и ученым с просьбой критически, с народнохозяйственных позиций пересмотреть предъявляемые требования к качеству древесины, устранив, несомненно имеющиеся в ряде случаев, излишества, мешающие рационально использовать лесосечный фонд и заготавливаемую древесину.

Ежегодно вырубая огромные площади лесов для заготовки древесины, лесозаготовители не могут безразлично относиться к дальнейшей судьбе вырубок. К сожалению, большая часть вырубленных лесосек возобновляется лесом неудовлетворительно или вообще не возобновляется — в значительной степени по вине лесозаготовителей. Применяемые на лесозаготовках методы заготовки и трелевки обычно приводят к полному истреблению подроста, что наносит непоправимый ущерб для естественного возобновления леса.

Мы призываем рабочих-лесозаготовителей, мастеров и технических руководителей производства внедрять в практику работ самое бережное отношение к подросту и заботу о будущем лесовозобновлении, совершенствуя методы освоения лесосек и способы исполнения лесосечных работ.

Научные работники в области лесного хозяйства и механизаций лесозаготовок должны совместно искать принципиально новые решения проблемы; в частности, новые способы рубок, новые машины и процессы, обеспечивающие как эффективную механизацию труда, так и лесовозобновление, в частности механизацию труда при выборочных, постепенных и т. п. рубках.

Вместе с тем заслуживает всяческой поддержки идея исполнения технически оснащенными лесозаготовительными предприятиями работ по искусственному возобновлению леса. Передовые леспромхозы (Валдайский и др.) уже становятся на этот путь. Мы призываем шире распространять подобную практику.

Подъем лесозаготовительной промышленности немислим без значительного укрепления и повышения уровня руководства во всех его звеньях.

Конференция призывает всех работников лесной промышленности неустанно повышать уровень технических и экономических знаний.

Товарищи! Решение всех важных проблем, о которых мы упомянули выше, требует постоянного и действенного творческого содружества работников науки и производства. Такое содружество уже давно характеризует работу передовых научных коллективов и предприятий. Наша конференция явила пример плодотворного содружества ученых и практиков. Мы призываем всех работников науки и производства сделать творческое содружество методом своей повседневной работы. Пусть крепнут наши связи, пусть теория полнее и ярче освещает путь практике, пусть передовая практика производства оплодотворяет труд и мысли ученых в интересах дальнейшего подъема лесной промышленности и лесного хозяйства.

## ВТОРОЕ ВСЕСОЮЗНОЕ ФЕНОЛОГИЧЕСКОЕ СОВЕЩАНИЕ

**А. П. ШИМАНЮК**

Доктор сельскохозяйственных наук

(Институт леса Академии наук СССР)

Фенологические наблюдения, то есть наблюдения над сезонным развитием природы, начались в нашей стране в 1721 году по инициативе Петра I. Первые фитофенологические наблюдения в Упсальском ботаническом саду были начаты известным шведским натуралистом Карлом Линнеем только в 1748 году. В других европейских странах фенологические наблюдения также начались позже, чем в России.

Руководство по фенологическому изучению природы нашей страны осуществлялось в разное время различными общественными организациями и даже отдельными лицами: Российским обществом садоводства, Географическим обществом, проф. Д. Н. Каигородовым, Центральным Бюро краеведения, некоторыми областными бюро краеведения и краеведческими музеями. Занимались фенологическим изучением природы нашей страны некоторые ведомственные организации и научные учреждения: Гидрометслужба, Госзаповедники, Лесные опытные станции, Ботанические сады и др. С 1925 по 1940 год включительно руководство осуществлялось фенологической комиссией Центрального Бюро краеведения, а затем Института краеведческой и музейной работы. В 1941 году вся работа по руководству добровольной фенологической сетью была передана Географическому обществу СССР в Ленинграде, которое и является руководящим фенологическим центром. В настоящее время развернули фенологическую работу и некоторые филиалы Географического общества, например, Московский, Уральский, Саратовский и др.

С 29 ноября по 4 декабря 1957 года в Ленинграде проходило второе всесоюзное фенологическое совещание, созданное по решению Академии наук СССР Географическим обществом СССР совместно с Ботаническим и Зоологическим институтами АН СССР.

