

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ДЕСЯТЫЙ

1

1967

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Проф. Ф. И. Коперин (отв. редактор), доц. П. И. Войчаль (зам. отв. редактора), проф. С. Х. Будыка, доц. Г. А. Вильке, проф. И. В. Воронин, проф. А. Э. Грубе, проф. М. Л. Дворецкий, доц. Д. С. Добровольский, доц. Г. Л. Дранишников, проф. М. И. Зайчик, проф. С. Я. Коротов, акад. ВАСХНИЛ проф. И. С. Мелехов, доц. Н. В. Никитин, проф. А. Н. Песоцкий, проф. С. И. Рахманов, доц. Г. Я. Трайтельман, 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 лесных вузов и техникумов, студентов старших курсов лесотехнических институтов.

Выходит 6 раз в год.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 17,
Лесотехнический институт, тел. 4-13-37.

УДК 06.091.5

СТО ЛЕТ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Г. Ф. МОРОЗОВА

Георгий Федорович Морозов, которому выпала доля стать реформатором лесоводственной науки, основоположником нового учения о лесе, учителем и маяком ряда поколений работников лесного хозяйства, родился 7 (19) января 1867 г.

Не сразу нашел Г. Ф. Морозов путь в науку. Став по воле отца артиллерийским офицером, он в течение трех лет военной службы встречался с передовой учащейся молодежью, в том числе с революционерами, которые развили в нем интерес к общественным вопросам и стремление пройти высшую школу. Уже в это время, ознакомившись с трудами К. А. Тимирязева, Морозов становится убежденным дарвинистом. В возрасте 23 лет он поступил в Петербургский лесной институт, где учился у видных профессоров А. Ф. Рудзкого, И. П. Бородина, П. А. Костычева, Н. А. Холодковского; он близко познакомился с известным педагогом и анатомом П. Ф. Лесгафтом, и это во многом определило дальнейшую судьбу молодого лесоведа.

Окончив теоретический курс института в 1893 г., Г. Ф. Морозов стал работать в Хреновском лесничестве Воронежской губернии помощником лесничего и преподавателем лесной школы. Здесь он продемонстрировал свой талант исследователя, установив причины неудачи культур сосны в сухих борах лесостепи. В 1895 г. он защитил дипломную работу и получил звание ученого лесоведа, а в мае 1896 г. ему была предоставлена заграничная командировка для изучения постановки лесного опытного дела. Эта командировка была исключительно плодотворна по своим результатам.

Вернувшись на родину, Г. Ф. Морозов сначала руководит работами по укреплению песков в Павловском уезде Воронежской губернии, а в 1899 г. становится лесничим Каменностепного лесничества, входившего в сеть опытных участков, заложенных экспедицией В. В. Докучаева. Во всеоружии знаний и опыта молодой лесничий закладывает опытные посадки по хорошо продуманной методике, учитывая рельеф местности, способ обработки почвы, наличие предварительного сельскохозяйственного пользования, дикую растительность, происхождение посадочного материала. Он изучает корневые системы пород, их формы, рост, влияние на соседей.

Уже в те годы Г. Ф. Морозов задумал создать новую науку — учение о лесе, или лесоведение. Он считал, что «учение о насаждении... должно стать самостоятельной дисциплиной, будущей научной основой лесоводства в самом широком смысле этого слова». Свои идеи Г. Ф. Морозов развил в статьях «Почвоведение и лесоводство» и других, где выступил не только как ученый и педагог, но и как глубокий мысли-

тель. Он первым поставил вопрос о комплексном исследовании жизни леса.

Признанный ученый и знаток лесохозяйственной практики, Г. Ф. Морозов в ноябре 1901 г. был избран на кафедру лесоводства Лесного института; которой заведовал до 1917 г. Здесь он развил кипучую исследовательскую деятельность, приведшую к изданию в 1912 г. книги «Учение о лесе. Вып. I. Введение в биологию пород». Стремясь познать лес, многообразие его форм, своеобразие жизни, раскрыть его биологическую сущность, выявить законы его развития, Морозов последовательно рассматривает взаимодействие деревьев в лесу, влияние их на среду обитания, понятие о насаждении, географический фактор в жизни леса. Трактую лес как биоценоз, он дает ему новое определение, в основном обобщающее все стороны жизни этого явления природы.

В ряде других трудов Г. Ф. Морозов разработал весьма важный вопрос о смене пород, показав закономерности, управляющие этой сменой, и многообразие факторов, от которых она зависит. Он писал и о многих других проблемах лесоведения и лесоводства, в том числе о лесокультурном деле. Но венцом его трудов, составившим неувядающую славу великого лесоведа, было, конечно, учение о типах насаждений, исходящее из понятия о лесе как явлении географическом.

Классификацией насаждений, их типологией, занимались и другие исследователи (Д. М. Кравчинский, Д. Д. Назаров, И. И. Гуторович, Н. К. Генко), но они в основном подходили к этому вопросу с практической точки зрения. Высоко оценивая их работы, Г. Ф. Морозов пошел дальше и поставил проблему классификации насаждений в широком теоретическом плане.

В ряде статей Г. Ф. Морозов развивает новые взгляды на типы насаждений, определяемых, по его мнению, в первую очередь, почвенно-грунтовыми условиями произрастания леса. Именно от них зависит наличие основных, естественных типов; в результате вмешательства человека возникают новые, временные типы. Это не значит однако, что тип леса, или тип насаждения, как говорили лесоводы в те времена, зависит только от почвы. Если в самом начале Г. Ф. Морозов наибольшую роль приписывал почве, то позднее он четко говорит, что «тип насаждений... должен быть приурочен к определенной климатической области, затем к типу рельефа и к определенным почвенно-геологическим условиям», что «классификация лесных сообществ... должна быть основана на совокупности всех лесообразователей», к которым относятся: экологические свойства древесных пород; географическая среда; отношения между организмами, составляющими лес; историко-геологические причины; вмешательство человека.

Правда, Г. Ф. Морозов не дал разработанной классификации типов насаждений, но он указывал, что они могут быть объединены в более крупные классификационные группы, вплоть до целых лесоводственных зон.

Творческая роль Г. Ф. Морозова не была бы достаточно полно показана, если не упомянуть о его заботах о развитии лесного опытного дела в России. Он сам вложил в него большой труд в начале своей деятельности. Он много сделал для организации и развития опытных лесничеств, составлял подробные планы опытных работ, пропагандировал их идею на различных совещаниях, ввел в программу курса общего лесоводства раздел об опытном деле. Много потрудился Г. Ф. Морозов и на популяризаторском поприще. Он был бессменным редактором главного органа лесоводственной мысли того времени —

«Лесного журнала» — с 1904 по 1918 г. Огромную работу проделал Г. Ф. Морозов за свою короткую, но славную жизнь. Умер он 9 мая 1920 г. в возрасте 53 лет.

Велико литературное наследие Г. Ф. Морозова. Им опубликовано 316 работ. В них содержится большое богатство идей и фактов, составивших эпоху в развитии научного лесоводства. В журнальной статье трудно изложить итоги деятельности Георгия Федоровича; не менее трудно немногими словами дать ей оценку. Говоря кратко, нужно отметить, что главнейшие идеи Г. Ф. Морозова легли в основу развития лесоведения. На базе его «Учения о лесе» выросло стройное, все прогрессирующее здание научного лесоводства, получившее свое конкретизированное выражение в теории биогеоценологии, развиваемой школой В. Н. Сукачева. Исходя из «Учения о типах насаждений», наши ученые-лесоводы разработали всеобъемлющие схемы лесной типологии, представляющей теоретическую базу различных лесохозяйственных мероприятий. Нашли дальнейшее развитие и другие темы, над которыми трудился Г. Ф. Морозов.

Не все, связанное с деятельностью Г. Ф. Морозова, оказалось правильным, что объясняется новизной дела и необходимостью большой полемики с научными противниками. Были и неправильные оценки научного труда Г. Ф. Морозова. Но суть не в этих ошибках прошлого. Суть состоит в том, что Георгий Федорович Морозов заложил крепкий научный фундамент, на котором последующие поколения строили и строят здание современного лесоведения и лесоводства, позволяющего с наибольшим успехом использовать, сохранять и приумножать наши лесные богатства.

П. И. Войчалъ.

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук.

(Архангельский лесотехнический институт).

УДК 634.05

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА СТВОЛОВ В СТУПЕНЯХ ТОЛЩИНЫ
ПРИ ПОМОЩИ ВЕРОЯТНОСТНОГО ЗАКОНА ПУАССОНА

В. М. ИВАНЮТА

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Московский лесотехнический институт)

Кафедра лесоводства и подсочки леса Московского лесотехнического института под руководством акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехова в числе других вопросов изучает процессы естественного изреживания древостоев. В этих исследованиях важное место занимает определение числа стволов в обыкновенных ступенях толщины в связи с изменением возраста насаждений. Чтобы найти число стволов в ступенях толщины, не производя перечета деревьев, целесообразно применить вероятностный закон Пуассона.

Для использования этого закона в лесоводстве мы предлагаем следующую формулу:

$$P = \frac{e^{-\left(\frac{D-D_0}{\Delta D}\right)}}{\left(\frac{D_i-D_0}{\Delta D}\right)!} \cdot \left[\frac{D-D_0}{\Delta D}\right]^{\left(\frac{D_i-D_0}{\Delta D}\right)}, \quad (1)$$

где P — функция Пуассона;
 D — средний диаметр древостоя;
 D_0 — начальное значение ступеней толщины;
 D_i — переменное значение ступеней толщины;
 ΔD — величина ступени.

Подставляя в формулу (1) перечисленные величины, определяем показатели, заключенные в скобки. По таблицам (в справочной литературе) находим значения пуассоновских вероятностей и умножаем их на 100. В результате получаем теоретические процентные ряды распределения деревьев по толщине, изображенные на рис. 1. Возьмем, например, сосновые древостои с разными средними диаметрами и по таблице Н. В. Третьякова (см. «Справочник таксатора») перенесем на график эмпирические ряды распределения для тех средних диаметров, по которым мы находили теоретические ряды. Мы видим поразительное сходство этих рядов (рис. 1). В подавляющем большинстве случаев расхождение не превышает 2—3% и с практической точки зрения несущественно. Это же можно доказать при помощи критерия согласия, предложенного А. Н. Колмогоровым, и критерия χ -квадрат. Полученное сходство рядов имеет большое не только теоретическое, но и практическое значение.

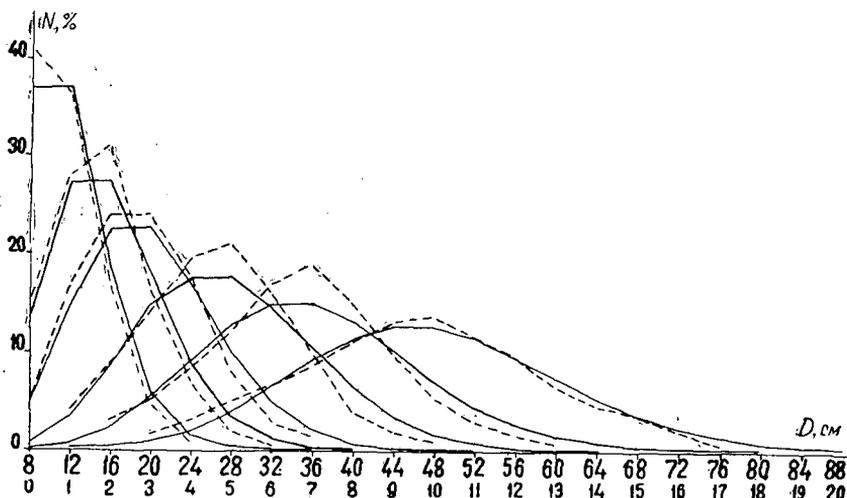


Рис. 1. Процентное распределение деревьев по обыкновенным ступеням толщины в сосновых древостоях с разными средними диаметрами.

Сплошная линия — теоретическое распределение по данным автора; пунктирная — эмпирическое по данным Н. В. Третьякова.

Известно, что для практических целей в подобных случаях вероятность можно заменить частотой, то есть отношением числа стволов в ступени n_i к общему числу стволов в древостое N . Произведя такую замену, мы получим следующую формулу для определения числа стволов в ступенях толщины:

$$n_i = N \cdot \frac{e^{-\left(\frac{D - D_0}{\Delta D}\right)}}{\left(\frac{D_i - D_0}{\Delta D}\right)!} \cdot \left[\frac{D - D_0}{\Delta D}\right]^{\left(\frac{D_i - D_0}{\Delta D}\right)} \quad (2)$$

При помощи измерительных методов таксации подсчитываем общее количество деревьев N и определяем средний диаметр древостоя D . Подставляем их значения в формулу (2) и описанным выше способом находим число стволов в ступенях. Зная это число, можно осуществить промышленную сортиментацию древостоя без перечета деревьев, что имеет важное хозяйственное значение.

Кроме того, формулу (2) можно применить при составлении таблиц хода роста по обыкновенным ступеням толщины. В самом деле, подставляя в формулу (2) цифровые значения общего числа стволов и средних диаметров из таблиц хода роста по десятилетиям и подсчитывая число стволов по ступеням, мы получим вертикальные ряды изменения числа стволов в ступени в связи с изменением возраста древостоя.

Наличие такого рода рядов позволит более глубоко проникнуть в процессы естественного изреживания древостоев.

УДК [634.0.114.12 + 634.0.114.13] : 674.031.632.26

ДИНАМИКА ВОДЫ И ВОЗДУХА В ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ ПОД КУЛЬТУРАМИ ДУБА РАЗЛИЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

В. А. ГУРМАЗА

Аспирант

(Каменец-Подольский сельскохозяйственный институт)

С целью выяснения причин произрастания насаждений различной продуктивности на идентичных почвах мы в течение двух лет проводили исследования по изучению физических свойств, динамики воды, воздуха и питательных веществ в светло-серых, серых и темно-серых почвах под пологом 35-летних культур дуба черешчатого I и II классов бонитета, произрастающих в лесных массивах северной части Западной лесостепи Украины (Гороховское лесничество, Киверецкий лесхозаг, Волынская область). Насаждения расположены на равноценных элементах рельефа (повышенное плато). В настоящей работе освещены только результаты исследований динамики воды и воздуха в почвах.

Наблюдения проводили в три срока: 25 апреля, 10 июля и 25 октября. Физические свойства изучали на образцах почв ненарушенной структуры в цилиндрах емкостью 500 см³ по методу Вигнера в трехкратной повторности. С той же повторностью по сезонам года определяли весовую естественную влажность по профилю почвы.

На основании полученных данных вычисляли запасы влаги (мм/га) и воздуха (м³/га) в десятисантиметровых слоях почвы на глубину до 1 м. В статье приведены результаты вычислений запасов воды и воздуха только в наиболее корнеобитаемом слое (1—20 см) и в метровой толще почв (табл. 1). Вычисления производили по формуле, предложенной Украинским проектным институтом «Укрземпроект».*

Наши исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. В пределах северной части Западной лесостепи Украины оптимальные условия для произрастания культур дуба создаются в почвах, в которых содержание воды и воздуха в метровом слое колеблется соответственно около 320 мм/га и 560 м³/га в весеннее, 260 мм/га и 690 м³/га в летнее и 180 мм/га и 750 м³/га в осеннее время года.

2. Почвы, на которых произрастают культуры дуба II класса бонитета, характеризуются содержанием воды в метровом слое около 310 мм/га весной, 240 — летом и 130 — осенью, а воздуха — соответственно 630, 730 и 840 м³/га.

* В. П. Кузьмичев. Методика качественной оценки (бонитировки) почв. Киев, 1963.

Таблица 1

Почва	Глубина слоя почвы, см	1962 г.			1963 г.		
		весна	лето	осень	весна	лето	осень
Культуры дуба I класса бонитета							
Светло-серая легкосуглинистая на лёссе	1—20	$\frac{60}{179}$	$\frac{44}{271}$	$\frac{23}{279}$	$\frac{34}{210}$	$\frac{25}{264}$	$\frac{32}{193}$
	1—100	$\frac{336}{602}$	$\frac{259}{816}$	$\frac{197}{810}$	$\frac{278}{675}$	$\frac{217}{674}$	$\frac{152}{742}$
Серая легкосуглинистая на лёссе	1—20	$\frac{62}{132}$	$\frac{53}{184}$	$\frac{26}{248}$	$\frac{57}{94}$	$\frac{28}{167}$	$\frac{37}{126}$
	1—100	$\frac{328}{497}$	$\frac{261}{688}$	$\frac{187}{747}$	$\frac{259}{532}$	$\frac{169}{584}$	$\frac{153}{648}$
Темно-серая легкосуглинистая на лёссе	1—20	$\frac{74}{129}$	$\frac{59}{204}$	$\frac{29}{222}$	$\frac{67}{96}$	$\frac{29}{183}$	$\frac{41}{89}$
	1—100	$\frac{320}{565}$	$\frac{255}{671}$	$\frac{173}{713}$	$\frac{265}{311}$	$\frac{124}{559}$	$\frac{142}{595}$
Культуры дуба II класса бонитета							
Серая легкосуглинистая на лёссе	1—20	$\frac{56}{154}$	$\frac{48}{203}$	$\frac{26}{254}$	$\frac{39}{128}$	$\frac{23}{203}$	$\frac{29}{163}$
	1—100	$\frac{257}{704}$	$\frac{238}{699}$	$\frac{176}{863}$	$\frac{231}{516}$	$\frac{147}{629}$	$\frac{134}{625}$
Темно-серая легкосуглинистая на лёссе	1—20	$\frac{73}{133}$	$\frac{56}{215}$	$\frac{26}{248}$	$\frac{61}{105}$	$\frac{29}{199}$	$\frac{33}{110}$
	1—100	$\frac{309}{599}$	$\frac{237}{700}$	$\frac{155}{848}$	$\frac{236}{367}$	$\frac{123}{665}$	$\frac{131}{623}$

Примечание. В числителе — запас влаги в почвах, мм/га; в знаменателе — содержание воздуха в почвах, м³/га.

3. Серые лесостепные почвы района исследований представлены аналогичными генетическими подтипами под насаждениями дуба I и II классов бонитета. Относясь к одному и тому же типу условий произрастания (D₂), они могут характеризоваться разным содержанием воды и воздуха и, как следствие этого, давать начало дубовым насаждениям различной продуктивности.

В связи с этим можно предположительно отметить, что эдафическая сетка Алексева — Погребняка, принятая на Украине в качестве лесотипологической основы, по-видимому, нуждается в некотором уточнении.

Поступила в редакцию
28 апреля 1966 г.

УДК 634.0.181.65 : 674.032.475.4

К ВОПРОСУ О СЕЗОННОМ РАЗВИТИИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ РАЗНОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В УСЛОВИЯХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ *

В. Я. ПОПОВ

Младший научный сотрудник

(Архангельский институт леса и лесохимии)

Изучением прироста по высоте в течение вегетационного периода занимались многие исследователи. Широко известны наблюдения А. П. Тольского [9] в Бузулукском бору, М. И. Сахарова [7] в бывшем Казанском опытном лесничестве, Д. И. Морохина [4] в Могилевской области, а также в бывшей Симбирской губернии, В. М. Обновленского [5] в Брянском опытном лесничестве, А. А. Молчанова [3] в Архангельской области, В. В. Смирнова [8] и других авторов.

В 1964—1965 гг. мы проводили наблюдения за приростом сосны обыкновенной разного происхождения в опытных географических культурах, заложенных в 1959 г. П. И. Войчалем [1] в учебно-опытном лесхозе АЛТИ. Сосенки в течение дня находились под прямыми солнечными лучами. Длину верхушечных побегов периодически измеряли на пяти средних сосенках в каждом варианте; в 1964 г. по десятидневкам, в 1965 г. — по пятидневкам (ежегодно на 400 сосенках). Результаты замеров были сгруппированы по природным зонам [6].