Основными задачами Второго фенологического совещания являлись: 1. Ознакомление с современным состоянием фенологических исследований, осуществляемых в системе АН СССР, Географическим обществом СССР и другими ведомствами и организациями страны. 2. Обсуждение задач и перспектив развития фенологии в Географическом обществе СССР и специальных ведомственных организациях. 3. Координация научно-исследовательских фенологических работ, проводимых в различных ведомственных организациях. 4. Унификация программ и методик фенологических наблюдений и основных принципов обработки фенологических материалов. 5. Выяснение требований, предъявляемых отдельными отраслями народного хозяйства к фенологии, и ряд других вопросов.

В Совещании участвовали представители почти всех республик Союза ССР. Совещание открыл вице-президент Географического общества СССР чл.-корр. АН СССР С. В. Калесник, который сделал также доклад на тему: «Фенология и география». Из его доклада следует, что фенология является наукой географической, изучающей сезонную ритмику географических ландшафтов и, следовательно, место фенологии в системе географических наук. Затем с обширным докладом на тему: «Главнейшие направления фенологии в СССР» выступил директор Ботанического института им. В. Л. Комарова чл.-корр. АН СССР П. А. Ба-

ранов. Докладчик отметил важную роль фенологии при изучении ряда отраслей ботаники, зоологии, сельского и лесного хозяйства, связанных с сезонным развитием природы. Председатель Фенологической комиссии Географического общества СССР канд. сельскохозяйственных наук А. И. Руденко доложил совещанию о современном состоянии, путях и задачах фенологии в Советском Союзе. Представитель Всесоюзного Института защиты растений (Ленинград) проф. И. Я. Поляков выступил с докладом на тему: «Задачи фенологии в области защиты растений от вредителей и болезней». Представитель Центрального института прогнозов (Москва) Б. П. Пономарев доложил о фенологических наблюдениях в системе гидрометслужбы и их использовании в агрометеорологическом обслуживании сельского хозяйства. О. И. Семенов-Тянь-Шанский (управление госзаповедников) доложил о постановке и итогах фенологических наблюдений в системе госзаповедников. Всего на пленарных заседаниях было заслушано 14 докладов. Дальнейшая работа Совещания проходила в четырех секциях: 1) географической, 2) эколого-биологической, 3) сельскохозяйственной фенологии и агроклиматологии и 4) школьной фенологии. В географической секции было заслушано 28 докладов. Большой интерес вызвал доклад заведующего фенологическим сектором Географического общества СССР канд. биологических наук Г. Э. Шульца «Фенологические наблюдения как метод изучения вековых колебаний климата (на примере г. Ленинграда)»; доклад научных сотрудников геофака Ленинградского Государственного университета им. А. А. Жданова, А. Д. Тумановой и Н. С. Чочиа. «К вопросу о роли фенологических наблюдений во внутриландшафтном районировании»; проф. А. В. Тюрина (Пушкино Московской обл.) «Продолжительность начального периода весны в лесах европейской части СССР и ее значение для организации лесокультурных работ»; проф. А. П. Шиманюка (Институт леса АН СССР и Московский филиал Географического общества СССР) «Влияние суровых условий зимы 1955-56 гг. на последующее фенологическое развитие древесных пород в центральных районах европейской части СССР»; проф. Г. Г. Самойловича (Ленинградская лесотехническая академия им. С. М. Кирова) «Авиационные методы фенологических наблюдений в изучении отдельных насаждений и лесного массива» и ряд других докладов. Кроме уже названных докладов по лесной фенологии были заслушаны следующие доклады: доктора сельскохозяйственных наук Б. И. Иваненко (ВНИИЛМ) «Фенологические наблюдения в лесах СССР, проводимые сетью лесных опытных станций ВНИИЛМ»; научных сотрудников Института леса АН СССР кандидатов биологических наук И. Н. Елагина «Роль фенологии при лесотипологических исследованиях» и «Методика фенологических наблюдений и закономерности сезонного развития лесостепных дубрав», И. А. Грудзинской «Сезонное развитие растений в степных лесонасаждениях и изображение его при помощи кривых», Л. Я. Полозовой «О связи эмбрионального и постэмбрионального роста побегов у лесных древесных растений в зависимости от погодных условий»; научного сотрудника ЛенНИИЛХ М. М. Головина «Фенологические наблюдения в лесах таежной зоны, проводимые Ленинградским научно-исследовательским институтом лесного хозяйства»; научного сотрудника Института географии АН СССР В. И. Долгошова «Урожайность плодов и семян лесных пород, как биогеографический фактор»; канд. биологических наук Т. П. Некрасовой (Западносибирский филиал АН СССР) «Роль фенологического изучения древесных пород в составлении прогнозов урожая лесных семян»; лесничего Сельвачевского лесничества Московской обл. А. Е. Котюкова «О способе выделения дубов

рано и поздно распускающейся формы»; ученого секретаря фенологической комиссии Московского филиала Географического общества Г. А. Ремизова «Фенология главнейших древесных пород БССР» и некоторые другие доклады. В подсекции фитофенологии заслушано 16 докладов и в том числе доклад Н. В. Ворошилова (Главный Ботанический сад АН СССР) «Фенологические наблюдения в связи с работами по интродукции и систематике растений»; Ф. М. Куперман (МГУ) «Морфофизиологические исследования развития и роста растений, как новый этап в фенологии»; Я. Х. Эйларт (Тарту, АН Эстонской ССР) «Состояние фенологических работ в Эстонии» и др. В подсекции зоофенологии заслушано 17 докладов и в том числе доклад И. В. Кожанчикова (Зоологический институт АН СССР) «Основные черты фенологии чешуекрылых лесной зоны Евразии и некоторые практические задачи фенологии насекомых», В. В. Добровольского (МГУ) «Значение и развитие фенологических исследований насекомых вредных и полезных в сельском и лесном хозяйстве» и ряд других. В секции сельскохозяйственной фенологии и агроклиматологии сделано 14 докладов и в секции школьной фенологии — 7 докладов. Всего на совещании было заслушано 96 докладов. Совещанием приняты решения: о создании в составе Ленинградского филиала института географии АН СССР научно-методического центра по фенологии, об организации фенологических лабораторий в некоторых биологических институтах АН СССР и фенологических групп в филиалах Географического общества СССР, о создании опорных фенологических пунктов на базе существующих лесных и сельскохозяйственных станций. Совещание избрало комиссию по составлению проекта международной фенологической программы и региональных программ для всего СССР. В эту комиссию вошли И. Н. Бейдеман, Н. Н. Галахов, А. И. Иванов, А. И. Руденко, О. И. Семенов-Тянь-Шанский, А. П. Шиманюк и Г. Э. Шульц.

Совещание признало необходимым привлечь к фенологическим исследованиям учащихся и преподавателей средней и высшей школы, лесоводов, ботаников, зоологов, агрометеорологов, агрономов, охотников и др.

Мы призываем всех истинных любителей природы нашей прекрасной родины включиться в фенологическую работу по месту своего жительства и общими усилиями способствовать скорейшему изучению сезонного развития природы и поднятию ее производительных сил. Для получения методической помощи по ведению и использованию фенологических наблюдений можно обращаться в Фенологический сектор Географического общества СССР в Ленинград, 1, пер. Гривцова, д. 8-а или в Фенологическую комиссию Московского филиала Географического общества СССР, Москва, К-9, ул. Герцена, 6, Зоологический музей, комн. 102, или прочитать книжку автора, настоящего сообщения «Что и как наблюдать в природе». Изд-ство АН СССР, М., 1957.

В заключение следует отметить, что Президиум Географического общества СССР, придавая большое значение развитию фенологических исследований в СССР, наградил большую группу ученых и фенонаблюдателей Почетными грамотами Географического общества. Среди награжденных — академик В. Н. Сукачев, чл.-корр. АН СССР С. В. Калесник и А. П. Шенников, чл.-корр. ВАСХНИЛ Н. С. Щербиновский, профессора Ф. Ф. Давитая, Н. Н. Плавильщиков, А. В. Тюрин, А. Н. Формозов, А. П. Шиманюк, доктор географических наук Н. Н. Галахов, кандидаты наук А. А. Шиголев, Т. Т. Трофимов, Г. Э. Шульц, учителя Г. Д. Смагин, В. И. Папуша, фенологи А. А. Вагин, Л. П. Левенок, колхозник М. В. Фролкин и многие другие.

## ПАМЯТИ НИКОЛАЯ ПЕТРОВИЧА КОБРАНОВА

(1883—1942)

В 1958 году исполняется 75 лет со дня рождения виднейшего биолога и лесовода проф. Н. П. Кобранова.