Данные о среднемесячной температуре воздуха и абсолютном минимуме температуры воздуха весной и летом 1964 и 1965 гг. представлены в табл. 1.

Таблица 1

Время наблюдений (месяц)	Среднемесячная температура воздуха			Абсолютный минимум температуры воздуха		
	по многолетним данным	1964 г.	1965 г.	по многолетним данным	1964 г.	1965 г.
Апрель . . .	0,4	0,0	-0,1	-31	-18,1	-25,3
Май	6,9	8,4	3,2	-15	-5,7	-11,3
Июнь	12,9	12,7	13,6	-6	-2,9	-3,0
Июль	15,9	16,9	13,7	-2	3,7	-0,1
Август	13,2	14,2	12,6	-5	1,2	0,1

Лето 1964 г. было несколько теплее обычного. За апрель — август выпало осадков на 28 мм больше нормы. В начале третьей декады мая, а также в начале и в конце первой декады июня были замороз-

* Работа выполнена в Архангельском лесотехническом институте под руководством доцента, канд. сельскохозяйственных наук П. И. Войчала.

ки. Этот же период в 1965 г. в целом был холоднее обычного. Во второй декаде мая выпадал снег. Заморозки наблюдались до конца мая, а также в первой половине июня. Данные наблюдений за приростом верхушечных побегов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Время наблюдений (месяц, число)	Длина верхушечного побега (мм) в зависимости от происхождения					
	местные	европейская тайга	азиатская тайга	зона смешанных лесов	лесостепь	степь
1964 г.						
1 июня	16	13	10	11	11	10
10 "	27	21	18	19	18	16
20 "	45	37	30	32	30	27
2 июля	93	79	61	71	67	59
11 "	128	111	88	100	87	78
21 "	145	127	101	115	102	91
1965 г.						
26 мая	12	9	9	7	7	7
1 июня	17	13	12	9	10	9
5 "	20	16	15	11	13	12
10 "	25	19	18	14	16	15
15 "	43	37	33	30	31	29
20 "	66	60	53	47	49	41
25 "	93	86	73	63	64	53
1 июля	124	116	96	80	78	69
5 "	129	123	101	87	84	71
10 "	136	130	106	92	89	78
15 "	143	139	110	98	93	82
20 "	148	147	114	103	98	89
25 "	155	153	122	112	112	98
30 "	155	153	122	113	113	99

В 1964 г. наблюдения за приростом по высоте мы стали проводить с 1 июня, поэтому нам не удалось установить начала роста верхушечных побегов. Отдельные измерения показали, что у культур местного происхождения длина верхушечной почки равна 7 мм, южного — на 30% меньше. В конце мая — начале июня прирост по высоте был небольшим. Причиной этого послужили июньские заморозки, влияние которых резко сказалось в начальный период сезонного развития верхушечных побегов, особенно у культур южного происхождения. Энергия роста у них была ослабленной.

В дальнейшем, с повышением среднесуточной температуры воздуха, увеличивался и прирост по высоте у культур разного происхождения. Максимальный прирост у всех сосенок наблюдался между 20 июня и 2 июля (рис. 1). Однако максимум прироста по высоте в этот период неодинаков. Так, у культур южного происхождения и из семян, собранных в азиатской тайге, он на 20—32% меньше, чем у местных. Ход роста культур из семян европейской тайги приближается к ходу роста местных культур. Общий прирост по высоте у культур из семян, собранных в азиатской тайге, зоне смешанных лесов, лесостепи, степи оказался ниже на 30—37%.

В 1965 г. начало роста верхушечных побегов отодвинулось из-за возврата холодов в мае. Так, у местных культур, а также у культур из семян таежной зоны, рост начался 25 мая, в то время, как у южных — три — четыре дня спустя. Это объясняется тем, что сосна в различных физико-географических областях для начала роста требует

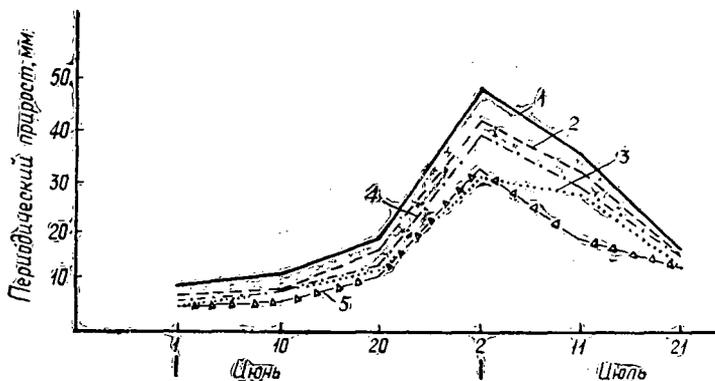


Рис. 1. Периодический прирост сосны разного географического происхождения за вегетационный период 1964 г.

1 — местные; 2 — европейская тайга; 3 — азиатская тайга;
4 — зона смешанных лесов; 5 — зона стены.

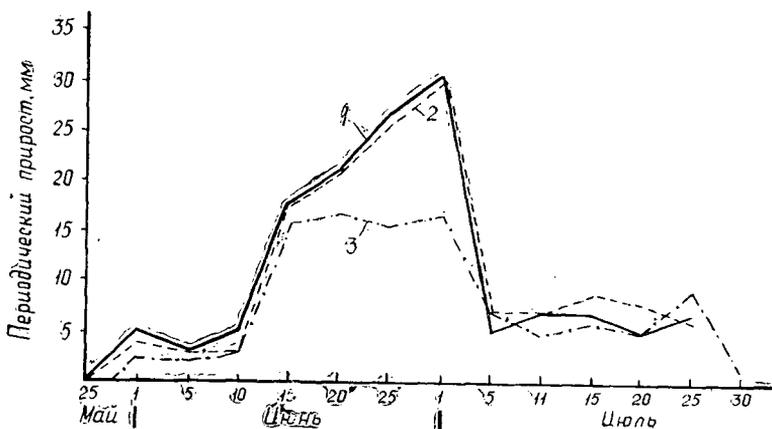


Рис. 2. Периодический прирост верхушечных побегов за вегетационный период 1965 г. у культур разного географического происхождения.

1 — местные; 2 — европейская тайга; 3 — зона смешанных лесов.

разной суммы среднесуточных температур. В условиях Архангельской области [3] эта сумма равна 156°C , в Бузулукском бору [9] — 210°C .

Заморозки, наблюдавшиеся в первой декаде июня, резко сказались на приросте культур южного происхождения, в результате чего рост их заметно притупился. В ряде случаев сосенки так и не оправились после побивания заморозком. Вторая волна заморозков, отмеченная 13 и 16 июня, также замедлила рост верхушечных побегов у культур южного происхождения (рис. 2).

Максимальный прирост верхушечных побегов сосны у всех культур наблюдался в период между 25 июня и 1 июля, после чего идет резкий спад его. Культуры таежного происхождения закончили рост в высоту между 20 и 25 июля, а южного — между 25 и 30 июля.

Кривые прироста сосны теряли плавность в тех случаях, когда наблюдался спад температуры воздуха (рис. 3). В следующие после

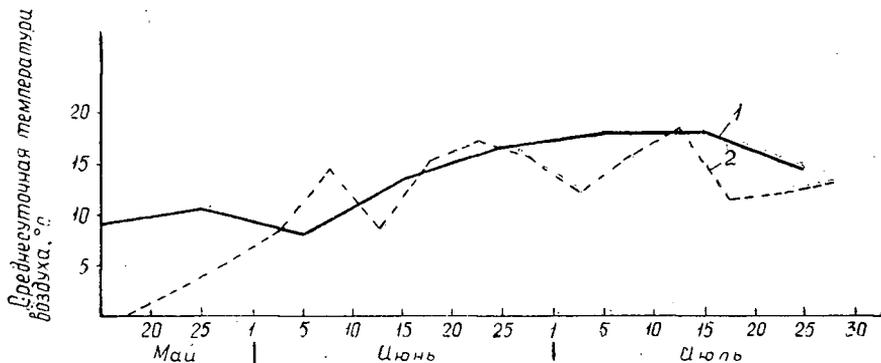


Рис. 3. Ход среднесуточной температуры.

1 — в 1964 г. по декадам; 2 — в 1965 г. по пятидневкам.

заморозка дни энергия роста падает, особенно у культур южного происхождения. Общий прирост за вегетационный период у сосен южного происхождения в Архангельской области в несколько раз меньше, чем в оптимальных климатических условиях на родине. Если в Бузулукском бору [9] прирост верхушечного побега сосны в шестилетнем возрасте составил 38,6 см, а в семилетнем — 46,0 см, то в Архангельской области сосна степного происхождения имела прирост соответственно 9,1 и 9,9 см.

Из данных наблюдений 1965 г. видно, что продолжительность большого роста разных географических культур в Архангельской области была примерно одинаковой (58—60 дней). Это указывает на то, что, помимо температуры воздуха, немаловажную роль в росте верхушечных побегов играет и длина светового дня.

Недостаток тепла в некоторой степени компенсируется большой продолжительностью дня на Севере. Это отмечал и А. И. Малозеев [2].

Сосны южного происхождения при длинном световом дне затягивают окончание роста побегов на 6—8 дней по сравнению с местными.

Побеги южных сосен, не успевшие вызреть, побиваются ранними осенними заморозками, а также гибнут при перезимовке. Например, если у сосны из местных семян отпад за 7 лет составил 56—60% общего числа всходов, то у культур из южных семян — 92—99%.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. И. Войчалъ. Географические культуры сосны в Архангельской области. Журн. «Лесное хозяйство» № 11, 1961. [2]. А. И. Малозеев. О влиянии температуры и света на сроки зацветания растений. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, т. 22, Л., 1929. [3]. А. А. Молчанов, И. Ф. Преображенский. Леса и лесное хозяйство Архангельской области. Изд. АН СССР, М., 1957. [4]. Д. И. Морохин. Рост древесной растительности близ гор. Горок, Белорусской республики, летом 1923 года. Записки Горецкого сельскохозяйственного института, т. 2, 1925. [5]. В. М. Обновленский. Сезонное развитие сосны обыкновенной. Труды Брянского технологического института, т. 9, Брянск, 1960. [6]. В. Я. Попов, П. И. Войчалъ. Шестилетние географические культуры сосны в Архангельской области. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1965. [7]. М. И. Сахаров. К материалам по изучению биологии наших древесных пород (сосны, дуба, вяза, осины и березы). Труды Брянского лесного института, т. 1, М., 1936. [8]. В. В. Смирнов. Сезонный рост главнейших древесных пород. Изд. «Наука», М., 1964. [9]. А. П. Тольский. К вопросу о влиянии погоды на прирост сосны в высоту. Труды по лесному опытно-му делу в России, вып. 47. СПб., 1913.

УДК 634.0.114.22

БИОХИМИЧЕСКИЕ И НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ РИЗОСФЕРЫ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД НА ОБЫКНОВЕННОМ ЧЕРНОЗЕМЕ В СТЕПИ УССР

Т. Н. КЕЛЕБЕРДА

Старший научный сотрудник

(Мариупольская ЛОС)

Взаимодействие между растениями и горной породой — важная черта почвообразовательного процесса.

Имеется довольно обширная литература по характеристике ризосферы древесных пород, однако мы не нашли ни одной работы по почвенно-агрохимическому анализу и ферментативной активности почв ризосферы. Исследования в этом направлении только начинают разворачиваться в ряде исследовательских учреждений. Было интересно выяснить, как влияют на ферментативную активность почв разные древесные породы, произрастающие в чистых культурах.

Мы исследовали биохимические и некоторые физико-химические свойства чернозема обыкновенного на лёссовидном суглинке в зоне ризосферы и вне ее у деревьев в возрасте 25—27 лет, произрастающих в чистых массивных насаждениях Мариупольской лесной опытной станции, в типе $D_2'_{-1}$. Краткая таксационная характеристика культур дана в табл. 1.

Таблица 1

Порода	Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Класс бонитета	Полнота
Тополь канадский . . .	27	14,0	13,0	Ia	0,7
Ясень обыкновенный . .	25	12,0	14,2	Ia	0,8
Клен остролистный . . .	27	11,0	12,0	I	0,9
Акация белая	25	9,0	8,0	I	0,8

Образцы почв прикорневой части и соответственно вне ризосферы отбирали в первых декадах июня, сентября, октября 1964 г. Каждый образец почвы представляет смешанный из десяти соответствующих индивидуальных, взятых из гумусового горизонта A_1 (0—20 см), где, в основном, сосредоточена наиболее деятельная часть корневой системы исследуемых пород.

Биохимическую активность определяли в лабораторных условиях в свежих образцах при увлажнении почвы до 60% от полной влагоемкости. В табл. 2 приведены средние данные биохимической активности за пять суток наблюдения. Активность ферментов каталазы и инвер-

тазы в свежих образцах почвы находили по Купревичу. Содержание гумуса устанавливали по Тюрину, гидролитическую кислотность — по Каппену.

Таблица 2

Показатели	Тополь канадский	Ясень обыкновенный	Клен остролистный	Акация белая
Биохимическая активность почвы, мг CO ₂ на 1 кг абс. сухой почвы в 1 час				
в июне	$\frac{4,33}{2,64}$	$\frac{6,18}{4,79}$	$\frac{5,71}{5,21}$	$\frac{6,32}{3,36}$
в сентябре	$\frac{4,84}{4,22}$	$\frac{4,27}{1,81}$	$\frac{4,86}{3,94}$	$\frac{4,33}{3,50}$
в октябре	$\frac{4,87}{3,16}$	$\frac{4,23}{3,87}$	$\frac{3,03}{2,97}$	$\frac{3,38}{3,23}$
средняя за вегетационный период	$\frac{4,68}{3,34}$	$\frac{4,89}{3,49}$	$\frac{4,51}{4,06}$	$\frac{4,68}{3,36}$
Содержание каталазы, мл O ₂ на 100 г абс. сухой почвы при пятиминутной экспозиции				
в июне	$\frac{187,3}{173,6}$	$\frac{193,6}{194,2}$	$\frac{202,4}{215,0}$	$\frac{211,2}{185,1}$
в сентябре	$\frac{192,9}{182,7}$	$\frac{188,5}{186,0}$	$\frac{190,6}{181,8}$	$\frac{187,8}{190,3}$
в октябре	$\frac{237,7}{237,8}$	$\frac{222,3}{219,9}$	$\frac{229,9}{243,9}$	$\frac{224,2}{252,5}$
среднее за вегетационный период	$\frac{205,9}{198,0}$	$\frac{201,4}{200,0}$	$\frac{207,4}{213,6}$	$\frac{207,4}{209,3}$
Содержание инвертазы, г инвертного сахара на 100 г абс. сухой почвы				
в июне	$\frac{15,75}{13,43}$	$\frac{9,17}{6,54}$	$\frac{12,28}{8,04}$	$\frac{5,1}{6,0}$
в сентябре	$\frac{5,40}{4,26}$	$\frac{8,67}{4,75}$	$\frac{5,49}{4,72}$	$\frac{5,03}{3,20}$
в октябре	$\frac{7,08}{4,98}$	$\frac{7,67}{4,56}$	$\frac{4,33}{3,89}$	$\frac{5,76}{3,76}$
среднее за вегетационный период	$\frac{9,41}{7,55}$	$\frac{8,50}{5,28}$	$\frac{7,36}{5,55}$	$\frac{5,59}{4,35}$

Примечание. В числителе — данные для ризосферы; в знаменателе — вне ее.

Данные ферментативной активности почв ризосферы и вне ее тополя канадского, ясеня обыкновенного, клена остролистного и акации белой приведены в той же таблице.

В биохимическом отношении почвы ризосферы характеризуются большой интенсивностью выделения CO₂ и активностью инвертазы. По содержанию фермента каталазы в почвах ризосферы и во всей массе гумусового горизонта нет заметных различий.

Биохимическая активность почв ризосферы и содержание ферментов инвертазы и каталазы по периодам жизни растений меняются.

Максимальная активность инвертазы отмечена в июне, каталазы — в октябре.

Содержание гумуса в почве ризосферы у всех указанных пород выше (в среднем на 1,5%), чем в той же почве, в зонах, удаленных от корней (табл. 3).

Таблица 3

Породы	Гумус, ‰	Гидролитическая кислотность, мг-экв на 100 г почвы
Тополь канадский . . .	8,5	1,19
	6,7	1,21
Ясень обыкновенный . .	8,6	1,57
	6,7	1,12
Клен остролистный . . .	8,3	3,11
	6,8	3,15
Акация белая	8,7	2,01
	7,4	1,57

Примечание. В числителе — данные для ризосферы; в знаменателе — вне ее.

Гидролитическая кислотность в зоне ризосферы ясеня обыкновенного и акации белой несколько выше, чем вне ее, у тополя канадского и клена остролистного она, практически, одинакова (табл. 3). Наиболее высокая гидролитическая кислотность почв ризосферы и вне ее отмечена в культуре клена остролистного. Подкисление почвы для данных условий следует рассматривать как явление положительное.

Содержание влаги в почве ризосферы исследуемых древесных пород выше, чем вне ее за периоды наблюдения (табл. 4).

Таблица 4

Породы	Содержание влаги в почве, ‰		
	в июне	в сентябре	в октябре
Тополь канадский . . .	22,8	19,2	23,4
	21,8	19,0	18,80
Ясень обыкновенный . .	21,3	17,5	17,6
	17,7	16,5	17,2
Клен остролистный . . .	35,3	21,5	21,2
	27,7	20,5	18,5
Акация белая	30,8	23,5	19,2
	23,3	21,6	18,9

Примечание. В числителе — данные для ризосферы; в знаменателе — вне ее.

В почвах ризосферы тополя канадского, ясеня обыкновенного, клена остролистного и акации белой биохимические процессы выражены сильнее, а физико-химические свойства их способствуют лучшему росту и развитию этих пород.

Работникам лесного хозяйства необходимо при проведении лесохозяйственных и лесокультурных работ учитывать особенности взаимодействия между почвой и древесными породами.

Поступила в редакцию
15 января 1965 г.

УДК 634.0.561 : 674.032.475.4

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРОЕНИЯ И РОСТА СОСНОВЫХ МОЛОДНЯКОВ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА

Л. Ф. ИПАТОВ

Аспирант

В. И. ЛЕВИН

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Особенности строения и роста сосновых молодняков в таежной зоне Европейского Севера изучены чрезвычайно слабо. Для разрешения этой задачи, представляющей научный и практический интерес, мы в содружестве с Вологодским областным управлением лесного хозяйства проводим специальные исследования.

Рассмотрим результаты статистического анализа массовых материалов лесоустройства. Произведенные нами выборки из 5,6 тыс. таксационных описаний позволили сделать некоторые выводы по таксационной характеристике сосновых молодняков Вологодской области. Выборками был охвачен каждый четвертый квартал по всем 208 лесничествам области, или 25% общей площади молодняков.

Согласно данным учета лесного фонда на 1 января 1966 г., общая площадь сосновых молодняков равна 472,9 тыс. га, что составляет около трети всех сосновых лесов области. Происхождение молодняков в основном естественное, лишь на 6% площади (29,9 тыс. га) они созданы искусственным путем — методом лесных культур и аэросевом.

При таксации сосновых молодняков лесоустройством выделены, применительно к типологии В. Н. Сукачева, двенадцать типов леса. В табл. 1 дана краткая таксационная характеристика молодняков естественного происхождения по этим типам.

Если произвести распределение площадей сосновых молодняков по типам леса в порядке увеличения влажности почвы и классам бонитета, то будет видна определенная закономерность, которая отображена в табл. 2.