Н. П. Кобранов родился 22 мая 1883 года в посаде Каменка Холмского уезда Псковской губернии. Четырех лет он лишился родителей и братьев, и в 1888 году был определен в малолетнее отделение Гатчинского сиротского института.

Окончив его с золотой медалью и получив право на повышенную стипендию, Николай Петрович поступает в Петербургский лесной институт. В процессе учебы в этом институте он глубоко изучает курсы ботаники, физиологии растений и химии, проявив при этом склонность к научным исследованиям, а затем работает на кафедре общего лесоводства под руководством новатора лесной науки проф. Г. Ф. Морозова. За-

щитив в 1904 году дипломную работу на тему «Типы лесов Мокшанского лесничества», он получает звание лесовода первого разряда.

После окончания института Николай Петрович работает помощником лесничего по лесокультурам Подъвожского лесничества Орловской губернии, затем в исследовательской таксационной партии В. Д. Огиевского, где в его обязанность входит проведение опытной рабо-

ты по естественному и искусственному возобновлению леса, по уходу за лесом, защите его от вредителей и т. п. Эта

работа была для молодого лесовода замечательной школой и явилась началом многолетней плодотворной научно-исследовательской деятельности.

Затем Николай Петрович работает в Лисинской лесной школе под руководством известного ученого—лесничего Д. М. Кравчинского и пишет такие научные работы, как «К вопросу о происхождении болотной сосны», «О влиянии лесного пожара на насаждения и почву» и др. Эти труды создали ему заслуженный авторитет и известность среди научных работников и практиков лесного дела.

Работая с 1911 по 1915 год в Мариупольском опытном лесничестве, Н. П. Кобранов публикует ряд

трудов из области лесной метеорологии: «Ожеледь и условия ее образования», «Отложение льда на деревьях во время ожеледи и меры борьбы с повреждением лесов ожеледью» и др. Эти работы оказались столь выдающимися для своего времени, что 29 мая 1915 года молодой ученый был избран членом-корреспондентом Главной геофизической обсерватории.



В мае 1915 года Николай Петрович избирается профессором Воронежского сельскохозяйственного института по кафедре энциклопедии лесного хозяйства. Во время работы в этом институте он много делает для организации лесного факультета, а с 1920 года по 1924 год является его деканом.

В 1925 году Н. П. Кобранов переводится на должность профессора лесоведения в Московский лесотехнический институт, а вскоре выполняет большую работу по переводу Московского лесотехнического института в Ленинград. С 1925 по 1939 год он занимает должности заместителя директора по учебной работе и заведующего кафедрой частного лесоводства (впоследствии кафедра лесных культур) в Лесотехнической академии (ЛТА) им. Кирова, где продолжает напряженную научную деятельность. За совокупность научных трудов, получивших высокую оценку специалистов, проф. Кобранов был утвержден в ученой степени доктора сельскохозяйственных наук без защиты диссертации.

Необходимо особо подчеркнуть заслуги Николая Петровича Кобранова по улучшению курса лесных культур и в создании нового курса древоводства. В своих лекциях он давал глубокое теоретическое обоснование рекомендуемых технических приемов лесовыращивания, используя для этого новейшие данные советских и иностранных исследователей.

С большой заботой проф. Кобранов относился к организации на лесохозяйственном факультете отделения зеленого строительства, которое дало стране немало специалистов этой отрасли.

С исключительным вниманием и теплотой воспитывал он молодую научную смену-аспирантов — не только в ЛТА, но и во Всесоюзном научно-исследовательском институте лесного хозяйства.

Проводя обширную научную, педагогическую и административную работу в ЛТА, Николай Петрович находил время и для общественной и производственной работы. Проф. Кобранов состоял членом лесной секции комитета по высшему техническому образованию и рецензентом при Высшей аттестационной комиссии. Он состоял членом Всесоюзного географического и Всесоюзного ботанического обществ и принимал активное участие в их работе. Николай Петрович проводил большую редакционную работу, являясь с 1928 по 1934 год редактором отдела «Лесное хозяйство» в технической энциклопедии и др. Он состоял членом научно-технического совета Главного управления лесоохраны и лесонасаждений, председателем Оргбюро Ленинградского областного научно-технического общества лесной промышленности, был постоянным членом Ленинградского областного общества «Друзей зелени».

Он участвовал в работе различных Международных конгрессов, был участником многочисленных съездов и совещаний, особенно по вопросам лесного хозяйства и зеленого строительства.