В пределах подзон каждый тип леса характеризуется определенными классами бонитета. Однако нельзя не заметить, что большинство типов леса не выходит за рамки двух — трех классов. Исключение составляет зеленомошная группа. Большой «разбег» по классам бонитета объясняется, на наш взгляд, следующими очень важными причинами. Во-первых, как показывает лесоустроительная практика, при таксации молодняков зеленомошной группы очень трудно определить тип леса. Во-вторых, наблюдается субъективный подход, вызванный

Таблица 1

Типы леса	Площадь, %	Средние таксационные показатели		
		состав	класс бонитета	полнота
Лишайниковый	2	96С4Б	IV, 40	0,55
	3	96С4Б	III, 69	0,61
Мохово-лишайниковый	5	85С12Б3Е	III, 97	0,63
	2	96С3Б1Е	III, 91	0,63
Вересковый	4	84С12Б4Е	III, 88	0,58
	5	9бС3Б1Е	III, 53	0,63
Брусничник	19	61С30Б8Ос1Е	III, 17	0,72
	26	66С28Б5Ос1Е	II, 87	0,72
Кисличник	2	49С37Б12Ос2Е	II, 00	0,76
	1	49С35Б6Ос10Е	I, 52	0,76
Травяной	4	45С39Б7Ос9Е	III, 14	0,77
	1	51С31Б13Ос5Е	II, 40	0,77
Черничник	29	54С30Б12Ос4Е	III, 12	0,74
	19	54С36Б9Ос1Е	II, 87	0,74
Долгомошник	15	64С35Б1Е	IV, 16	0,69
	10	66С30Б4Е	III, 85	0,68
Багульниковый	3	89С11Б+Е	IV, 73	0,60
	4	89С11Б+Е	IV, 45	0,61
Вахто-сфагновый	1	78С18Б4Е	IV, 98	0,62
	2	81С14Б5Е	IV, 72	0,67
Осоко-сфагновый	2	80С19Б1Е	V, 18	0,62
	5	79С16Б5Е	IV, 90	0,64
Сфагновый	14	80С19Б1Е	V, 06	0,62
	22	84С14Б2Е	V, 12	0,59
Итого	100 (190 тыс. га)	66С29Б3Ос2Е	III, 75	0,68
	100 (253 тыс. га)	72С23Б2Ос3Е	III, 71	0,68

Примечание. В числителе — данные для подзоны средней тайги; в знаменателе — южной тайги.

Таблица 2

Типы леса	Распределение площади сосновых молодняков (%) по классам бонитета							
	Ia	I	II	III	IV	V	Va	Vб
Лишайниковый	—	—	—	— 32	60 67	40 1	—	—
Мохово-лишайниковый	—	—	—	19 26	65 56	16 18	—	—
Вересковый	—	—	—	12 47	88 53	—	—	—
Брусничник	—	2 —	13 20	51 73	34 7	—	—	—
Кисличник	— 8	17 38	67 48	16 6	—	—	—	—
Травяной	—	1 8	10 53	74 28	15 10	—	—	—

Продолжение табл. 2

Типы леса	Распределение площади сосновых молодняков (%) по классам бонитета							
	a	I	II	III	IV	V	Va	Vб
Черничник	—	$\frac{2}{2}$	$\frac{16}{20}$	$\frac{53}{67}$	$\frac{29}{11}$	—	—	—
Долгомошник	—	—	—	$\frac{8}{25}$	$\frac{68}{65}$	$\frac{24}{10}$	—	—
Багульниковый	—	—	—	—	$\frac{27}{55}$	$\frac{73}{45}$	—	—
Вахто-сфагновый	—	—	—	—	$\frac{2}{36}$	$\frac{98}{56}$	$\frac{—}{8}$	—
Осоко-сфагновый	—	—	—	—	$\frac{8}{30}$	$\frac{66}{50}$	$\frac{26}{20}$	—
Сфагновый	—	—	—	—	$\frac{15}{14}$	$\frac{64}{60}$	$\frac{20}{26}$	$\frac{I}{—}$

Примечание. В числителе — данные для подзоны средней тайги; в знаменателе — южной тайги.

отсутствием сведений о строении и росте молодняков. До последнего времени таксации молодняков вообще не уделялось должного внимания (необоснованно включались в один выдел участки различных типов леса, почти не брались модельные деревья, не закладывались пробные площади на изучение хода роста). Требуется более детальной обработки и сама применяемая типология молодняков, а также методика их бонитирования.

Распределение площади сосновых молодняков по типам леса и полнотам (в целом по области) дано в табл. 3.

Таблица 3

Типы леса	Площадь (%) по полнотам							Средняя полнота
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
Лишайниковый	19	24	27	19	9	2	—	0,58
Мохово-лишайниковый	11	16	26	33	10	4	—	0,63
Вересковый	10	22	30	28	8	2	—	0,61
Брусничник	2	7	15	34	28	12	2	0,72
Кисличник	—	4	11	31	37	12	5	0,76
Травяной	—	2	12	21	45	17	3	0,77
Черничник	2	7	13	29	30	12	7	0,74
Долгомошник	1	9	22	45	15	6	2	0,69
Багульниковый	13	28	22	19	13	8	2	0,61
Вахто-сфагновый	7	10	27	48	4	3	1	0,64
Осоко-сфагновый	7	22	27	25	13	5	1	0,63
Сфагновый	12	24	24	24	10	5	1	0,60

Как известно, при глазомерной таксации молодняков полнота определяется по числу деревьев на 1 га или по сомкнутости полога. Значит, в данном случае под полнотой соснового молодняка следует понимать его густоту.

Вычисленные для каждого типа леса средние данные по густоте уже сами собой дают представление о модальности сосновых молодня-

ков. В целом по обеим подзонам средняя густота равна 0,68, по типам леса она колеблется от 0,58 в сосняке лишайниковом до 0,77 в травяном. В отличие от классов бонитета, густота сосновых молодняков, как правило, не зависит от зональности. По нашему мнению, не связана она и с типом леса. Большая кажущаяся густота в высокопродуктивных сосновых молодняках обуславливается, скорее всего, лучшим развитием крон и размерами деревьев, а не числом стволов на 1 га. При изучении сосняков Европейского Севера установлено [1], [2], что число деревьев на 1 га в сосняках зеленомошной группы бывает меньше, чем в малопродуктивных типах леса, однако кроны в них развиты сильнее, и это, несомненно, оказывает влияние на глазомерное определение.

Распределение площадей по густоте в пределах одного типа леса характеризуется кривой, близкой к кривой нормального распределения. В большинстве типов леса густота колеблется от 0,4 до 1,0; в сфагновых сосняках встречаются молодняки с густотой (полнотой) 0,9 и даже 1,0.

Таблица 4

Типы леса	Площадь (%) по доле участия сосны (в единицах состава)								Средний состав
	10	9	8	7	6	5	4	3	
Лишайниковый	73	16	7	4	—	—	—	—	96С4Б
Мохово-лишайниковый	65	14	8	6	4	2	1	—	92С7Б1Е
Вересковый	64	14	8	6	5	2	1	—	91С8Б1Е
Брусничник	18	8	6	10	16	20	15	7	65С28Б6Ос1Е
Кисличник	2	3	7	9	11	17	20	31	49С36Б7Ос8Е
Травяной	1	2	4	9	13	19	23	29	48С36Б10Ос6Е
Черничник	2	3	10	12	14	19	25	15	54С30Б10Ос6Е
Долгомошник	5	9	18	21	19	12	10	6	65С33Б2Е
Багульниковый	46	25	13	10	4	2	—	—	89С11Б+Е
Вахто-сфагновый	17	17	28	22	7	5	3	—	80С16Б4Е
Осоко-сфагновый	34	14	13	12	11	9	5	2	80С17Б3Е
Сфагновый	38	16	14	11	9	7	3	2	82С16Б2Е

Чистые сосновые молодняки занимают в целом по области 30%, с участием лиственных пород до 5 единиц — 52% и с преобладанием по запасу лиственных — 18%. Особенно высокий процент примеси лиственных пород характерен для зеленомошной группы типов леса. Площадь чистых молодняков составляет здесь всего лишь 8%, причем в кисличнике и черничнике она доходит до 2%, а в травяном до 1%. Все это говорит о том, что в области имеется большая база для проведения рубок ухода. Примерно около 60% площади всех сосновых молодняков нуждается в осветлениях и прочистках и около половины — в прореживаниях.

По лесостроительным материалам в пределах одного типа леса при одном и том же возрасте наблюдается очень большое варьирование средних высот. Встречаются, например, участки, в которых средние высоты отличаются от средней вычисленной для данного типа леса в 1,5—2 раза. Пока нерешенным остается вопрос: особенность ли это роста сосновых молодняков Европейского Севера или здесь сказываются ошибки, вызванные смешением типов леса при глазомерной таксации.

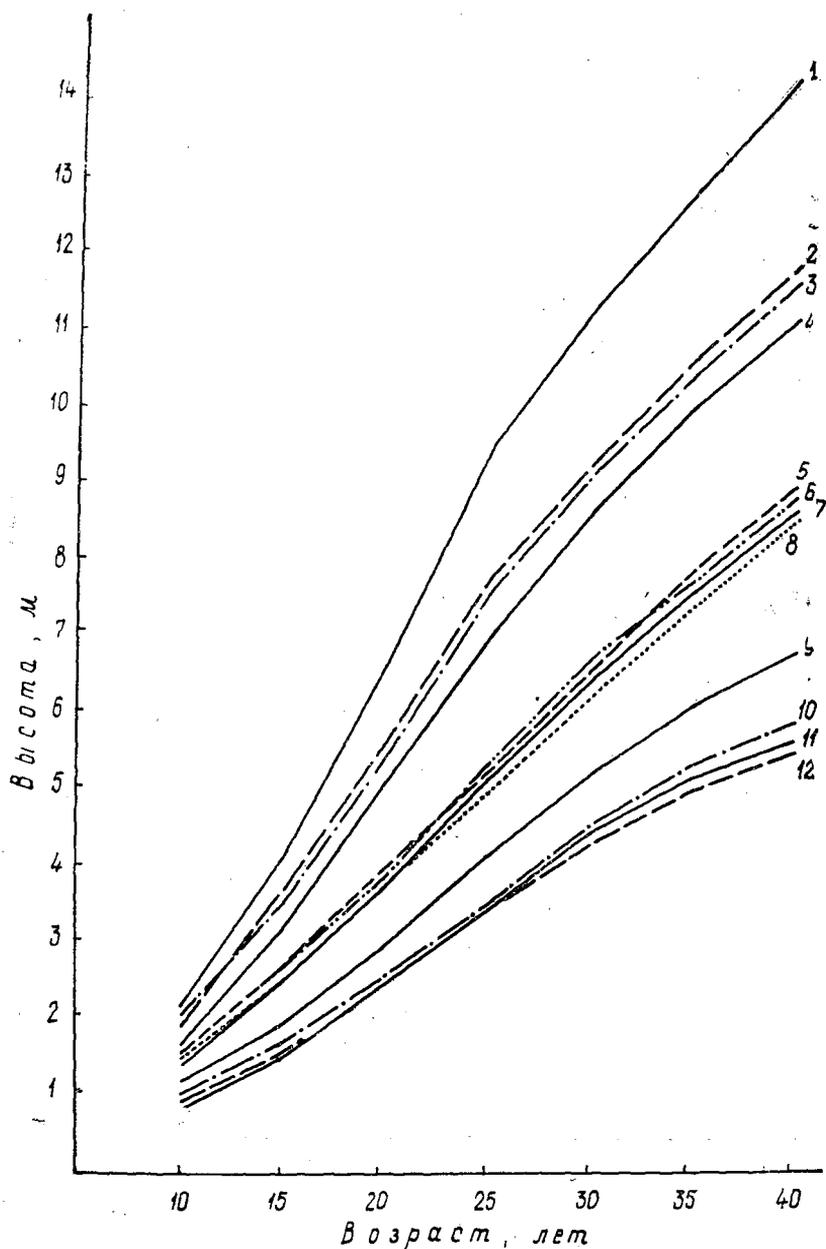


Рис. 1. Изменение средней высоты сосновых молодняков с возрастом.

1 — кисличник; 2 — травяной; 3 — черничник; 4 — брусничник; 5 — мохово-лишайниковый;
6 — вересковый; 7 — долгомошник; 8 — лишайниковый; 9 — багульниковый;
10 — вахто-сфагновый; 11 — сфагновый; 12 — осоко-сфагновый тип леса.

Как показывают графики (рис. 1), линия роста в высоту слабо вогнуто-выпуклая, для центральных четырех типов леса приближающаяся к прямой. Для большинства типов леса абсолютный прирост в высоту начинает снижаться уже в возрасте 25—30 лет, достигая максимума в 20—25 лет. Это подтверждают также данные табл. 5.

Таблица 5

Типы леса	Средний прирост в высоту (м) по пятилетиям					
	10—15	15—20	20—25	25—30	30—35	35—40
Лишайниковый	1,05	1,20	1,25	1,25	1,25	1,20
Мохово-лишайниковый	0,90	1,40	1,65	1,65	1,45	0,65
Вересковый	1,00	1,45	1,50	1,45	1,00	0,95
Брусничник	1,55	1,85	1,90	1,75	1,55	1,10
Кисличник	2,00	2,50	1,90	1,90	1,50	1,50
Травяной	1,80	1,90	2,15	1,60	1,40	1,25
Черничник	1,60	1,95	2,20	1,45	1,30	1,30
Долгомошник	1,00	1,30	1,40	1,30	1,30	1,00
Багульниковый	0,80	0,90	1,30	1,20	0,80	0,70
Вахто-сфагновый	0,70	0,90	0,95	1,10	0,90	0,65
Осоко-сфагновый	0,65	0,85	1,05	0,85	0,80	0,50
Сфагновый	0,70	0,90	1,05	1,05	0,85	0,45

Таким образом, обработав массовые материалы лесоустройства, мы получили представление о целом ряде средних таксационных показателей. Эти данные могут служить предпосылкой для более детального их изучения на пробных площадях с анализом модельных деревьев.

На наш взгляд, наиболее важными задачами в изучении сосновых молодняков Вологодской области, а также и всей таежной зоны Европейского Севера, являются: исследование их строения и роста; правильное установление типов леса; повышение точности их бонитирования; разработка практических рекомендаций для лесного хозяйства по уходу за молодняками.

ЛИТЕРАТУРА

[1] В. И. Левин. К вопросу о строении сосняков Архангельской области. Труды АЛТИ, т. XIII, Архангельск, 1949. [2] В. И. Левин. Результаты исследования динамики сосновых насаждений Архангельской области. Архангельск, 1959.

Поступила в редакцию
19 апреля 1966 г.

УДК 674.032.475.772 : 631.541

ОПЫТ РАЗВЕДЕНИЯ ПСЕВДОТСУГИ ПРИВИВКАМИ В УССР

Т. М. БРОДОВИЧ

Доцент

(Львовский лесотехнический институт)

Почти 70-летние опыты интродукции и акклиматизации псевдотсуги (*Pseudotsuga taxifolia* Britt., *Ps. Menziesii* Mirb.) в Советском Союзе, в частности на Украине, показали, что зеленая псевдотсуга в западных областях Украины — одна из самых быстрорастущих, ценных и перспективных пород для лесного хозяйства [7], [3], [6], [8], [4], [1], [2].

Для наглядности приводим данные хода роста псевдотсуги и ее продуктивности в Западной Украине по нашим исследованиям (табл. 1).

Таблица 1

Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Количество стволов, шт./га	Сумма площадей сечений, м ²	Видовые числа, ,001	Запас, м ³ на 1 га	Прирост по запасу, м ³	
							средний	текущий
10	4,6	4,7	—	—	641	—	—	—
20	14,1	14,3	2136	34,3	492	238	11,9	27,0
30	22,8	22,5	1258	50,0	478	545	18,2	32,0
40	29,2	29,4	862	58,5	475	810	20,2	24,8
50	34,1	34,8	664	63,2	473	1018	20,3	18,6
60	37,8	38,8	555	65,6	473	1167	19,5	12,8

Несмотря на высокую продуктивность и ценность псевдотсуги, в лесные культуры она внедряется медленно. Основная причина этого — отсутствие или очень ограниченные источники местных семян. Кроме того, плодоношение псевдотсуги в УССР (в западных областях) наступает поздно — лишь в 25—30 лет. Для преодоления названных препятствий мы начали с 1961 г. испытания прививок псевдотсуги.

Опыты проводили в Ивано-Франковском учебно-опытном лесхоззаге Львовского лесотехнического института. Установлено, что для успешных прививок псевдотсуги в УССР необходимо: а) определить период активного роста камбия, его регенерации и образования новых клеток каллюса; б) разработать технику аккуратного (плотного) соединения камбия привоя с подвоем.

Прививки проводили на здоровом морозоустойчивом подвое, на 2—3-летних саженцах псевдотсуги серой, голубой и зеленой высотой от 40 до 80 см. Таким образом получены междувидовые (зеленая псевдотсуга на серой и голубой) и внутривидовые (зеленая на зеленой) прививки.

Черенки заготавливали с акклиматизированных стадийно зрелых (плодоносящих) плюсовых и лучших нормальных деревьев псевдотсуги зеленой. Черенки для прививок брали из восьми лесничеств с пятнадцати клоновых деревьев. Возраст их от 30 до 64 лет; высота — 22,5—36 м; диаметр — 26—50 см; типы условий произрастания — С₂, С₃, D₂ и переходные. Каждую партию черенков, с целью выяснения влияния происхождения и возраста, прививали отдельно.

Таблица 2

Сроки прививок	Процент приживаемости прививок по годам		
	1963	1964	1965
20.IV	5	9	—
	8	11	—
25.IV	35	42	8
	38	41	15
30.IV	68	81	30
	71	86	38
5.V	60	68	45
	65	71	68
10.V	51	55	62
	55	62	85
15.V	—	—	92
	—	—	95
30.VII	—	12	15
	—	18	22
10.IX	—	7	10
	—	9	14

Примечание. В числителе — данные для прививок вприклад камбий на камбий, в знаменателе — вприклад сердцевина на камбий.

В 1965 г. весна во Львовской области была холодная и поздняя, вследствие чего оптимальные условия для прививки псевдотсуги были сдвинуты на середину мая, когда температура днем становилась около 15°С. Весенние прививки псевдотсуги имеют ряд преимуществ: дают высокий процент приживаемости, хороший рост привоя по высоте до конца вегетационного периода и успевают одревеснеть и сформировать почки (рис. 1) до зимы. Рост побегов привоя в высоту в течение вегетационного периода (на 30.IX) первого года прививки приведен в табл. 3.

Таблица 3

Показатели	Величина показателей по годам прививок			
	1963	1964	1965	
Прирост подвоя по высоте				
	минимальный	4,5	3,5	4,0
	максимальный	15,5	55,0	34,0
средний	10,5 ± 0,91	21,7 ± 2,5	15,6 ± 0,13	
Среднее квадратическое отклонение	3,26	13,42	1,42	
Коэффициент вариации, %	31,04	61,8	9,41	

С клоновых деревьев в средней и верхней частях кроны сучкорезом срезали черенки длиной около 50 см. Прививочный материал хранили в снегу (в семенохранилищах) при температуре от 0 до 2°С.

С одной ветки нарезали около 20 черенков. Прививки псевдотсуги проводили двумя способами: вприклад камбий на камбий и вприклад сердцевина на камбий [5]. Первый способ применяли для прививки очень тонких черенков толщиной до 2 мм. Для обвязки использовали нитки, лыко и полиэтиленовые ленты (шириной 1—1,5 см). Прививки проводили с 20 апреля до 20 мая с интервалами через пять дней, а контрольные — также летом и осенью (всего свыше 500 шт.). Результаты прививок показаны в табл. 2.

Из приведенных данных видно, что приживаемость прививок псевдотсуги в условиях Львовской области (УССР) достигает 95%. Лучшим временем в 1963 и 1964 гг. (для обоих способов) была последняя декада апреля, когда температура воздуха доходила днем до 15—17°С.



Рис. 1. Рост привоя зеленой псевдотсуги по высоте.

1—2 — прирост 55 см во втором (1964) году после прививки;
2—3—прирост 48 см в третьем (1965) году.

К 1 ноября 95% побегов привоя одревеснело и образовало верхушечные почки. Рост привоя проходит успешно и в следующие годы. Ход роста привоя псевдотсуги зеленой по высоте во втором и третьем годах после прививки приведен в табл. 4.

Таблица 4

Прирост	Прирост привоя в высоту, см	
	во втором году (1964)	в третьем году (1965)
Минимальный . . .	9,5	7,5
Максимальный . . .	75,5	65,5
Средний	$40,2 \pm 2,5$	$34,2 \pm 2,3$

Одревеснение побегов и формирование почек проходило до конца октября. Из материалов табл. 3 и 4 видно, что рост привоя зеленой псевдотсуги по высоте хороший во втором и третьем годах после:

прививки (рис. 1). Успешному росту и развитию вегетативных саженцев способствует своевременная подрезка побегов подвоя. У прививок зеленой псевдотсуги подрезку проводили со второй половины вегетационного периода в первом году и продолжали во втором и третьем годах. Формирование кроны начинали с третьего года.

На протяжении вегетационного периода привоя растет быстро в июне и июле, в августе рост постепенно уменьшается, а в сентябре совсем затухает.

Динамика роста привоя зеленой псевдотсуги во втором году (1964) после прививки показана в табл. 5.

Таблица 5

Месяцы и декады 1964 г.	Рост в высоту по декадам и месяцам в течение вегетационного периода (см)		
	средний	максималь- ный	минималь- ный
Июнь	15,5	29,0	3,2
I	3,5	7,5	1,0
II	5,2	10,5	1,2
III	6,8	11,0	1,0
Июль	17,0	25,0	4,0
I	5,0	7,0	1,5
II	6,5	8,0	1,5
III	5,5	10,0	1,0
Август	7,5	18,0	2,3
I	3,5	6,5	1,0
II	2,5	5,5	0,8
III	1,5	6,0	0,5
Сентябрь	0,5	6,0	—
I	0,5	4,0	—
II	—	2,0	—
III	—	—	—
Годичный прирост	40,5	78,0*	9,5

* Явление сильного прироста привоя имеет сходство с гетерозисом.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Т. М. Бродович. Опыт внедрения зеленой дугласии в западных областях УССР. Журн. «Лесное хозяйство» № 5, 1955. [2]. Т. М. Бродович. Исследование насаждений псевдотсуги тиссолистной в западных областях УССР. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1964. [3]. И. В. Добровольский. Возможная производительность дугласовой пихты в европейской части СССР. Журн. «В защиту леса» № 4, 1938. [4]. А. В. Гурский. Основные итоги интродукции древесных растений в СССР. Изд. АН СССР, 1957. [5]. Е. П. Проказин. Новый метод прививки хвойных для создания семенных участков. Журн. «Лесное хозяйство» № 5, 1960. [6]. А. Ф. Скоробогатый. За разведение дугласовой пихты в СССР. Журн. «В защиту леса» № 4, 1938. [7]. М. Е. Ткаченко. Леса, лесное хозяйство и деревообрабатывающая промышленность Североамериканских Соединенных Штатов. Петроград, 1914. [8]. А. В. Тюрин. Представляет ли для нас лесоводственный интерес культура зеленой дугласии. Журн. «Лесное хозяйство» № 1, 1941.

Поступила в редакцию
12 марта 1966 г.

УДК 634.05

О КОРРЕЛЯЦИИ ДИАМЕТРОВ КРОН С ДИАМЕТРАМИ ДЕРЕВЬЕВ В СМЕШАННЫХ СОСНОВО-БЕРЕЗОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ

О. А. НЕВОЛИН

Старший преподаватель

(Архангельский лесотехнический институт)

Выявление связей диаметра кроны D_k с диаметром ствола на 1,3 м от шейки корня $d_{1,3}$ в разных древостоях различных физико-географических районов нашей страны имеет важное значение для измерительного дешифрирования лесных аэрофотоснимков.

Все исследователи, изучавшие этот вопрос ([1]—[6] и др.), подтверждают наличие между D_k и $d_{1,3}$ высокой корреляционной связи, близкой к линейной. Между тем для древостоев Архангельской области данный вопрос изучен очень слабо, и, естественно, имеющиеся отдельные сведения не смогут удовлетворить практику при переходе Северного лесостроительства к инструментально-измерительному дешифрированию лесонасаждений на аэроснимках.

Мы решили выяснить различие во взаимосвязи D_k и $d_{1,3}$ у сосны смешанных сосново-березовых насаждений в типе леса черничник с установленной частной связью D_k и $d_{1,3}$ в чистом сосняке-черничнике.

Для этой цели использовали 642 дерева сосны в смешанных сосново-березовых древостоях состава 6—8С 4—2Б, ед. Е, Ос, сомкнутых, III—VI классов возраста. По данным обмеров такой совокупности деревьев составили корреляционную таблицу в зависимости от диаметра кроны и площади сечения стволов на высоте груди. Среднее значение диаметра кроны оказалось равным $2,90 \pm 0,04$ м; основное отклонение $\pm 1,10$; коэффициент вариации $\pm 38,0\%$. Средний диаметр ствола на высоте груди, найденный по средней площади сечения, равен 20,9 см.

Показатели меры связи: коэффициент корреляции с ошибкой $0,746 \pm 0,017$; корреляционное отношение по диаметру кроны с ошибкой $0,752 \pm 0,017$; корреляционное отношение по диаметру ствола на высоте груди с ошибкой $0,784 \pm 0,015$. Эти показатели говорят о прямой высокой взаимосвязи D_k и $d_{1,3}$, по форме близкой к прямолинейной.

По данным Г. Г. Самойловича, коэффициент корреляции, характеризующий тесноту связи между D_k и $d_{1,3}$, колеблется от 0,7 до 0,9. Это положение подтверждается и нашими материалами.

Найденное частное уравнение зависимости D_k и $d_{1,3}$ для сосны смешанных сосново-березовых насаждений типа леса черничник (*Pinetum betuleto-myrtillosum*) таково:

$$D_k = 35,0g + 1,65 \text{ или } D_k = 27,489d_{1,3}^2 + 1,65.$$

Параметры нашего уравнения и вычисленного В. И. Левиным и В. И. Калининым [4] отличаются мало, что свидетельствует о близости закономерной связи D_k и $d_{1,3}$ у сосны в чистых и смешанных сосняках-

Показатели	Величина показателей		
	50	100	200
Количество обмеренных деревьев	59	119	101
Средние диаметры крон по фактическим обмерам, м	1,7	2,2	2,5
Диаметры крон, вычисленные по уравнению для сосны сосново-березовых насаждений, м	1,8	2,0	2,4
Диаметры крон, вычисленные по уравнению для сосны чистого сосняка-черничника, м	1,7	1,8	2,2
Отклонения от средних по фактическим обмерам по уравнению для сосны сосново-березовых насаждений			
м	+0,1	-0,2	-0,1
%	+5,9	-9,1	-4,0
по уравнению для сосны чистого сосняка-черничника			
м	-	-0,4	-0,3
%	-	-18,0	-12,0

черничниках. В этом мы убеждаемся, сделав некоторые цифровые сопоставления (табл. 1, 2) и графические построения (рис. 1).

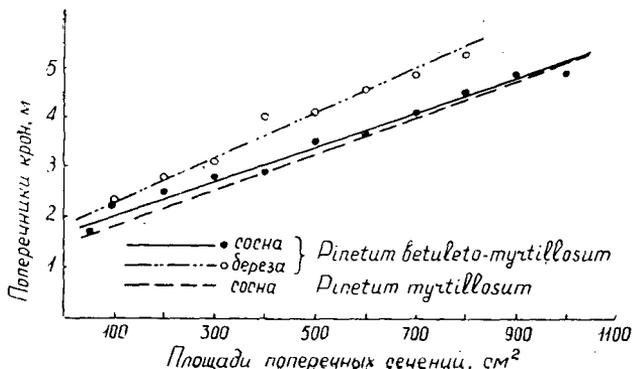


Рис. 1.

Таким образом, в одном типе леса в сосняках Архангельской области, при их естественном развитии, закономерная связь между D_k и $d_{1,3}$ у сосны остается одинаковой, при этом возраст насаждений (от III до VI класса) и примесь березы (а можно предполагать, и других пород) не оказывают существенного влияния на изменение этой связи.

А. М. Березин и И. А. Трунов [2], сравнивая полученные данные для чистого сосняка и сосново-елового насаждения типа леса черничник в лесах Ленинградской области, установили, что диаметры кроны сосны при одних и тех же диаметрах стволов на высоте груди отличаются незначительно.

Одновременно в изучаемых нами участках сосново-березовых насаждений для выявления взаимосвязи D_k и $d_{1,3}$ обмерено 313 берез. Средняя величина поперечника кроны у совокупности деревьев составляет $3,0 \pm 0,06$ м; основное отклонение $\pm 1,05$; коэффициент вариации $\pm 35,0\%$.

Таблица 1

в зависимости от площади поперечного сечения ствола на высоте груди (см ²)							
300	400	500	600	700	800	900	1000
108	73	47	40	35	33	14	13
2,8	2,9	3,5	3,7	4,1	4,5	4,9	4,9
2,7	3,0	3,4	3,8	4,1	4,5	4,8	5,2
2,6	2,9	3,3	3,7	4,0	4,4	4,8	5,1
-0,1	+0,1	-0,1	+0,1	—	—	-0,1	+0,3
-3,6	+3,4	-2,9	+2,7	—	—	-2,0	+6,1
-0,2	—	-0,2	—	-0,1	-0,1	-0,1	+0,2
-7,1	—	-5,7	—	-2,4	-2,2	-2,0	+4,1

Таблица 2

Насаждения	Наиболее вероятные диаметры стволов сосны на высоте груди (см) при различных диаметрах крон (м)									
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	
Сосново-березовые	11,3 (11)	17,6 (18)	22,2 (22)	25,8 (26)	29,3 (29)	32,2 (32)	34,9 (35)	37,4 (37)	39,8 (40)	
Чистые сосняки-черничники	13,5 (14)	18,9 (19)	23,1 (23)	26,5 (27)	29,6 (30)	32,5 (33)	35,1 (35)	37,3 (37)	39,7 (40)	

Примечание. В скобках — округленные диаметры.

Средний диаметр ствола на высоте груди — 18,1 см; коэффициент корреляции с ошибкой $0,826 \pm 0,018$; корреляционное отношение по диаметру кроны с ошибкой $0,836 \pm 0,017$; корреляционное отношение по диаметру ствола на высоте груди с ошибкой $0,846 \pm 0,016$.

Связь средних диаметров крон с площадью поперечных сечений стволов на высоте груди, по нашим материалам, характеризуется прямой линией, которая выражается уравнением

$$D_k = 44,285g + 1,857 \text{ или } D_k = 34,803d_{1,3}^2 + 1,857.$$

По этому уравнению вычислены наиболее вероятные диаметры древесных стволов на высоте груди при различных значениях диаметров крон: при 2,0 м — 6,4 см; 2,5 — 13,6; 3,0 — 18,2; 3,5 — 21,8; 4,0 — 24,8; 4,5 — 27,6; 5,0 — 30,1; 5,5 — 32,4; 6,0 м — 34,5 см.

При одинаковых диаметрах крон диаметры стволов березы ниже, чем у сосны (рис. 1), и составляют: при 2,0 м — 56,6%; 2,5 — 77,3; 3,0 — 82,0; 3,5 — 84,5; 4,0 — 84,6; 4,5 — 85,7; 5,0 — 86,2; 5,5 — 86,6; 6,0 м — 86,7%.

Установленные закономерности предназначены к использованию в практике лесоустройства при инструментально-измерительном дешифрировании лесных аэрофотоснимков.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. И. Баранов. К вопросу об исследовании взаимосвязи между кронами деревьев и таксационными признаками древостоев. Сб. трудов «Вопросы лесной таксации», ГЛТИ, Л., 1941. [2]. А. М. Березин, И. А. Трунов. Корреляционная связь диаметров деревьев на высоте груди с диаметрами крон для древостоев различных районов Советского Союза. АН СССР, лаборатория аэрометодов, Ученые записки лесной группы, Л., 1957. [3]. М. К. Бочаров. Методы расчета проходимости маскировочных свойств и защитной толщи леса. Военно-топографический сборник ВИА, № 81, 1955. [4]. В. И. Левин, В. И. Калинин. К вопросу дешифрирования древостоев по аэрофотоснимкам. Труды АЛТИ, т. XIV, Архангельск, 1954. [5]. Г. Г. Самойлович. Опыт изучения взаимосвязи между диаметрами крон и некоторыми таксационными признаками деревьев для определения их по аэроснимкам. Сборник статей Поволжского лесотехнического института № 2, Йошкар-Ола, Маргосиздат, 1940. [6]. Г. Г. Самойлович. Применение авиации и аэрофотосъемки в лесном хозяйстве. Изд. второе, изд-во «Лесная промышленность», М., 1964.

Поступила в редакцию
25 января 1966 г.

УДК 632.954 : 634.0.232

О ПРИМЕНЕНИИ ГЕРБИЦИДОВ В ЛЕСНЫХ КУЛЬТУРАХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ

В. В. ТАРАСОВ

Ассистент

(Днепропетровский государственный университет)

Вопросу применения гербицидов (в частности, симазина) в лесных культурах и на питомниках посвящены труды ряда отечественных и зарубежных авторов ([2], [3], [4], [6], [7], [8], [10], [11], [12] и др.): Работы проводились преимущественно в лесной зоне и позволили обосновать практические рекомендации по применению гербицидов в лесном хозяйстве именно для этих условий. Подобные работы на юге Украины проводились немногими исследователями [5], [9]. Поэтому дальнейшая разработка этого вопроса в условиях степи представляет большой научный интерес.

Для опытов был взят симазин. Он относительно устойчив в почве и токсичен для многих растений, поэтому даже однократное внесение его в почву позволяет поддерживать площадь в свободном от сорняков состоянии в течение длительного времени (1—2 и даже 3 года).

Руководящей идеей в установлении лесорастительных условий в наших исследованиях служили типологические принципы, разработанные А. Л. Бельгардом [1].

Опыты были поставлены по единой методике в лесокультурах и в питомниках степных лесничеств (Отрадинское, Кочережское и др.) на Днепропетровщине (подзона обыкновенных черноземов).

Весной 1963 г. в двухлетнем рядовом насаждении сосны обыкновенной и аморфы кустарниковой (типологическая формула насаждения $\frac{П}{П/осв.к. - 1}$ 10 Сосна об.) на площадках размером 15 м² каждая применяли симазин в дозах 1,0; 3,0; 5,0 кг/га по действующему веществу. Гербицид вносили на поверхность почвы в виде суспензии с помощью опрыскивателя типа «Автомаск». Расход воды 800 л на 1 га. Повторность опыта трехкратная. Поверхность участка слегка волнистая. Почва песчаная серая малогумусная.

К 18 мая 1963 г. сорные растения значительно развились: их проективное покрытие составляло 70%. В фазе бутонизации находились господствующие здесь раннелетники: рожь дикая, пулавка русская, воробейник Черняева, столос кровельный; в виде всходов и в различных фазах вегетации — многолетники и прочие сорняки. Чувствительность сорняков, а также сосны и аморфы к симазину оценивали по пятибалльной шкале: 1 — растения, не реагирующие на данную дозу; 2 — имеющие слабые поражения (подсыхающие листья, хлороз,

частичное увядание); 3 — значительно повреждающиеся; 4 — находящиеся в состоянии гибели; 5 — полностью или почти полностью погибшие. Учет эффективности симазина проводили месяц спустя после его внесения. За это время выпало 36 мм атмосферных осадков. В табл. 1 представлены результаты проведенных наблюдений.

Таблица 1

Видовое название растений	Оценка чувствительности в зависимости от дозы симазина (кг/га)				Примечания
	0	1	3	5	
<i>Zerna tectorum</i> (L.) Panz.	1	4	4	5	Ускорение прохождения фенофаз
<i>Secale silvestre</i> Host.	1	2	3	4	
<i>Anthemis ruthenica</i> L.	1	2	4	5	Всходы
<i>Lithospermum Crernjajevi</i> Klok.	1	2	3	5	
<i>Capsella bursa pastoris</i> Med.	1	2	4	5	
<i>Chenopodium album</i> L.	1	4	4	5	
<i>Salsola pestifer</i> A. Nelson	1	1	3	4	
<i>Elytrigia repens</i> (L.) P. B.	1	1	3	4	
<i>Centaurea diffusa</i> Lam.	1	2	3	5	
<i>Rumex acetosella</i> L.	1	1	2	3	
<i>Artemisia Marchalliana</i> Spreng.	1	2	3	4	
<i>Apera spica venti</i> L.	1	2	2	3	
<i>Amaranthus albus</i> L.	1	3	4	4—5	Ускорение прохождения фенофаз
<i>Pinus silvestris</i> L.	1	1	1	1	
<i>Amorfa fruticosa</i> L.	1	1	1	1	

Наиболее распространенные и часто встречающиеся малолетники (лебеда, щирица, гулявники, пупавка русская, стоколос кровельный, рожь дикая и др.) уже от дозы 3 кг/га (а тем более 5 кг/га) почти целиком погибают (табл. 1). Эти же дозы симазина подавляют многолетние сорняки и губительно действуют на их семенные всходы. Сосна оказалась очень устойчивой к применяемым дозировкам, аморфа в варианте с 5 кг на 1 га несколько угнетается и подвергается слабому хлорозу. Значительная устойчивость сосны обыкновенной отмечена также в литературе [10]. Данные опыта подтверждают возможность применения симазина в борьбе с сорняками в насаждениях сосны обыкновенной на песчаных почвах. Оптимальной дозой при этом необходимо считать 3 кг/га. Весной и летом следующего года площади, обработанные дозами в 3 и 5 кг/га, были практически свободны от сорняков в отличие от контрольных.

Во втором опыте симазин в количествах 0,5; 1,5; 3,0 и 5,0 кг/га применяли на рядовых посевах сосны обыкновенной в питомнике.

Таблица 2

Виды растений	Оценка чувствительности в зависимости от дозы симазина (кг/га)				
	0	0,5	1,5	3,0	5,0
<i>Portulaca oleracea</i> L.	1	2	3	5	5
<i>Chenopodium album</i> L.	1	2	3	5	5
<i>Amaranthus albus</i> L.	1	1	1	2	3
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	1	1	2	3	5
<i>Setaria glauca</i> P. B.	1	1	2	2	3
<i>Pinus silvestris</i> L.	1	1	1	1	1

Почва супесчаная, увлажнение атмосферное. Стадия развития сосны — сбрасывание семенной чешуи (спустя 40 дней после посева). Расход воды 700 л на 1 га (сразу после опрыскивания выпало 8 мм осадков). Размеры пробных площадок — 2 м² каждая. Опыт заложен в трех повторностях. В табл. 2 представлены виды сорняков, засорявших посев, и отношение их к применяемым дозировкам симазина.

Через месяц после внесения гербицида опытный участок резко выделялся слабой засоренностью. Если в вариантах с дозой 0,5 и 1,5 кг/га покрытие сорняками составляло соответственно 30 и 17%, а с дозой 3,0 и 5,0 кг/га — 10 и 5%, то на контроле оно равнялось 85%. Таким образом, при дозировке симазина 3,0 и 5,0 кг/га отпадает необходимость в прополке до конца вегетационного периода. Посев сосны не имел признаков поражения и находился в несколько лучшем состоянии, чем в контроле. Отрицательного последствия симазина на посевы сосны следующего года не было.

Данные этого опыта указывают на возможность использования симазина в борьбе с сорняками на посевах сосны обыкновенной. Оптимальная доза на супесях — 3 кг/га.

23 мая 1964 г. были поставлены опыты с симaziном и дихлораль-мочевинной в насаждении двухлетнего дуба с сопутствующими ему породами на склоне балки в 10° южной экспозиции. Типологическая формула насаждения: $\frac{ОЧ СГ_{1-2}}{Тенк-1}$ 5 Дуб 2 Клен остролистный 2 Ясень об. 1 Вяз. Кустарниковый подлесок — из жимолости татарской.