Проф. Кобранова следует признать одним из пионеров в области генетики и селекции лесных пород. В своей работе «Селекция дуба» (1925) он указал, что селекция является одним из путей в разрешении проблемы времени в лесоводстве. Селекция позволяет быстрее выращивать деревья нужных размеров и подчинять стихийные процессы в лесу воле человека. «Через акклиматизацию, массовый и индивидуальный отбор к созданию новых форм — такова эволюция селекции древесных пород» — пишет Н. П. Кобранов.

Намеченные проф. Кобрановым пути повышения продуктивности лесных пород созвучны с учением И. В. Мичурина. В 1936 году Николай Петрович опубликовал статью «Великий преобразователь природы И. В. Мичурин», в которой писал: «...он научил нас творчеству новых форм».

Работы проф. Кобранова по лесосеменным вопросам, объединенные в серию статей «Из области лесного семеноведения», являются ценным вкладом в науку и позволяют признать автора крупнейшим специалистом по лесному семеноведению не только в пределах СССР, но и за границей. В этих статьях Николай Петрович осветил вопросы строения семян, плодоношения различных древесных пород и др. Эти работы имеют большое научное и производственное значение. Так, например, соотношение между весом самого семени и его оболочки может послужить основанием для разработки рациональных систем веялок и сортировок семян древесных пород с целью получения высококачественного семенного материала.

Его работа «Методика облесования и исследования культур» до настоящего времени служит руководством для производственников в лесхозах, для работников научно-исследовательских учреждений и студентов вузов и техникумов.

Труды проф. Кобранова по разнообразным лесохозяйственным, лесокультурным, биологическим, метеорологическим и таксационным вопросам достаточно убедительно свидетельствуют о его широком кругозоре, отличаются глубиной содержания, продуманностью методики и обнаруживают основательные знания как отечественной, так и иностранной литературы.

Проф. Кобранов — подлинно советский ученый, требовательный к себе и сорудникам, патриот своей Родины, отдавший все знания, способности, упорный труд социалистическому отечеству, лесной науке и советскому студенчеству.

**И. Н. Никитин.**

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

М. М. Вересин. О фенологических формах дуба черешчатого и использовании их в лесоразведении . . . . .	3
П. А. Положенцев, Д. И. Здрайковский. К характеристике деревьев сосны, пораженных подкорным клопом . . . . .	17
А. А. Хиров. Некоторые вопросы методики обследования культур сосны I класса возраста . . . . .	25
М. И. Бурдаев. Особенности роста сосны в сухих котловинах на придонских песках . . . . .	37
Ю. А. Орфанитский, В. Г. Орфанитская. О варьировании объемного веса и влажности подзолистых почв на вырубках . . . . .	50
О. О. Герниц. Рационализация возрастов рубки . . . . .	59
Г. А. Мокеев. Об эффективности и стоимости наземной и авиационной охраны лесов от пожаров . . . . .	65
А. Я. Любавская. Оптимальные сроки посева семян березы бородавчатой в условиях Московской области . . . . .	73
М. Д. Данилов, В. И. Пчелин. Изменение физико-механических свойств древесины ели по категориям развития и роста деревьев . . . . .	82
Э. Н. Фалалеев. Некоторые данные о возобновлении лиственницы в Северных районах Красноярского края . . . . .	84
В. Н. Правдин, А. М. Краснитский, Л. Ф. Янин. Влияние типов леса на термические коэффициенты древесины ясеня обыкновенного . . . . .	87

### ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

Н. И. Скрипов, Л. Е. Савин. О работе стыка решетчатых дорожных железобетонных плит . . . . .	95
Л. В. Коротяев. О коэффициенте сопротивления движению трельюемой древесины . . . . .	102
В. Е. Сергутин. Гидравлическая эффективность выправления мелководных русел продольными и поперечными дамбами как водоподъемными устройствами . . . . .	108
Н. С. Дроздов. Расчет мощности, необходимой для работы дискового окорочного станка . . . . .	117

### МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Ф. М. Манжос. Формо- и размерообразование в процессе обработки древесины резанием . . . . .	128
А. Н. Мини. Влияние межчастичных сил на качество прессованных изделий . . . . .	137
В. Р. Авакян. О внутренних напряжениях в древесине . . . . .	144