Гербициды вносили на поверхность почвы в дозах 1,0; 3,0; 5,0 и 10,0 кг/га симазина и один вариант — 5,0 кг/га симазина + 5,5 кг/га дихлораль-мочевинной. Повторность трехкратная, размер каждой опытной площадки 24 м². Через месяц проводили количественный и весовой учет на опытных участках и в контроле, средние данные которого приведены в табл. 3. При дозе симазина 1 кг/га только незначительная часть растений гибнет. Это главным образом относится к лебеде белой, щирице обыкновенной и некоторым другим растениям, находящимся в фазе проростков и всходов (табл. 4). Симазин в дозе 3 кг/га уничтожает значительное число сорняков в начальных фазах развития, корневая система которых достигает глубины не более 15 см (лебеда белая, гулявник Софии, гулявник Лезеля, рыжик мелкоплодный, курай и пр.).

Таблица 3

Доза симазина, кг/га	Количество стеблей сорняков		Вес сорняков (г) в воздушно-сухом состоянии	
	на 1 м ²	% к контролю	на 1 м ²	% к контролю
Контроль	634	100	193	100
1	442	69,7	130	67,3
3	240	37,8	72,8	37,7
5	128	20,2	55,0	28,5
10	84	13,1	47,0	24,2
5 кг/га симазина + + 5,5 кг/га ДХМ	94	14,6	53,4	27,6

Живокость посевная, мелколепестник канадский, костер безостый, дымянка лекарственная оказались устойчивыми к симазину. Двулетники (чертополох, татарник, коровяк, синяк обыкновенный), имеющие

Таблица 4

Видовое название растений	Оценка чувствительности в зависимости от дозы симазина (кг/га)					Примечания
	0	1	3	5	10	
<i>Chenopodium album</i> L.	1	3	4	5	5	
<i>Amaranthus albus</i> L.	1	1	2	3	4	
<i>Capsella bursa pastoris</i> Med.	1	1	2	3	4	
<i>Verbascum thapsiforme</i> Schrad.	1	1	2	4	5	Мелкие растения
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	1	1	3	5	5	Семенные всходы
<i>Lithospermum arvense</i> L.	1	1	2	3	5	
<i>Elytrigia repens</i> (L.) P. B.	1	1	1	2	4	
<i>Salsola pestifer</i> A. Nelson	1	—	3	3	4	Всходы
<i>Sisymbrium Loeselii</i> L.	1	2	—	3	5	
<i>Consolida arvensis</i> Oriz.	1	1	2	3	4	Мелкие растения
<i>Anthemis ruthenica</i> M. B.	1	1	2	3	4	
<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	1	1	3	—	5	
<i>Lappula echinata</i> Gilib.	1	1	2	4	4	
<i>Erigeron canadensis</i> L.	1	—	2	2	4	
<i>Bromus squarrosus</i> L.	1	1	2	2	3	
<i>Reseda lutea</i> L.	1	1	1	2	3	Растения второго года
<i>Cerastium</i> sp. L.	1	2	—	3	4	
<i>Artemisia absinthium</i> L.	1	1	3	5	5	Семенные всходы
<i>Artemisia austriaca</i> Jacq.	1	1	2	5	5	
<i>Fumaria officinalis</i> L.	1	1	1	2	2	
<i>Nonnea pulla</i> D. C.	1	1	?	4	5	
<i>Quercus robur</i> L.	1	1	1	1	1	Возраст 2 года
<i>Acer platanoides</i> L.	1	1	1	1	1	"
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	1	1	1	1	1	"
<i>Ulmus</i> sp.	1	1	1	1	1	"
<i>Lonicera tatarica</i> L.	1	1	1	1	2	"

вид крупных розеток второго года, при данных дозировках обычно не погибают, так как их корневая система к этому времени значительно углубляется. К тому же широкие листья розеток защищают почву вокруг растения от попадания разбрызгиваемого гербицида.

Многолетники, возобновляющиеся от глубоко расположенных вегетативных органов (глубже 15 см), оказываются в большинстве случаев устойчивыми даже к значительным дозам симазина, поэтому для борьбы с ними необходимо предварительно, при подготовке почвы под культуру, вероятно, на черных парах применять гербициды типа 2,4-Д, 2,3,6-ТБК и т. п. Доза симазина в 5 кг/га в данных условиях является оптимальной, так как дальнейшее ее повышение (до 10 кг/га) лишь незначительно уменьшает засоренность (табл. 3 и 4). От прибавки 5,5 кг/га дихлоральмочевины к симазину (5 кг/га) эффективность последнего не возрастает.

Предварительные данные позволяют рекомендовать симазин для производственных испытаний по борьбе с сорняками молодых культур дуба с сопутствующими ему породами (клена остролистного, ясеня обыкновенного, жимолости татарской и вяза), в культурах сосны обыкновенной на питомниках в посевах и школках, лесопосадках.

На легких почвах предлагается доза симазина в 3 кг/га, на тяжелых — 5 кг/га. Гербицид следует вносить на поверхность почвы в весеннее время года. Расход воды — 700—800 л/га.

Как известно, при высокой стоимости симазина (около 3 руб. за 1 кг) его расход можно уменьшить путем внесения лишь в ряды насаждений, где механизация прополки пока невозможна. Междурядья при этом можно обрабатывать тракторными культиваторами.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Л. Бельгард. Введение в типологию искусственных лесов степной зоны. Сб. «Искусственные леса степной зоны Украины», 1960. [2]. В. П. Бельков, И. В. Шутов. Различие в глубине залегания корней травянистых и древесных растений как основа борьбы с сорняками в лесных культурах. «Сб. научно-технической информации Ленинградского НИИ лесного хозяйства», 1960. [3]. В. П. Бельков, И. В. Шутов. Симазин — эффективное средство для прополки лесных культур. Журн. «Лесное хозяйство» № 5, 1961. [4]. Я. М. Величко. Применение гербицидов для борьбы с сорняками при полезащитном лесоразведении. Сб. «Научно-производственная конференция по повышению продуктивности лесов УССР». Тезисы докладов, 1963. [5]. Л. Ю. Ключников. Борьба с сорняками в питомнике сосны. Журн. «Защита растений от вредителей и болезней» № 6, 1963. [6]. Л. М. Козлова, В. П. Бельков. Применение гербицидов в связи с приемами выращивания сосны и ели в питомниках и на вырубках. «Сб. научно-технической информации Ленинградского НИИ лесного хозяйства», вып. 3, 1962. [7]. Л. И. Крыханов. Некоторые итоги работ лаборатории гербицидов по совершенствованию химического способа борьбы с сорной растительностью в питомниках. Сб. «Химизация сельского хозяйства Башкирии», вып. 4—5, 1962—1963 гг. [8]. Н. М. Панкратова. Химическая прополка лесных культур производными триазина. Журн. «Лесное хозяйство» № 9, 1963. [9]. В. Подопригора. Эффективность симазина и атразина в борьбе с сорняками на виноградниках. Информационный бюллетень (Запорожская областная государственная сельскохозяйственная опытная станция), 1963. [10]. H. Cervínková-Jermanová. Príspevek využití selektivních herbicidů u lisnictví (Simazin). «Sb. Českosl. akad. zeměd. ved. Lesn.» № 5, 1960. [11]. P. Gathy. Le desherbage selectif en pépinière forestière. Un nouvel herbicide: le simazin. «Bull. Soc. rog. forest Belg.» № 1, 1961. [12]. W. Zentsch. Über die Anwendung von simazin in Forstpflanzgarten. Archiv für Forstwesen. 9 Band. Heft 11, 1960.

Поступила в редакцию
13 июля 1965 г.

УДК 634.0.232(282.247.33)

К ВОПРОСУ О ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ПОЙМЫ СРЕДНЕГО ДОНА

И. В. ТРЕЩЕВСКИЙ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

В. Г. ШАТАЛОВ

Аспирант

(Воронежский лесотехнический институт)

Пойменные лесные насаждения играют очень важную роль в предотвращении заиления рек и водохранилищ, в защите сельскохозяйственных угодий от размыва и заноса песком, в обеспечении малолесных районов древесиной. В последние годы лесоразведению в поймах рек уделяется большое внимание.

Наши исследования показали, что в большинстве случаев гибель лесных культур или их плохое состояние вызывается неправильным подбором пород, который не соответствует условиям произрастания в отдельных участках пойм.

С целью изучения лесорастительных условий поймы Среднего Дона нами было заложено пять профилей поперек нее, дана почвенно-гидрологическая и геоботаническая характеристика, сделан анализ режима затопления отдельных участков за последние 15 лет, обобщен опыт лесоразведения в поймах Среднего и Нижнего Дона.

Все почвенные разности поймы Среднего Дона по плодородию и лесопригодности мы объединили в четыре группы.

Песчаные отложения кос, мелей и островов объединены в группу «пески пляжей». Это самые бедные, хорошо отсортированные водой молодые аллювиальные отложения. Как видно из табл. 1, они имеют слабощелочную реакцию. Пески пляжей приурочены к самым низким элементам рельефа, высотой до 3,5—5 м над средней меженью Дона. Они заливаются полыми водами ежегодно сроком на 30—60 и более дней. Благодаря хорошему увлажнению, пески пляжей естественным путем зарастают кустарниковыми ивами и ветлой. Но процесс естественного облесения этих песков очень длителен. За этот период они подвергаются вторичной переработке водой и откладываются в русле Дона. Поэтому на песках пляжей необходимо создавать почвозащитные прирусловые лесные полосы искусственным путем. Для этих целей могут быть использованы только кустарниковые ивы и ветла, которые не требовательны к плодородию почв и хорошо переносят длительное затопление.

Ко второй группе отнесены песчано-пылеватые отложения прирусловой бугристой поймы. В результате переработки ветром они содержат до 10% мелкозема и много пыли. Они хорошо обеспечены

Таблица 1

Режим и зоны затопления в максимальные паводки	Основные группы почв. и группы плодородия			
	пески ляжей—1	песчано- пылеватые отложения—2	слоистые песчано- суглинистые и одно- фазные супесчаные почвы—3	зернистые и зернисто-слоистые незасоленные почвы—4
Пойма редкого затопления: 15 дней на глубину до 1,5 м (ПР)	—	ПР ₂ —сосна обыкновенная, береза бородавчатая	ПР ₃ —сосна обыкновенная, береза бородавчатая	ПР ₄ —дуб черешчатый.
Пойма кратковременного затопления: 15—25 дней на глубину до 3,5 м (ПК)	—	ПК ₂ —береза бородавчатая	ПК ₃ —тополь белый, тополь бальзамический, тополь канадский	ПК ₄ —дуб черешчатый, тополи
Пойма среднего затопления: 25—40 дней на глубину до 6 м (ПС)	ПС ₁ —ветла, ивы кустарниковые	ПС ₂ —осо- корь	ПС ₃ —тополь канадский, тополь бальзамический, тополь белый	ПС ₄ —тополь белый, тополь канадский
Пойма длительного проточного затопления: 40—60 дней на глубину до 10 м (ПД)	ПД ₁ —ветла, ивы кустарниковые	ПД ₂ —осо- корь, ветла	ПД ₃ —осокорь, ветла	ПД ₄ —ясень зеленый, ясень пушистый, ветла, осокорь
Пойма длительного затопления: более 60 дней на разную глубину (ДЗ)	—	ДЗ ₂ —ветла	ДЗ ₃ —ветла, ольха черная	ДЗ ₄ —ветла, ольха черная

фосфором, лучше — калием, но в молодых отложениях этой группы почти отсутствует гумус. По лесопригодности в эту же группу входят песчано-пылеватые отложения с единичными тонкими илистыми прослойками (1—2 см), содержащими до 1 % гумуса. Эти почвы характерны для более повышенных элементов рельефа, которые затопляются полыми водами не ежегодно, на 15—25 дней в максимальные паводки. Эти участки поймы почти безлесны, здесь можно встретить только единичные кусты кустарниковых ив. Опыт Богучарского лесхоза показал, что на бедных песчано-пылевых отложениях с длительностью затопления до 25 дней с большим успехом можно выращивать культуры березы бородавчатой, а до 15 дней — культуры березы и сосны обыкновенной.

Сосново-березовые культуры на высокой прирусловой пойме являются самыми устойчивыми, они надежно скрепляют пески и, предохраняя их от разрушения ветрами и водой, защищают русло от заиления. Тонкослоистые песчано-пылеватые отложения встречаются в зонах, где затопление длится 40—60 дней. В этих условиях наиболее устойчивы культуры осокоря.

В третью группу включаются богатые слоистые и слоисто-зернистые почвы (слоистые на зернистом аллювии). В их профиле преобладают песчано-пылеватые и песчаные горизонты, которые содержат не более 0,3—0,5% гумуса. Эти горизонты разделяются толстыми илистыми или супесчаными прослойками, хорошо обеспеченными гумусом и удовлетворительно — минеральными солями. Эти почвы тяготеют к прирусловой пойме и высоким элементам центральной поймы, которые в максимальные паводки заливаются полыми водами на 25—30 дней. Здесь произрастают дубовые и вязовые смешанные насаждения, а в более низких местоположениях — осина. Слоистые почвы характеризуются хорошими водно-физическими свойствами, поэтому весьма

благоприятны для лесоразведения; их следует прежде всего использовать под культуры тополей (канадского, белого и бальзамического).

В Донском лесхозе Воронежской области в этих условиях смешанные культуры тополя бальзамического с канадским в возрасте 9 лет имеют высоту 14—15 м, диаметр 11—14 см, запас 105 м³/га, текущий прирост 14,4 м³/га. Слоистые почвы в зоне редкого затопления могут быть использованы для посадки сосны и березы.

Слоистые почвы встречаются и на участках поймы высотой меньше 3,5—2,5 м, которые заливаются полыми водами на срок 40—60 дней. В этих условиях рекомендуются культуры осокора и ветлы, которые более устойчивы к длительному затоплению.

К четвертой группе относятся самые плодородные почвы — зернистые и зернисто-слоистые (зернистые на слоистом аллювии). Наиболее плодородные части их профиля содержат до 4—4,5% гумуса, хорошо обеспечены фосфором и очень богаты основаниями. В этих почвах, как в большинстве пойменных отложений, очень мало калия; они имеют нейтральную среду. В естественных насаждениях высокого уровня на этих почвах преобладают дуб, ясень обыкновенный и вяз обыкновенный, в пониженных элементах — осина. Зернистые почвы преобладают на участках поймы с отметками от 5 до 8 м над средней меженью, которые в максимальные паводки заливаются водой сроком до 25 дней. Здесь рекомендуется создавать главным образом культуры дуба. В возрасте 27 лет дуб в культурах Павловского лесхоза (Воронежская область) имеет высоту 15 м, диаметр 13 см и запас — 120 м³/га при текущем приросте 5,5 м³/га. При длительности затопления 25—40 дней на зернистых почвах лучшие результаты дают тополь белый и канадский. В Иловлинском лесхозе Волгоградской области культуры тополя канадского в возрасте 13 лет имеют высоту 13 м, диаметр 11,5 см и запас 180 м³/га, при текущем приросте 22 м³/га.

При застойном затоплении на зернистых иловато-болотных почвах в естественных насаждениях встречаются ольха черная и ветла, которые в этих условиях рекомендуется использовать для искусственного лесоразведения. При длительном проточном затоплении здесь хорошие результаты дают культуры ясеня пушистого и зеленого.

Изучение и анализ устойчивости основных древесных пород, произрастающих в естественных насаждениях и культурах, к режиму и длительности затопления, а также влияния почвенно-грунтовых условий на состояние и продуктивность насаждений разного состава позволили нам разработать классификацию условий произрастания для поймы Среднего Дона, которая представлена в табл. 1.

В этой классификации выделено четыре группы почв, краткая характеристика которых дана выше. В классификации не выделяются в самостоятельную группу только почвы болотных типов, имеющие большое распространение в притеррасной пойме и в замкнутых понижениях центральной поймы. Это связано с тем, что происхождение иловато-болотных почв обусловлено застойным затоплением, которое выделено по вертикальному ряду и является ведущим фактором. Засоленные почвы в пойме Среднего Дона не встречаются.

По режиму и длительности затопления выделено пять зон, которые определяют основной ассортимент древесных пород для лесоразведения в этой пойме. Ассортимент пород вписан в схему классификации лесорастительных условий.

УДК 634.0.56 : 634 : 0.231 : 674.032.475.542

СОСТОЯНИЕ И РОСТ ТОНКОМЕРА И ПОДРОСТА ЕЛИ НА КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ВЫРУБКАХ *

С. А. ДЫРЕНКОВ

Аспирант

(Ленинградский НИИ лесного хозяйства)

Наши исследования проведены в восточной части среднетаежной подзоны (Корткеросский, Микуньский леспромхозы Коми АССР и Нюбский, Лимендский леспромхозы Архангельской области), где основу лесозаготовительного фонда в настоящее время составляют разновозрастные леса с господством ели обыкновенной (*Picea excelsa* Link.), ели сибирской (*Picea obovata* Ledb.) и переходных форм.

Объектами изучения были тонкомер и подрост ели на условно-сплошных вырубках одно-тридцатипятилетней давности в двух наиболее распространенных типах леса: ельнике черничном и ельнике чернично-долгомощном. Проведены рекогносцировочные обследования еловых недорубов с числом деревьев (диаметром на высоте груди свыше 6 см) более 200 на 1 га. В недорубах, состоящих, главным образом, из тонкомерных (8-, 12-, 16-сантиметровые ступени толщины) деревьев ели, на расстоянии от близлежащих стен леса не менее 200 м заложены таксационные пробные площади. Характеристики вырубленных древостоев воспроизводились по данным сплошных переучетов пней (с определением возраста вырубленных деревьев), послерубочного отпада (ветровал, бурелом и сухостой) и растущих остатков древостоев в сопоставлении с материалами лесоустройства, предшествующего рубкам.

Сплошные учеты елей (отдельно живых и усохших) с диаметром на высоте груди менее 6 см сделаны по группам высот: до 0,5 м; от 0,5 до 1,5 м; от 1,5 до 3,0 и свыше 3,0 м.

В каждой ступени толщины и группе высот взяты модели с измерением основных размеров, приростов по высоте и диаметру за 5 и 10 лет до рубки и каждый год после рубки и определением возраста. Подсчет и измерение ширины годичных слоев на поперечных срезах производили под микроскопом МБС-1. Отмечены повреждения при лесосечных работах, заморозками, энтомо- и фитовредителями.

Данные о численности и состоянии елового тонкомера и подроста до рубки получены аналогичным путем на пробных площадях, заложённых в наиболее представленных и характерных для лесного фонда древостоях.

* Работа выполнена под руководством проф. Н. Е. Декатова в 1962—1964 гг.

Всего заложено 62 пробные площади от 0,2 до 1,0 га каждая (22 — в древостоях, 40 — на вырубках) и проанализировано около 2 тыс. учетных и модельных деревьев. Обобщение результатов исследований сделано отдельно для древостоев, не тронутых рубками и пройденных выборочными рубками 40—50 лет назад (табл. 1). Последние встречи лишь в ельнике черничном и занимают приблизительно 5% его площади.

Таблица 1

Показатели	Возраст в год; рубки, лет	Численность на 1 га в год рубки	Отпал, %	
			ветровал и бурелом	усохшие

А. Ельник черничный; древостой, не тронутый рубками

Группа тонкомера по диаметру в год рубки, см				
16	170	150	12	9
12	140	100	17	8
8	130	100	10	4
Группа подростка по высоте в год рубки, м				
свыше 3,0	110	400	—	19
от 1,5 до 3,0	85	600	—	13
от 0,5 до 1,5	45	1700	—	13
до 0,5	20	2500	—	3

Б. Ельник черничный; древостой, пройденный выборочной рубкой

Группа тонкомера по диаметру в год рубки, см				
16	85	50—100	12	2
12	80	70—210	9	3
8	70	220—350	9	4
Группа подростка по высоте в год рубки, м				
свыше 3,0	65	500	—	11
от 1,5 до 3,0	45	500	—	11
от 0,5 до 1,5	40	1200	—	3
до 0,5	20	900	—	3

В. Ельник чернично-долгомошный, не тронутый рубками

Группа тонкомера по диаметру в год рубки, см				
16	200	210	22	11
12	150	210	32	8
8	110	290	13	8
Группа подростка по высоте в год рубки, см				
свыше 3,0	85	500	—	15
от 1,5 до 3,0	65	500	—	18
от 0,5 до 1,5	30	1200	—	6
до 0,5	25	2200	—	1

Результаты исследований позволяют сделать следующие выводы.

1. В типичных ельниках тонкомер и подрост ели по общей численности и состоянию могут быть достаточным фондом для естественного восстановления этой породы на концентрированных вырубках.

2. Основу этого фонда по численности и темпам роста после рубки в девственных разновозрастных древостоях ельников черничного и чернично-долгомошного представляет собой подрост ели, а в древо-

стоях ельника черничного, пройденных выборочными рубками, — еловый тонкомер.

3. При рубке разновозрастных древостоев во всех вариантах подрост следует сохранять в обязательном порядке.

4. При численности более 300 экземпляров на 1 га целесообразно сохранять на корню и относительно устойчивый тонкомер в возрасте до 140 лет:

а) при рубках девственных разновозрастных древостоев ельника черничного — деревья 8- и 12-сантиметровых ступеней толщины полностью и деревья 16-сантиметровой ступени — в сомкнутых куртинах;

б) при рубках разновозрастных древостоев ельника чернично-долгомошного — полностью деревья 8- и 12-сантиметровых ступеней толщины;

в) при рубках древостоев ельника черничного, пройденных выборочными рубками, — полностью деревья 8-, 12- и 16-сантиметровых ступеней толщины.

Поступила в редакцию
29 января 1965 г.

УДК 631.811.98 : 674.032.475.542

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕТЕРОАУКСИНА
ПРИ ПОДГОТОВКЕ СЕЯНЦЕВ ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ
(*Picea excelsa* Link.) К ПОСАДКЕ**

Н. В. ЕРЕМИН

Аспирант

(Поволжский лесотехнический институт)

Рядом исследователей [1]—[11] установлено, что из числа ростовых веществ на хвойные породы наибольшее положительное влияние оказывает гетероауксин, хотя он не всегда способствует увеличению массы корней и даже задерживает начало развития надземной части. Крайне мало еще сведений о влиянии его на ель.

При проведении опытных работ нами были учтены имеющиеся литературные данные о способах и результатах применения гетероауксина и разработаны варианты, позволяющие проследить: 1) влияние гетероауксина на приживаемость и рост сеянцев ели разного возраста и размеров; 2) зависимость состояния и роста пересаженных сеянцев ели от способов применения гетероауксина.

Объектом для постановки опытов были избраны сеянцы ели. Трехлетние сеянцы по высоте надземной части разделены на четыре группы: 6—10; 11—15; 16—20; 21 см и более. Длина корневой системы их составляла соответственно 15, 16, 17 и 20 см. В пятую группу входили двухлетние сеянцы, имевшие высоту 11—15 см и длину корней 16 см. Во всех вариантах высаживали по 100 елочек каждой группы.

Опыты с обработкой корневой системы сеянцев ели всех пяти групп были поставлены весной 1964 г. в школьном отделении Учебно-опытного лесхоза ПЛТИ в вариантах, указанных в табл. 1.

Одновременно с трехлетними сеянцами ели той же партии опыт был повторен в производственных условиях в школьном отделении Звениговского лесхоза * Марийской АССР по вариантам № 3 и 5 с посадкой 13 тыс. растений в каждом.

Почвы на обоих участках — слабо оподзоленные свежие суглинки. Обработка почвы сплошная. Уход двукратный — удаление сорняков с одновременным рыхлением почвы.

В год посадки лето было засушливым. За июнь и первую декаду июля выпало всего 19 мм осадков, или 27% от среднего по многолетним наблюдениям, а число дней с влажностью воздуха менее 30% составило 7. Такие погодные условия в период приживания были необычны для подопытных растений в данной лесорастительной зоне и

* Активное участие в постановке опыта принимали главный лесничий лесхоза А. И. Князев и лесотехник А. Н. Ломакин.

Таблица 1

№ варианта	Способы обработки семян перед посадкой	Процент трехлетних семян ели, начавших рост по группам высот (см)					Процент двухлетних семян ели, начавших рост (11—15 см)
		I (21 и более)	II (16—20)	III (11—15)	IV (6—10)	среднее	
1	Намачивание корневой системы в воде (24 часа)	30	64	86	98	69,5	97
2	То же в водном растворе 0,001%-ного гетероауксина (24 часа)	68	86	82	83	81,0	99
3	Контроль	32	50	44	76	50,5	98
4	Обмакивание корневой системы в компостной жиже перед посадкой	40	48	60	92	60,0	96
5	То же с 0,001%-ным раствором гетероауксина	54	60	80	86	70	99

несомненно сказались на общем состоянии всех семян ели, в том числе и на последствиях влияния гетероауксина.

Обобщая двухлетние периодические наблюдения за высаженными растениями, можно привести следующие данные о состоянии и росте семян ели. Обработка гетероауксином ускорила начало роста семян ели как в первый, так и во второй год после посадки. Через 1,5 месяца после посадки (30 июня) разница в числе растений, начавших рост (%), по отдельным вариантам опыта оказалась значительной (табл. 1).

Например, у трехлетних саженцев ели более крупных размеров (от 15 см и выше) число растений, начавших рост, на 14—38% больше, чем в контроле. При этом в обоих вариантах с применением гетероауксина результаты оказались наиболее высокими.

На второй год по учету 27 мая количество семян ели, начавших рост, составляло 22—35% от числа сохранившихся в контрольном варианте № 3; близкие к ним данные были и в вариантах № 1 и 4, в то время как из числа семян, обработанных гетероауксином, начали рост от 44 до 57% сохранившихся растений.

Уже к концу первого года и на второй год у пересаженных двух- и трехлетних семян ели с длиной надземной части от 11 до 15 см общие показатели (процент растений, начавших рост, и приживаемость) во всех вариантах оказались выше, чем в остальных группах, а разница в росте семян ели, обработанных гетероауксином и необработанных, меньше.

Отношение веса корней к весу надземной части* у выкопанных для пересадки семян ели III группы составляло 1 : 3,9, I и II — 1 : 4,8, то есть масса корней в III группе была больше.

Приживаемость семян ели на опытных участках в Звениговском лесхозе была сравнительно высокой — 87%, а в варианте с применением гетероауксина оказалась на 7% больше, чем в контроле.

Применение гетероауксина, как свидетельствуют результаты взвешивания моделей, взятых с выкопанными корнями (по 25 шт. в каждом варианте), вызвало изменения в весе самих растений.

Обработка данных методом вариационной статистики показала, что полученные средние значения отдельных признаков достоверны

* Определено путем взвешивания 25 семян каждой группы, высушенных при температуре +105° С.

Таблица 2

№ варианта	Отклонение веса (% от контрольного варианта № 3) в первый год после посадки у двухлетних сеянцев ели						
	всего растения	корней		надземной части		хвои 1000 шт.	
		всех	в том числе мелких до 1,0 мм	всей	в том числе хвои двух-трехлетнего возраста	однолетнего возраста	двух-трехлетнего возраста
1	-15	-8	0	-18	0	-53*	+1
2	+8	+7	+25*	0	+25*	+7	+21*
3	0	0	0	0	0	0	0
4	-3	-3	+11	-1	+30*	0	+10
5	+10	+10	+30*	+10	+50*	+40*	+10

* Статистически достоверные отклонения. Вес определяли после высушивания при $+105^{\circ}\text{C}$.

($t > 3$) и позволяют делать сравнения в пределах группы сеянцев между отдельными вариантами, так как различия в точности опыта несущественны.

Анализ показывает, что сеянцы ели после обработки их гетероауксином к концу первого вегетационного периода имеют большой общий вес. Разница в весе растений установлена и у двухлетних сеянцев третьей группы (табл. 2), у которых по внешним признакам (по началу роста и приживаемости) различия по вариантам опыта были менее выражены, чем у сеянцев остальных групп.

Как и следовало ожидать, в вариантах с применением гетероауксина возрос вес корневых систем в основном вследствие восстановления мелких корней (толщиной до 1,0 мм). Это, в свою очередь, способствовало увеличению ассимиляционного аппарата — хвои — и повышению ее продуктивности.

Так, например, вес вновь образовавшихся побегов (без хвои) у сеянцев, обработанных гетероауксином, на I и II сохранившейся хвои в 2 раза больше, чем в контроле.

Различия в весе более крупных трехлетних сеянцев ели, обработанных гетероауксином, оказались значительно выше, чем у сеянцев III группы.

Так, общий вес растений I группы в варианте № 5 увеличился по сравнению с контролем в среднем на 38%, корней — на 34%, мелких корней — на 43%, хвои — на 38%.

Важным показателем является величина прироста в высоту. Применение гетероауксина вызвало значительное увеличение прироста в первый год посадки (в среднем на 31%) только у трехлетних сеянцев ели I и II групп. В остальных группах оно не превышало 12% и оказалось несущественным.

Установлена прямая связь между годичным приростом пересаженных растений в высоту и показателем отношения массы корней к надземной части. (Коэффициент корреляции для трехлетних сеянцев ели I группы, обработанных гетероауксином, равен $+0,49$, а достоверность его 3,2). При этом годичный прирост сеянцев ели повышается с увеличением отношения веса корней к надземной части.

Сравнивая рост елочек на второй год после пересадки, мы не установили существенных расхождений прироста в пределах групп растений по вариантам опыта.

Таким образом, применение 0,001%-ного раствора гетероауксина при подготовке сеянцев ели к посадке улучшило процессы корнеобра-

зования и восстановления массы корней, вызвало более раннее распускание почек (начало роста), обеспечило более высокую приживаемость и лучший рост сеянцев ели (как всего растения, так и его основных органов). При этом в большей степени сказалась положительная роль гетероауксина при пересадке крупных (более 16 см) трехлетних сеянцев ели.

Лучшие результаты по приживаемости и росту получены при подготовке сеянцев к посадке путем обмакивания корневых систем перед посадкой в жижу, приготовленную из торфо-навозного компоста и мягкого лесного гумуса на 0,001 %-ном водном растворе гетероауксина.

Действие гетероауксина в большей степени сказывается на состоянии и росте саженцев ели только в год его применения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. М. Ахинян. Действие гиббереллина на прорастание семян и прирост деревьев, кустарников сухих склонов Армении. Известия АН Армянской ССР, 16, № 8, 1963. [2]. А. И. Ахромейко. Влияние гиббереллина на рост сеянцев и саженцев лесных древесных пород. Сб. «Гиббереллины и их действие на растения», изд-во АН СССР, 1963. [3]. М. Д. Данилов. Влияние гиббереллина и гетероауксина на рост побегов и образование корней у черенков тополя бальзамического. Сб. «Гиббереллины и их действие на растения», изд-во АН СССР, 1963. [4]. Л. В. Кеворкова. Некоторые данные о влиянии гиббереллина на однолетние сеянцы древесных растений. Известия АН Армянской ССР, 16, № 6, 1963. [5]. А. С. Лантратова. Опыт применения гетероауксина при выращивании лиственницы сибирской. Ученые записки Петрозаводского университета, 12, № 3, 1964. [6]. В. С. Соколов. Влияние гиббереллина на рост, всхожесть некоторых древесных и кустарниковых пород. Сб. «Гиббереллины и их действие на растения», изд-во АН СССР, 1963. [7]. М. Г. Тягны-Рядно. Влияние гиббереллина и других ростовых веществ на развитие сеянцев лесных культур. Сб. «Гиббереллины и их действие на растения», изд-во АН СССР, 1963. [8]. Л. Т. Устиновская, Г. В. Галенко, А. Н. Кудлай. Опыт применения стимуляторов роста при создании лесных культур. Журн. «Лесное хозяйство» № 5, 1955. [9]. Б. С. Ушаков. Влияние гетероауксина на приживаемость и рост сосны. Журн. «Лесное хозяйство» № 1, 1955. [10]. Т. А. Ханова. Влияние ростовых веществ на восстановление корневой системы сеянцев древесных пород после пересадки. Записки Харьковского сельскохозяйственного института, № 10, 1955. [11]. М. Х. Чаян-лахян. Гиббереллины растений. АН СССР, М., 1961.

Поступила в редакцию
14 марта 1966 г.

УДК 634.0.831 : 674.031.623.234.2

ВАРЬИРОВАНИЕ ВЫХОДА СОРТИМЕНТОВ ИЗ ДЕЛОВЫХ СТВОЛОВ В ДРЕВОСТОЯХ ОСИНЫ

А. В. ПОЛЯКОВ

Аспирант

(Украинская сельскохозяйственная академия)

При учете лесосечного фонда на корню широко применяют сортиментные таблицы. Точность их зависит от варьирования выхода сортиментов и объема использованных материалов. Математически эта связь выражается формулой

$$P = \frac{V}{\sqrt{n}}, \quad (1)$$

откуда

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

где P — точность исследования;
 V — коэффициент варьирования;
 n — количество наблюдений.

При составлении сортиментных таблиц требуется обеспечить их точность по выходу деловой древесины $\pm 10\%$, ведущих сортиментов $\pm 15\%$. В литературе имеются отдельные отрывочные сведения о коэффициентах варьирования, поэтому их изучение должно представлять определенный интерес.

Работы по исследованию выхода сортиментов из деловых стволов осины мы проводили на лесосеках главного пользования в Черниговской и Житомирской областях. Всего было заложено 12 пробных площадей, установлен выход сортиментов из 250 учетных деревьев. Возраст изученных насаждений 35—56 лет, классы бонитета Ia—I, полнота 0,6—0,9, средний диаметр 20—28 см, разряды высот I—III. Насаждения характерны для лесосечного фонда указанных областей.

При раскряжке учетных деревьев выход взаимозаменяемых сортиментов определяли по унифицированному ГОСТу 9462—60. Деловую древесину разделяли на крупную, среднюю и мелкую, а в пределах крупной и средней — на четыре сорта по качеству. Основная длина сортиментов 3,0 и 4,5 м. При такой группировке ведущими сортиментами следует считать крупную и среднюю деловую древесину 1 и 2 сортов.

Пробные площади были сгруппированы по разрядам высот, в пределах которых деловые учетные деревья разнесены по ступеням

толщины. Для каждой ступени определен выход взаимозаменяемых сортиментов в м³, вычислены коэффициенты варьирования и доля участия отдельных категорий древесины в общем запасе ступени толщины. Результаты вычислений для II разряда высот приведены в табл. 1.

Таблица 1

Категории древесины	Доля участия (в числителе) и коэффициенты варьирования (в знаменателе) по ступеням толщины (см)				
	16	20	24	28	32
Общий объем стволов в коре	$\frac{100}{18}$	$\frac{100}{15}$	$\frac{100}{16}$	$\frac{100}{17}$	$\frac{100}{11}$
Объем стволов без коры . .	$\frac{88}{19}$	$\frac{89}{16}$	$\frac{89}{17}$	$\frac{90}{17}$	$\frac{89}{11}$
Деловая	58	65	73	72	73
всего	$\frac{26}{26}$	$\frac{23}{23}$	$\frac{22}{22}$	$\frac{23}{23}$	$\frac{18}{18}$
крупная	—	—	—	$\frac{6}{185}$	$\frac{39}{42}$
средняя	$\frac{23}{112}$	$\frac{54}{32}$	$\frac{70}{25}$	$\frac{66}{25}$	$\frac{33}{42}$
мелкая	$\frac{35}{43}$	$\frac{11}{90}$	$\frac{3}{—}$	—	$\frac{1}{—}$
Крупная				$\frac{4}{—}$	$\frac{15}{139}$
1 сорт	—	—	—	$\frac{2}{—}$	$\frac{18}{116}$
2 „	—	—	—	$\frac{6}{185}$	$\frac{33}{54}$
1 и 2	—	—	—	$\frac{22}{114}$	$\frac{7}{137}$
Средняя	$\frac{3}{—}$	$\frac{16}{131}$	$\frac{22}{95}$	$\frac{22}{114}$	$\frac{7}{137}$
1 сорт	$\frac{8}{200}$	$\frac{23}{84}$	$\frac{28}{68}$	$\frac{22}{118}$	$\frac{15}{71}$
2 „	$\frac{11}{163}$	$\frac{39}{61}$	$\frac{50}{52}$	$\frac{44}{33}$	$\frac{22}{55}$
1 и 2					

Из таблицы видно, что независимо от категории древесины (деловая, крупная, 1 сорт и так далее) коэффициент варьирования увеличивается с уменьшением доли участия соответствующей категории в общем запасе ступени толщины (рис. 1). Эта зависимость характеризуется корреляционным отношением $0,94 \pm 0,019$ и описывается уравнением гиперболы

$$y = -3,7 + \frac{188}{x}, \tag{3}$$

где y — коэффициент варьирования;

x — доля участия категории древесины в общем запасе ступени.

Вычисленное по формуле (2) необходимое количество наблюдений (учетных деревьев) в зависимости от доли участия отдельных категорий древесины в общем запасе ступени для обеспечения точности по отдельным ступеням толщины 10 и 15% приведено в табл. 2.

Из таблицы следует, что заданная точность по выходу деловой древесины (10%) для отдельных ступеней толщины может быть

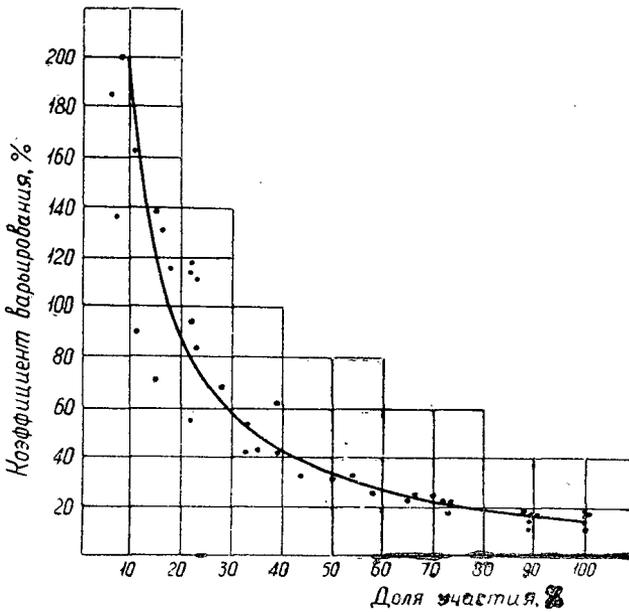


Рис. 1.

Таблица 2

Доля участия, %	Коэффициент варьирования, %	Необходимое количество наблюдений при	
		$P=10\%$	$P=15\%$
10	184	340	151
20	90	82	36
30	59	35	15
40	43	19	8
50	34	11	5
60	28	8	3
70	23	5	2
80	20	4	2
90	17	3	1
100	15	2	1

обеспечена при количестве учетных деревьев 8 шт. на ступень толщины (минимальная доля участия деловой древесины в общем запасе ступени 58% — табл. 1). Что же касается ведущих сортиментов, то необходимое количество исходного материала зависит от степени детализации сортиментных таблиц по этой категории древесины. С увеличением степени детализации уменьшается доля участия отдельных категорий древесины, возрастает варьирование и требуется большее количество исходного материала для обеспечения заданной точности (табл. 3).

Из таблицы видно, что целесообразно в сортиментных таблицах стражать выход деловой древесины 1 и 2 сортов в одной группе. При этом необходимое количество учетных деревьев для обеспечения заданной точности составит 8—12 шт. на ступень толщины, или около 150 шт. на разряд.