М. В. Серов. К вопросу о пакетной сушке и хранении пиломатериалов на складах . . . . .	152
--	-----

*ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ*

В. И. Гагарин. О расчете количества тарелок ректификационных колонн непрерывного действия. Сообщение II . . . . .	156
---	-----

*НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ*

К работникам лесной промышленности, конструкторам и проектировщикам, научным работникам лесотехнических вузов и исследовательских учреждений	166
А. П. Шиманюк. Второе всесоюзное фенологическое совещание . . . . .	170

Памяти Николая Петровича Кобранова . . . . .	173
--	-----

**ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ  
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 3.**

Сдано в набор 31/III-58 г. Подписано к печати 6/V-58 г. Форм. бум. 70×108/16. Печ. л. 11,0. учетно-изд. л. 14,43. Тираж 2000, сл. 01726. Зак. 666. Цена 10 руб.

---

Типография им. Склепина, г. Архангельск, Набережная им. Сталина, 86.



### ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
17	2 сверху	Лесной журнал № 1	заболоченных лесосеках принимают доценты Ю. М. Комаров...
43	13 снизу	$P_v = \frac{200}{n} \cdot \frac{r^5 - (r^5 - 1)}{r^5 + (r^5 - 1)}$	$P_v = \frac{200}{n} \cdot \frac{r^5 - (r^5 - 1)}{r^5 + (r^5 - 1)}$
		Лесной журнал № 2	
53	в табл. 6	Бабаевский леспромхоз	Бабаевский лесхоз
92	26 сверху	$V = \text{м/сек}$	$V = 50 \text{ м/сек}$
83	14 сверху и далее	а остальные 60% составляют затраты на эксплуатацию передвижных электростанций	а остальные 60% падают на вложение в передвижные электростанции
100	в табл. 7	$55^\circ - 45^\circ$	$40^\circ - 50^\circ$
116	на рис. 3		Сила $P_1$ имеет то же направление, что и сила $P_2$
121	6 сверху	$h$ — число оборотов...	$n$ — число оборотов...
124	14 снизу	где $d$ — диаметр...	где $d_p$ — диаметр...
129	10 сверху	$\nabla d_4$	$\nabla \partial_4$
132	3 снизу	что $H \geq C_N$	что $C_H \geq C_N$
147	в формуле	$C_1$	$C$
149	в табл. 3	$2 - 3 - 10^{11}$	$2 - 3.10^{11}$
161	в формуле (29)	$Y_p^*$	$Y_1^*$
		Лесной журнал № 3	
16	14 снизу	Dilardoni	Gilardoni
21	2 сверху	С. М. Кокиной	С. И. Кокиной
32	2 снизу	$1/4 - 1/15 H_{cp}$	на $1/4 - 1/15 H_{cp}$
36	6 сверху	проростов	приростов
52-56		$A_2(\partial), B_1(\partial), B_2(\partial) \text{ и } B_3(\partial)$	$A_2(g), B_1(g), B_2(g) \text{ и } B_3(g)$
55	в табл. 6	$\frac{VP}{\quad}$	$\frac{P}{V}$
91	9 снизу	$\perp$ и $\lambda_t$	$\lambda_{\perp}$ и $\lambda_t$
94	4 снизу	Гослесбумсбыт	ГЛТИ
141	9 и 11 снизу	$T_1$ и $T_2$	$T_1$ и $T_2$
157	в формуле (1-II)	$P_{ж} X_{рж}$	$\Sigma P_{ж} X_{рж}$
"	12 снизу	$\Delta F$	$\Delta Fm$
"	"	(14-II)	(4-II)
161	1 снизу	$K \cdot a_v \cdot P_{\tau_v}$	$K_p \cdot a_v \cdot P_{\tau_v}$

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Рукописи статей принимаются редакцией по рекомендации соответствующих кафедр высших учебных заведений. Могут быть приняты также статьи сотрудников научно-исследовательских учреждений (с разрешения их руководства) и от отдельных работников науки и производства.

Статьи, представляемые в журнал, как правило, не должны превышать 12 страниц машинописного текста. Некоторые, наиболее ценные статьи, могут быть опубликованы по решению редакционной коллегии и при большем объеме — до 24 страниц. Статьи библиографического характера не должны быть более 6 страниц. В заглавии статьи указываются ее название, инициалы и фамилия автора (или авторов) и полное наименование того учреждения, в котором проделана описываемая в статье работа. Рукописи направляются в редакцию в двух отчетливо оформленных экземплярах на хорошей бумаге, перепечатанные на машинке через два интервала на одной стороне листа. На листе должно быть не более 30 строк, а в строке не более 60 знаков. С левой стороны листа оставляется чистое поле шириной в 30 мм. Все страницы рукописи должны быть пронумерованы. На полях рукописи необходимо карандашом указать места рисунков и цифровых таблиц, если последние прилагаются к статье на отдельных листах. Иностранные слова должны быть вписаны на машинке или разборчиво чернилами от руки.

Особое внимание должно быть обращено на аккуратное написание индексов и показателей степени. Следует делать ясное различие между заглавными и строчными буквами. Во избежание недоразумения заглавные буквы следует подчеркивать двумя черточками снизу, а строчные — двумя черточками сверху. Особенно это касается таких букв, как *V* и *v*, *S* и *s*, *O* и *o*, *K* и *k*, *U* и *u*, *C* и *c*. Необходимо самое серьезное внимание обращать на аккуратное вынесение схожих по начертанию букв: *h* и *n*, *q* и *g*, *l* и *e*, *v* и *n*, *i* и *a*, *o* и *a*, *I* и *J*, *z* и *ξ*.

Для отличия от буквы *O* ноль (0) оставлять без подчеркивания. Греческие буквы должны быть подчеркнуты красным карандашом, латинские — синим.

Приводимый в статье графический материал не должен дублировать цифровых таблиц. Никакие сокращения слов, имен, названий, как правило, не допускаются. Возможно употребление лишь общепринятых сокращений — мер (только после цифр), химических, физических и математических величин. Названия учреждений, предприятий, марки механизмов и т. п., упоминаемые в тексте статьи, в первый раз

нужно писать полностью (указав в скобках сокращенное название); в дальнейшем это наименование можно давать только сокращенно.

При ссылке в тексте статьи на работы других авторов следует в скобках указывать фамилию автора и год издания его работы. Упоминания имен иностранных авторов даются в русской транскрипции, ссылки на иностранные работы — на том языке, на котором они опубликованы. В случае приведения цитаты необходимо указать, откуда она взята (автор, название работы или номер тома, год издания, страницы).

Список литературы должен содержать лишь цитируемые в тексте статьи работы и, наоборот, все упоминаемые в тексте работы должны быть помещены в списке литературы. В списке указываются фамилия и инициалы автора, название работы, журнал, в котором она опубликована (для книг — место издания и издательство), год издания, № журнала. Название журнала, в котором опубликована упоминаемая в списке литературы работа, дается полностью. Ссылка на неопубликованные работы не допускается.

Рукопись должна быть тщательно выверена, подписана автором и иметь визу руководителя кафедры, если статья написана работником вуза; должны быть написаны дата отправки рукописи, полное имя и отчество автора, его ученое звание и степень, а также служебный и домашний почтовые адреса и номера телефонов.

Иллюстрации представляются в одном экземпляре. Они должны быть пригодны для цинкографического воспроизведения (фотографии должны быть четкими, чертежи необходимо делать черной тушью пером на ватмане, тени на рисунках — при помощи точек или штрихов). На обратной стороне рисунка простым карандашом должны быть указаны его порядковый номер, соответствующий номеру в списке, и фамилия автора. Подписи к рисункам должны быть приложены на отдельном листе, перепечатанными на машинке.

Редакция может возвращать авторам небрежно написанные статьи с требованием об их лучшем изложении и более аккуратном оформлении.

Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения рукописей. Корректур статей авторам, как правило, не предоставляется.

Авторы получают бесплатно 30 оттисков своей статьи (за исключением публикаций в отделе библиографии и хроники).

**Продолжается подписка  
на журнал**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИИ  
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СССР»**

Раздел

**„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“**

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 60 рублей. Цена отдельного номера — 10 рублей.

Подписка и розничное распространение журнала производится органами «Союзпечати».

Оформившим подписку со второго полугодия, по их заявке в редакцию, первые номера журнала могут быть высланы наложенным платежом.

**ВОЗВРАТИТЕ КНИГУ НЕ ПОЗЖЕ**  
обозначенного здесь срока


ИЗ 332

МИНИСТЕРСТВО  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

# ИЗВЕСТИЯ

## ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

*Лесной журнал*