Таблица 3

Категории древесины	Доля участия	Необходимое количество наблюдений
Деловая (всего)	58—73	8
Крупная и средняя		
1 сорт	16—23	64
2 "	23—33	27
1 и 2 "	39—55	8

В связи с этим может быть принята следующая структура сортиментных таблиц для осины по выходу взаимозаменяемых сортиментов: а) крупная и средняя деловая — 1 и 2 сорта; б) то же — 3 и 4 сорта; в) мелкая деловая — бессортная.

Дальнейшая детализация как по крупности, так и по сортам не может быть признана целесообразной, так как при этом без значительного увеличения количества исходного материала нельзя обеспечить надежности результатов.

Поступила в редакцию
1 апреля 1966 г.

УДК 531 : 634.05

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ
СВОБОДНО ПАДАЮЩЕГО ДЕРЕВА

А. А. ДЕБЕРДЕЕВ

Доцент

(Ленинградская лесотехническая академия)

При решении различных вопросов, связанных с повалом деревьев, нередко приходится определять угловую скорость падающего дерева. До сих пор ее обычно определяли, исходя из условия сохранения полной механической энергии падающего дерева, без учета сил сопротивления (рис. 1)

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 + \frac{2Gc(\cos \varphi_0 - \cos \varphi)}{I}}, \quad (1)$$

где ω_0 , ω — угловая скорость дерева соответственно в начальном φ_0 и конечном φ положениях;

G — вес дерева;

I — момент инерции дерева относительно поперечной оси, проходящей через точку опрокидывания O ;

c — расстояние от точки O до центра тяжести дерева.

В частности, если дерево начинает падать из вертикального положения без начальной угловой скорости ($\varphi_0 = 0$, $\omega_0 = 0$), то

$$\omega = \sqrt{\frac{2Gc(1 - \cos \varphi)}{I}}. \quad (2)$$

При этом оставался открытым вопрос о том, можно ли пренебрегать сопротивлением воздуха и, следовательно, насколько значения угловой скорости, получаемые из приведенных формул, соответствуют действительности.

Мы преследовали цель выяснить влияние сопротивления воздуха на угловую скорость падающих деревьев различных пород и на основании этого предложить формулы и способы, удобные для практического определения угловой скорости дерева с учетом сопротивления воздуха.

Следуя установившейся традиции [4], примем следующие основные допущения и предпосылки.

1. При падении дерево рассматривается как твердое неупругое тело.

2. Предполагается, что дерево при падении движется в одной плоскости.

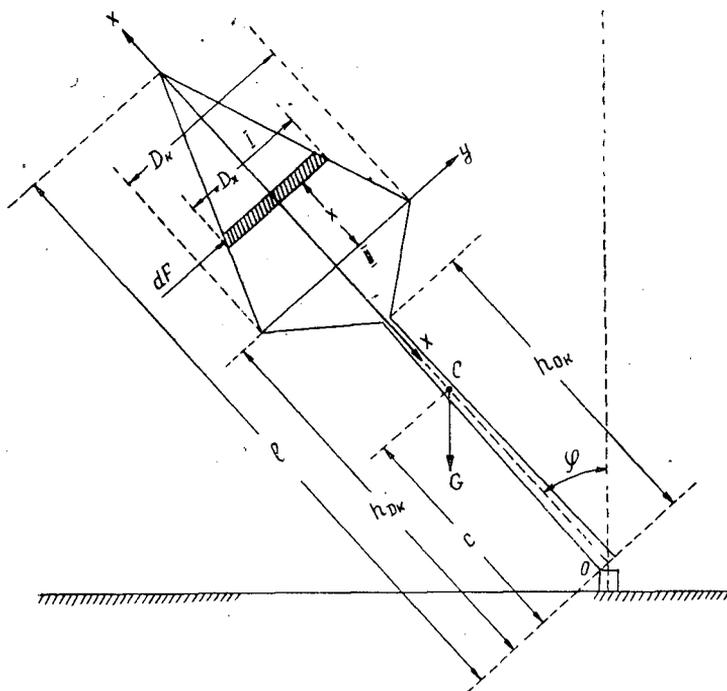


Рис. 1.

3. Поперечными размерами ствола пренебрегаем, считая, что дерево в течение всего времени движения поворачивается вокруг одной и той же неподвижной точки опоры O .

4. Из сил сопротивления падению дерева учитываем лишь силы сопротивления воздуха движению кроны.

Дифференциальное уравнение падения (поворота) дерева при повале может быть записано в виде (рис. 1)

$$I \frac{d\omega}{dt} = Gc \sin \varphi - m, \quad (3)$$

где m означает момент сопротивления воздуха кроне относительно точки опрокидывания дерева O и складывается из соответствующих моментов сопротивления двум частям кроны

$$m = m_1 + m_{II}. \quad (4)$$

Для нахождения m выделим элемент I части кроны диаметром D_x и высотой dx , который при падении дерева имеет скорость $v = \omega(h_{D_x} + x)$. Сила сопротивления встречного потока воздуха, действующая на этот элемент, может быть представлена в виде:

$$dF = \frac{1}{2} C_w \rho v^2 d\sigma, \quad (5)$$

где $\rho = \frac{\gamma}{g}$ — плотность воздуха;

γ — удельный вес воздуха;

g — ускорение силы тяжести;

$d\sigma = D_x dx$ — фактическая площадь сопротивления воздуха движению элемента кроны;

C_w — аэродинамический коэффициент кроны.

Тогда момент сопротивления, действующий на выделенный элемент кроны, будет равен

$$dm_1 = (h_{D_k} + x) dF = \frac{1}{2} C_w \rho v^2 (h_{D_k} + x) D_x dx,$$

а полный момент сопротивления воздуха I части кроны

$$m_1 = \frac{1}{2} \rho \omega^2 \int_0^{l-h_{D_k}} C_w (h_{D_k} + x)^3 D_x dx, \quad (6)$$

где вместо v^2 подставлено значение $\omega^2 (h_{D_k} + x)^2$.

Аналогично находим выражение для момента сопротивления воздуха II части кроны

$$m_{II} = \frac{1}{2} \rho \omega^2 \int_0^{h_{D_k} - h_{o_k}} C_w (h_{D_k} - x)^3 D_x dx. \quad (7)$$

Если аэродинамический коэффициент C_w считать постоянным, то дифференциальное уравнение (3) после некоторых преобразований может быть решено в квадратурах.

Решение это приведено далее.

Однако Арво Илинен [9] продуванием кроны в аэродинамической трубе определил фактические значения коэффициентов C_w для кроны некоторых пород деревьев и показал, что C_w не являются постоянными величинами, а зависят от скорости набегающего на крону потока воздуха, уменьшаясь с увеличением его скорости.

Аппроксимируя коэффициент C_w полиномами второй степени, получим следующее выражение для него:

$$C_w = A_0 - A_1 v + A_2 v^2, \quad (8)$$

где коэффициенты A_0, A_1, A_2 должны быть определены из экспериментальных значений C_w . Пользуясь ранее полученными результатами [9] и применяя метод наименьших квадратов, мы нашли следующие значения коэффициентов A_0, A_1, A_2 для различных пород деревьев (табл. 1).

Таблица 1

Порода	A_0	A_1	A_2
Ель	0,725	$0,249 \cdot 10^{-1}$	$0,239 \cdot 10^{-3}$
Сосна . . .	0,944	$0,597 \cdot 10^{-1}$	$0,134 \cdot 10^{-2}$
Береза . .	0,258	$0,740 \cdot 10^{-2}$	$0,861 \cdot 10^{-4}$

Подставляя значения C_w из формулы (8) в уравнения (6) и (7), устанавливаем, согласно равенству (4), следующее выражение для полного момента сопротивления воздуха кроне:

$$m = \frac{1}{2} \rho A_0 B_0 \omega^2 - \frac{1}{2} \rho A_1 B_1 \omega^3 + \frac{1}{2} \rho A_2 B_2 \omega^4, \quad (9)$$

где обозначено

$$\left. \begin{aligned} B_0 &= \int_0^{l-h_{D_K}} (h_{D_K} + x)^3 D_x dx + \int_0^{h_{D_K}-h_{o_K}} (h_{D_K} - x)^3 D_x dx; \\ B_1 &= \int_0^{l-h_{D_K}} (h_{D_K} + x)^4 D_x dx + \int_0^{h_{D_K}-h_{o_K}} (h_{D_K} - x)^4 D_x dx; \\ B_2 &= \int_0^{l-h_{D_K}} (h_{D_K} + x)^5 D_x dx + \int_0^{h_{D_K}-h_{o_K}} (h_{D_K} - x)^5 D_x dx. \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Используя выражение для момента сопротивления воздуха (9) и преобразуя левую часть уравнения (3) $\frac{d\omega}{dt} = \frac{d\omega}{d\varphi} \frac{d\varphi}{dt} = \omega \frac{d\omega}{d\varphi}$, получаем

$$\omega \frac{d\omega}{d\varphi} = a_0 \sin \varphi - a_1 \omega^2 + a_2 \omega^3 - a_3 \omega^4, \quad (11)$$

где обозначено:

$$a_0 = \frac{Gc}{I}; \quad a_1 = \frac{A_0 B_0 \rho}{2I}; \quad a_2 = \frac{A_1}{2I}; \quad a_3 = \frac{A_2 B_2 \rho}{2I}. \quad (12)$$

Дифференциальное уравнение (11) может служить основным уравнением для определения угловой скорости дерева с учетом сопротивления воздуха.

Для нахождения B_0 , B_1 , B_2 , входящих в формулы (12), нужно иметь в виду, что для I и II частей кроны значения D_x соответственно суть [3]:

а) для конусовидной кроны

$$D_x = D_K \frac{l - h_{D_K} - x}{l - h_{D_K}} \quad \text{и} \quad D_x = D_K \frac{h_{D_K} - h_{o_K} - x}{h_{D_K} - h_{o_K}};$$

б) для параболической

$$D_x = D_K \sqrt{1 - \frac{x}{l - h_{D_K}}} \quad \text{и} \quad D_x = D_K \sqrt{1 - \frac{x}{h_{D_K} - h_{o_K}}};$$

в) для яйцевидной (эллипсоидной)

$$D_x = D_K \sqrt{1 - \frac{x^2}{(l - h_{D_K})^2}} \quad \text{и} \quad D_x = D_K \sqrt{1 - \frac{x^2}{(h_{D_K} - h_{o_K})^2}}.$$

Тогда из формул (10) после интегрирования получаем следующие выражения для искоемых коэффициентов B_0 , B_1 и B_2 :

а) для конусовидной кроны

$$\begin{aligned}
 B_0 &= \frac{D_K}{l-h_{D_K}} \left[l \frac{l^4-h_{D_K}^4}{4} - \frac{l^5-h_{D_K}^5}{5} \right] + \frac{D_K}{h_{D_K}-h_{O_K}} \left[\frac{h_{D_K}^5-h_{O_K}^5}{5} - \right. \\
 &\quad \left. - h_{O_K} \frac{h_{D_K}^4-h_{O_K}^4}{4} \right]; \\
 B_1 &= \frac{D_K}{l-h_{D_K}} \left[l \frac{l^5-h_{D_K}^5}{5} - \frac{l^6-h_{D_K}^6}{6} \right] + \frac{D_K}{h_{D_K}-h_{O_K}} \left[\frac{h_{D_K}^6-h_{O_K}^6}{6} - \right. \\
 &\quad \left. - h_{O_K} \frac{h_{D_K}^5-h_{O_K}^5}{5} \right]; \\
 B_2 &= \frac{D_K}{l-h_{D_K}} \left[l \frac{l^6-h_{D_K}^6}{6} - \frac{l^7-h_{D_K}^7}{7} \right] + \frac{D_K}{h_{D_K}-h_{O_K}} \left[\frac{h_{D_K}^7-h_{O_K}^7}{7} - \right. \\
 &\quad \left. - h_{O_K} \frac{h_{D_K}^6-h_{O_K}^6}{6} \right];
 \end{aligned} \tag{13}$$

б) для параболоидной

$$\begin{aligned}
 B_0 &= 2D_K \left(\frac{al^3}{3} - \frac{3a^2l^2}{5} + \frac{3a^3l}{7} - \frac{a^4}{9} + \frac{bh_{O_K}^3}{3} + \frac{3b^2h_{O_K}^2}{5} + \right. \\
 &\quad \left. + \frac{3b^3h_{O_K}}{7} + \frac{b^4}{9} \right); \\
 B_1 &= 2D_K \left(\frac{al^4}{3} - \frac{4a^2l^3}{5} + \frac{6a^3l^2}{7} - \frac{4a^4l}{9} + \frac{a^5}{11} + \right. \\
 &\quad \left. + \frac{bh_{O_K}^4}{3} + \frac{4b^2h_{O_K}^3}{5} + \frac{6b^3h_{O_K}^2}{7} + \frac{4b^4h_{O_K}}{9} + \frac{b^5}{11} \right); \\
 B_2 &= 2D_K \left(\frac{al^5}{3} - a^2l^4 + \frac{10a^3l^3}{7} - \frac{10a^4l^2}{9} + \frac{5a^5l}{11} - \frac{a^6}{13} + \right. \\
 &\quad \left. + \frac{b^5h_{O_K}^5}{3} + b^2h_{O_K}^4 + \frac{10b^3h_{O_K}^3}{7} + \frac{10b^4h_{O_K}^2}{9} + \frac{5b^5h_{O_K}}{11} + \frac{b^6}{13} \right);
 \end{aligned} \tag{14}$$

в) для яйцевидной (эллипсоидной)

$$\begin{aligned}
 B_0 &= aD_K \left(\frac{\pi h_{D_K}^3}{4} + ah_{D_K}^2 + \frac{3\pi a^2 h_{D_K}}{16} + \frac{2a^3}{15} \right) + bD_K \left(\frac{\pi h_{D_K}^3}{4} - \right. \\
 &\quad \left. - bh_{D_K}^2 + \frac{3\pi b^2 h_{D_K}}{16} - \frac{2b^3}{15} \right); \\
 B_1 &= aD_K \left(\frac{\pi h_{D_K}^4}{4} + \frac{4ah_{D_K}^3}{3} + \frac{3\pi a^2 h_{D_K}^2}{8} + \frac{8a^3 h_{D_K}}{15} + \frac{\pi a^4}{32} \right) + \\
 &\quad + bD_K \left(\frac{\pi h_{D_K}^4}{4} - \frac{4bh_{D_K}^3}{8} + \frac{3\pi b^2 h_{D_K}^2}{8} - \frac{8b^3 h_{D_K}}{15} + \frac{\pi b^4}{32} \right); \\
 B_2 &= aD_K \left(\frac{\pi h_{D_K}^5}{4} + \frac{5ah_{D_K}^4}{3} + \frac{5\pi a^2 h_{D_K}^3}{8} + \frac{4a^3 h_{D_K}^2}{3} + \frac{5\pi a^4 h_{D_K}}{32} + \right. \\
 &\quad \left. + \frac{8a^5}{105} \right) + bD_K \left(\frac{\pi h_{D_K}^5}{4} - \frac{5bh_{D_K}^4}{3} + \frac{5\pi b^2 h_{D_K}^3}{8} - \frac{4b^3 h_{D_K}^2}{3} + \right. \\
 &\quad \left. + \frac{5\pi b^4 h_{D_K}}{32} - \frac{8b^5}{105} \right);
 \end{aligned} \tag{15}$$

где

$$h_{ок} = l - l_k; \quad a = l - h_{Dк}; \quad b = h_{Dк} - h_{ок} = h_{Dк} + l_k - l.$$

Подставляя в формулы (13), (14), (15) значения величин, характеризующих размеры и положения крон деревьев, по данным ряда авторов [4], [5], получаем значения коэффициентов B_0, B_1, B_2 в зависимости от высоты дерева. Поскольку размеры и положения крон в известных пределах колеблются не только для разных пород деревьев, но и внутри каждой из них, то, естественно, и значения коэффициентов B_0, B_1, B_2 также меняются в соответствующих пределах (табл. 2).

Таблица 2

Порода	B_0	B_1	B_2
Ель	$(0,0080 \div 0,021) l^5$	$(0,0060 \div 0,012) l^6$	$(0,0045 \div 0,011) l^7$
Сосна	$(0,0055 \div 0,012) l^5$	$(0,0048 \div 0,0095) l^6$	$(0,0043 \div 0,0088) l^7$
Береза	$(0,015 \div 0,047) l^5$	$(0,017 \div 0,038) l^6$	$(0,014 \div 0,031) l^7$
Осина	$0,017 \div 0,042) l^5$	$(0,013 \div 0,036) l^6$	$(0,013 \div 0,031) l^7$
Средние значения			
Ель	$0,015 l^5$	$0,0090 l^6$	$0,0078 l^7$
Сосна	$0,0088 l^5$	$0,0072 l^6$	$0,0066 l^7$
Береза	$0,031 l^5$	$0,028 l^6$	$0,023 l^7$
Осина	$0,030 l^5$	$0,025 l^6$	$0,022 l^7$

Используя динамические данные дерева [3], а также значения A_0, A_1, A_2 и B_0, B_1, B_2 из табл. 1 и 2 и принимая для воздуха $\gamma = 1,29 \text{ кг/м}^3$, получаем значения коэффициентов (12) для дифференциального уравнения (11), приведенные в табл. 3.

Таблица 3

Порода	a_0	a_1	a_2	a_3
Ель	$18,0 \frac{1}{l}$	$0,334 \cdot 10^{-1} \frac{l^3}{G}$	$0,688 \cdot 10^{-3} \frac{l^4}{G}$	$0,572 \cdot 10^{-5} \frac{l^5}{G}$
Сосна	$18,0 \frac{1}{l}$	$0,256 \cdot 10^{-1} \frac{l^3}{G}$	$1,32 \cdot 10^{-3} \frac{l^4}{G}$	$2,72 \cdot 10^{-5} \frac{l^5}{G}$
Береза (летом)	$18,0 \frac{1}{l}$	$0,246 \cdot 10^{-1} \frac{l^3}{G}$	$0,636 \cdot 10^{-3} \frac{l^4}{G}$	$0,608 \cdot 10^{-5} \frac{l^5}{G}$

Примечание. l — высота дерева, м; G — вес дерева, кг.

При постоянном значении аэродинамического коэффициента $C_w = C$ дифференциальное уравнение (11), согласно выражениям (3), (4), (6), (7) и (9), принимает вид

$$\omega \frac{d\omega}{d\varphi} = a_0 \sin \varphi - \frac{CB_0 \rho}{2l} \omega^2$$

и заменой переменных $\omega^2 = z$ приводится к линейному уравнению

$$\frac{dz}{d\varphi} + \frac{CB_0 \rho}{l} z = 2a_0 \sin \varphi. \quad (16)$$

Если при $\varphi = \varphi_0$ $\omega = \omega_0$, то $z = \omega_0^2$.

Решение этого уравнения при указанных начальных условиях имеет следующий вид (после обратного перехода к старым переменным ω, φ) [6]:

$$\omega = \sqrt{e^{-k(\varphi-\varphi_0)} \left[\omega_0^2 + \frac{2a_0 e^{k(\varphi-\varphi_0)}}{k^2+1} (k \sin \varphi - \cos \varphi) + \frac{2a_0}{k^2+1} (\cos \varphi_0 - k \sin \varphi_0) \right]} \quad (17)$$

и при нулевых начальных условиях ($\varphi_0 = 0$, $\omega_0 = 0$)

$$\omega = \sqrt{\frac{2a_0}{k^2+1} (k \sin \varphi - \cos \varphi + e^{-k\varphi})}, \quad (18)$$

где в обоих случаях

$$k = \frac{CB_0\rho}{I}.$$

По уравнению (11) и табл. 3 проводили вычисления угловой скорости деревьев различных пород, высот и весов в пределах от $l = 15$ м, $G = 225$ кг до $l = 30$ м, $G = 2250$ кг*. Оказалось, что с увеличением высоты и веса дерева уменьшаются как сами значения угловой скорости, так и влияние на нее сопротивления воздуха.

Кроме того, для сравнения были произведены аналогичные вычисления по формуле (18) при постоянном аэродинамическом коэффициенте, равном [4]

$$C = C_x E_2, \quad (19)$$

где $C_x = 1,11$ — значение коэффициента лобового сопротивления пластины;

E_2 — коэффициент густоты кроны, принятый для ели 0,75, а для сосны и березы (летом) 0,55 [4], [5].

Результаты вычислений приведены в табл. 4. Из таблицы видно, что значения угловой скорости, определенные при постоянном и переменном аэродинамическом коэффициентах, больше всего отличаются между собой для березы, меньше — для ели и совсем мало — для сосны. Это подтверждает предположение о том, что уменьшение значения аэродинамического коэффициента по мере увеличения скорости воздушного потока происходит из-за поворота листьев и хвои, что изменяет густоту (щели) кроны. Естественно, что это явление более свойственно лиственным породам, ввиду мягкости листьев. Хотя формула (18) при постоянном аэродинамическом коэффициенте (19) дает завышенные значения угловой скорости, однако она удобнее для практического пользования, так как дифференциальное уравнение (11) в квадратурах не решается [8] и требует больших затрат времени при численных методах решения. Поэтому в практике можно пользоваться формулами (17) или (18), где в качестве аэродинамического коэффициента C_w взято не значение (19), а такая средняя величина C_{cp} , при которой формула (18) дает значения угловой скорости, достаточно близкие к даваемым уравнением (11) при переменном коэффициенте C_w . Такие средние значения были предложены нами ранее [2]: для ели $C_{cp} = 0,500$; для сосны $C_{cp} = 0,486$; для березы $C_{cp} = 0,191$.

Однако, по нашему мнению, для практики еще более удобен другой способ. Результаты вычислений показывают, что для деревьев в пределах от $l = 15$ м, $G = 225$ кг до $l = 30$ м, $G = 2250$ кг со средними характеристиками крон можно принять некоторые средние значе-

* Уравнение (11) решали методом Адамса [7], при шаге вычислений 0,1 и с сохранением конечных разностей до третьего порядка включительно.

Таблица 4

Угол φ		Ель		Сосна		Береза	
рад	град	$\Delta_1, \%$	$\Delta_2, \%$	$\Delta_1, \%$	$\Delta_2, \%$	$\Delta_1, \%$	$\Delta_2, \%$
1	2	3	4	5	6	7	8
0,1	5,7	1—3	2—2	1—0	0—0	0—0	2—3
0,2	11,5	2—3	3—2	1—1	1—1	1—1	5—6
0,3	17,2	4—4	5—5	1—2	1—1	2—3	6—8
0,4	23,0	4—5	6—8	2—2	2—2	3—4	8—10
0,5	28,7	5—6	8—9	3—2	1—2	3—4	10—12
0,6	34,3	5—8	9—11	3—4	3—3	4—5	11—14
0,7	40,0	6—8	10—13	3—3	4—3	4—6	13—16
0,8	45,8	6—9	11—14	4—4	4—5	5—6	14—17
0,9	51,5	7—9	13—16	4—4	5—5	5—7	16—19
1,0	57,3	7—10	14—17	4—5	6—5	6—8	17—21
1,1	62,0	7—11	15—19	4—5	6—6	6—8	19—23
1,2	68,8	7—11	16—20	4—5	6—7	6—9	21—24
1,3	74,5	8—12	18—22	4—5	6—7	7—9	22—26
1,4	80,2	8—13	19—23	5—5	7—8	7—10	24—28
1,5	86,0	8—13	20—25	5—5	8—9	8—10	25—29
1,6	91,7	8—14	22—26	6—7	9—11	8—11	27—31

Примечание. $\Delta_1 = \frac{\omega^\circ - \omega_1}{\omega^\circ}$ — относительное отклонение угловой скорости ω_1 , вычисленной при переменном аэродинамическом коэффициенте C_w по уравнению (11), от угловой скорости ω° , вычисленной без учета сопротивления воздуха по формуле (2); $\Delta_2 = \frac{\omega^\circ - \omega_2}{\omega^\circ}$ — относительное отклонение угловой скорости ω_2 , вычисленной при постоянном аэродинамическом коэффициенте по формулам (18) и (19), от угловой скорости ω° , вычисленной без учета сопротивления воздуха по формуле (2). Первые значения в графах 3—8 таблицы относятся к дереву высотой 30 м и весом 2250 кг, а вторые значения — к дереву высотой 15 м и весом 225 кг.

ния поправочного коэффициента λ на сопротивление воздуха*, так что угловая скорость дерева может быть определяема по формуле

$$\omega = \lambda \omega^\circ = \lambda a \sqrt{\frac{1 - \cos \varphi}{l}}, \quad (20)$$

где ω° — угловая скорость дерева, вычисляемая без учета сопротивления воздуха по формуле (2);

λ — поправочный коэффициент на сопротивление воздуха;

l — высота дерева, м;

a — постоянная величина, определяемая из выражения (2) после подстановки значений c и l [3], причем значения a , λ и λa для формулы (20) приведены в табл. 5.

Кроме того, значения угловой скорости дерева удобно также определять по номограмме (рис. 2). Она составлена по формуле (20) и значениям из табл. 5 и представляет собой номограмму из выравненных точек нулевого жанра [1].

Порядок пользования номограммой следующий: через две точки, соответствующие на шкалах значениям высоты дерева l и угла поворота от вертикали φ , проводят прямую (например, накладывают линейку) до пересечения с третьей шкалой в некоторой точке, соответствующей искомому значению угловой скорости ω .

* Оклонения действительных значений λ для деревьев в пределах от $l = 15$ м, $G = 225$ кг до $l = 30$ м, $G = 2250$ кг от принятых средних значений λ не превышают $\pm 0,02$, что составляет $\pm 2\%$ от значений угловой скорости.

Таблица 5

Угол φ		Ель $a=6,04$		Сосна $a=5,60$		Береза $a=5,72$	
град	град	λ	λa	λ	λa	λ	λa
0,1	5,7	0,98	5,92	0,99	5,55	0,99	5,66
0,2	11,5	0,98	5,92	0,99	5,55	0,99	5,66
0,3	17,2	0,96	5,80	0,99	5,55	0,98	5,60
0,4	23,0	0,96	5,80	0,98	5,49	0,97	5,55
0,5	28,7	0,95	5,74	0,98	5,49	0,97	5,55
0,6	34,3	0,94	5,68	0,97	5,43	0,96	5,49
0,7	40,0	0,93	5,62	0,97	5,43	0,95	5,44
0,8	45,8	0,93	5,62	0,96	5,37	0,95	5,44
0,9	51,5	0,92	5,56	0,96	5,37	0,94	5,38
1,0	57,3	0,92	5,56	0,96	5,37	0,93	5,32
1,1	62,0	0,91	5,50	0,96	5,37	0,93	5,32
1,2	68,8	0,91	5,50	0,96	5,37	0,92	5,26
1,3	74,5	0,90	5,44	0,96	5,37	0,92	5,26
1,4	80,2	0,90	5,44	0,95	5,32	0,92	5,26
1,5	86,0	0,90	5,44	0,95	5,32	0,91	5,20
1,6	91,7	0,89	5,38	0,94	5,26	0,91	5,20

Заклучение

1. В тех случаях, когда по характеру решаемой задачи требуются сами числовые значения угловой скорости дерева, последние удобнее получать либо по формуле (20), либо по номограмме (рис. 2).

2. Ввиду того, что величины, характеризующие кроны, могут изменяться в довольно широком диапазоне [3], [4], [5], а в выражении коэффициентов (12), характеризующих момент сопротивления воздуха, упомянутые величины, как это видно из формул (13), (14), (15), входят в пятый, шестой и седьмой степенях, то влияние сопротивления воздуха на угловую скорость вследствие этого может колебаться в еще более широком диапазоне. Однако для большинства деревьев со средними характеристиками крон это влияние не столь велико.

3. По данным А. П. Полищука и Ю. С. Ноликова [4], экспериментальные значения углов поворота деревьев, как правило, всегда больше соответствующих теоретических значений, вычисленных при постоянном аэродинамическом коэффициенте по формуле (19). Отсюда следует, что действительное сопротивление воздуха меньше расчетного. Результаты наших определений C_w и ω хорошо согласуются с этими выводами (табл. 4). Все полученные результаты можно использовать лишь в случае падения дерева вокруг неподвижной нижней опоры без отрыва от последней. Фактор отрыва дерева от опоры во время падения должен, по-видимому, вызывать уменьшение угловой скорости дерева, однако этот вопрос требует особого рассмотрения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. А. Глаголев. Курс номографии. М., 1961. [2]. А. А. Дебердеев. Сопротивление воздуха падению дерева. Труды ЛТА, № 100, 1964. [3]. А. А. Дебердеев. К вопросу о центре тяжести и моменте инерции дерева. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1966. [4]. А. П. Полищук, Ю. С. Ноликов. Некоторые вопросы динамики падающего дерева. Труды ЦНИИМЭ, XXVIII, 1961. [5]. Г. Г. Самойлович. Применение авиации и аэрофотосъемки в лесном хозяйстве. Гослесбумиздат, М., 1953. [6]. В. В. Степанов. Курс дифференциальных уравнений. М.—Л., 1950. [7]. Э. Уиттекер, Г. Робинсон. Математическая обработка результатов наблюдений. ОНТИ, Л.—М., 1935. [8]. E. Kamke. Differentialgleichungen. Lösungsmethoden und Lösungen. Leipzig, 1959. [9]. Arvo Ylinen. On the Mechanical Stem Form Theory of Trees. Helsinki, 1954.

Поступила в редакцию
17 февраля 1964 г.

УДК 627.4

О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ПОТОКОВ В РУСЛЕ С НЕОДНОРОДНОЙ ШЕРОХОВАТОСТЬЮ ПО ШИРИНЕ

А. Л. РАДЮК

Ассистент

(Сибирский технологический институт)

На многих сплавных реках СССР большие затруднения представляют порожистые участки. Для улучшения условий сплава на этих участках убирают верхний слой камней. Очень часто применяют расчистку порожистых участков на части ширины русла. Особенно это практикуется на реках III, IV и V категорий, где расчистка на всю ширину русла менее рациональна с гидравлической и экономической точек зрения.

Частично расчищенное русло порожистого участка представляет собой водоток с неоднородной шероховатостью по ширине (рис. 1).

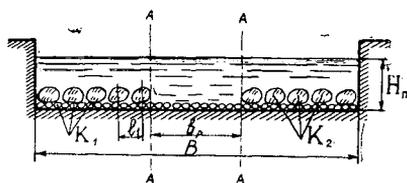


Рис. 1. Схема живого сечения частично расчищенного русла порожистого участка.

По существующему способу расчета таких водотоков полный расход потока подсчитывают как сумму расходов через отдельные части живого сечения. При этом каждую из частей приводят к схеме плоского потока [2], [7], [12], [15], [16].

Учитывая это, общий расход потока можно записать следующим образом:

$$Q = Q' + Q'', \quad (1)$$

где Q — общий расход;

Q' — расход по средней расчищенной части русла (прорези);

Q'' — расход по нерасчищенной части русла (обочине).

Указанный способ имеет тот недостаток, что при формальном разделении потока на части с различными средними скоростями не учитывается роль дополнительных сопротивлений движению потока,

которые возникают в результате взаимодействия потока прорези и обочин.

Вопрос о взаимодействии потоков, применительно к пойменным руслам, был изучен рядом авторов. Благодаря специально проведенным лабораторным исследованиям [1], [2], [5], [12] и анализу гидрометрических измерений на ряде пойменных рек [11], установлено наличие взаимодействия между частями потока в руслах составного профиля и вскрыты некоторые основные особенности этого взаимодействия. Для русел данного типа (рис. 1) нами не обнаружено литературных данных. Экспериментальное решение поставленного вопроса — это единственный путь на современном этапе наших знаний о пространственных потоках, который может привести к плодотворным результатам [3], [4]. Все это определило необходимость постановки специальных опытов.

В нашей статье кратко изложены результаты исследований, выполненных на кафедре водного транспорта леса Сибирского технологического института. В нашу задачу входило изучение механизма поперечного массообмена между потоками прорези и обочин и установление количественной оценки данного явления.

Как показали натурные исследования [10], микрорельеф дна русла на порожистых участках можно представить состоящим из двух слоев: нижнего, сложенного из сравнительно мелких фракций, и верхнего из крупных валунов. Поэтому при проведении лабораторных исследований мы приняли двухслойную шероховатость, основные сведения о которой приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ серии	Средний размер зерен гравия в нижнем слое, мм	Средний размер зерен гальки в верхнем слое, мм	Порядок укладки зерен гальки в верхнем слое	Относительное расстояние между зернами верхнего слоя	Эквивалент шероховатости бытового русла, мм	Уклон дна
1	7	20	Шахматный	1,1	19,0	0,003
2	7	20	"	4,0	30,1	0,003
3	7	20	"	6,0	19,6	0,003
4	7	20	"	10,0	11,4	0,003
5	7	32	Произвольный	1,1	30,4	0,003
6	7	32	Шахматный	4,0	44,8	0,003
7	7	32	"	6,0	28,0	0,003
8	7	32	"	10,0	14,3	0,003
9	7	52	"	1,1	50,0	0,003
10	7	52	"	4,0	69,2	0,003
11	7	52	"	6,0	41,2	0,003
12	7	32	Произвольный	1,1	30,4	0,008
13	7	32	Шахматный	4,0	44,8	0,008
14	7	52	"	1,1	50,0	0,008
15	7	52	"	4,0	69,2	0,008
16	10,5	42	"	1,1	40,0	0,01
17	10,5	61	Произвольный	1,1	58,0	0,01
18	10,5	95	"	1,1	90,0	0,01

Для экспериментов использовали русловый бетонный лоток лесосплавной лаборатории СТИ. Лоток прямоугольного поперечного сечения имел длину 14 м, ширину 1,4 м и высоту бортов 0,7 м. Опыты проводили в диапазоне изменения расходов воды $Q = 1,3 \div 125$ л/сек, глубин потока, отсчитанных от основного дна, $H_n = 2,3 \div 16,8$ см; средних скоростей потока $v = 12,5 \div 102$ см/сек и чисел Рейнольдса, отнесенных к глубине потока, $Re = 3800 \div 98000$. Относительная быто-

вая гладкость русла $\frac{H_{пб}}{K_s}$ изменялась в пределах от 0,60 до 8,32. Степень расчистки ϵ (отношение ширины полосы расчистки b_p к полной ширине русла B) колебалась от 0 до 1 и имела значения: 0; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0. Исследования проводили при спокойном режиме движения потока. Моделирование вели по закону Фруда. На модели устанавливали равномерный режим.

Поверхностные скорости измеряли с помощью поплавков; местные скорости потока — трубкой Пито — Ребока в трех параллельных створах; общий расход на модели — водосливом, протарированным объемным способом с точностью 1%; расход в прорези и на обочинах — с помощью мерного бака, установленного в конце модели; глубины потока — при помощи мерных игл с ценой деления шкалы 0,1 мм. Для визуального изучения структуры взаимодействия потоков прорези и обочин применяли различные красители и порошки. Всего было проведено 540 опытов. Каждый опыт повторяли три раза во избежание случайных ошибок.

Все указанные гидравлические параметры определяли в условиях полной изоляции потоков прорези и обочин и при их взаимодействии. Изоляция осуществлялась с помощью полированного стекла, установленного на границах прорези.

Проведенные опыты позволили изучить механизм взаимодействия потоков прорези и обочин и установить влияние его на снижение пропускной способности русла сложного сечения. Основной особенностью движения потока в таком сложном сечении (рис. 1) является то, что на поверхности раздела потоков прорези и обочин $A-A$ возникают вихри с вертикальной осью вращения. Образование таких поверхностей раздела в аналогичных случаях (разность продольных скоростей в смежных потоках), с последующим распадом ее на отдельные вихри, авторы отмечали ранее [9], [13], [15]. Как показали опыты, вихри перемещаются в сторону прорези, то есть в сторону больших скоростей. Такое направление может быть объяснено на основании эффекта Магнуса [6], [9].

Массы потока обочин $V_{об}$, переместившиеся в прорезь, будут иметь меньшую продольную скорость, чем массы потока прорези $V_{пр}$, на величину $\Delta V = V_{пр} - V_{об}$. Они будут тормозить поток прорези,

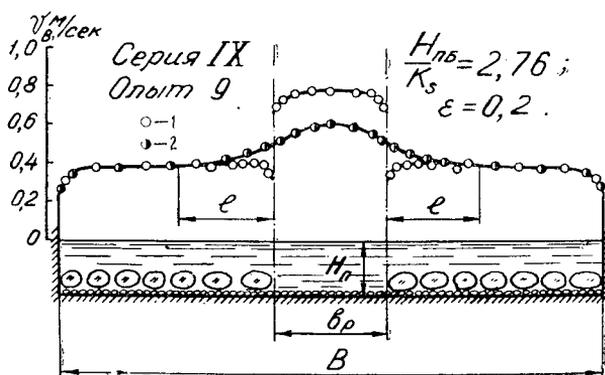


Рис. 2. Кривые распределения средних скоростей на вертикалях по ширине потока.

1 — при изоляции потоков; 2 — при взаимодействии потоков.

вызывая понижение скоростей последнего, так как на образование вихрей, их перенос и обтекание затрачивается значительная часть кинетической энергии потока прорези. В то же время массы потока прорези с большими продольными скоростями поступают на обочины и вызывают увеличение скоростей на них. В результате поперечного массообмена между потоками прорези и обочин поле скоростей всего потока перестраивается. Характер такой перестройки показан на рис. 2. При взаимодействии потоков все значения средних скоростей на вертикалях оказались уменьшенными по всей ширине прорези. В то же время на обочинах (в зоне l) значения их оказались заметно большими, чем в условиях изоляции. Нетрудно заметить, что влияние потока прорези на поток обочин распространяется на сравнительно небольшую ширину l . Вообще говоря, величина l зависит от относительной гладкости русла на обочине $\frac{H_p}{K_s}$, но максимальное значение ее не превышает $3 H_p$.

Увеличение пропускной способности обочин меньше снижения пропускной способности прорези, что может быть объяснено значительными потерями энергии в процессах массообмена.

Количественную оценку результатов взаимодействия необходимо произвести отдельно для прорези и обочин. Такой дифференцированный подход обусловлен тем, что при эксплуатации регулируемого порожистого участка (судоходство, лесосплав) необходимо знание прежде всего гидравлических элементов потока прорези, а не только всего потока в целом. Кроме того, при таком рассмотрении полнее раскрывается физическая сущность данного явления. Взаимодействие потоков может быть учтено с помощью коэффициентов взаимодействия прорези φ и обочин ψ . Эти коэффициенты представляют собой отношение расходов (при условии одинакового наполнения)

$$\varphi = \frac{Q'}{Q'_{из}} \text{ и } \psi = \frac{Q''}{Q''_{из}}, \quad (2)$$

где Q' и Q'' — расход в прорези и на обочине при условии взаимодействия потоков;
 $Q'_{из}$ и $Q''_{из}$ — расход в прорези и на обочине при условии изоляции потоков.

Соотношения (2) могут быть переписаны так:

$$Q' = \varphi \cdot Q'_{из} \text{ и } Q'' = \psi Q''_{из}. \quad (3)$$

Заменив в уравнении (1) расходы Q' и Q'' по соотношению (3) и выразив их через гидравлические элементы потока, получаем формулу вида

$$Q = B \sqrt{i_p} [\varepsilon \varphi C' (H_p - \delta)^{1,5} + (1 - \varepsilon) \psi C'' (H_p - \Delta)^{1,5}], \quad (4)$$

где B — ширина русла;

ε — степень расчистки, $\varepsilon = \frac{b_p}{B}$;

i_p — уклон дна русла;

C' и C'' — коэффициенты Шези прорези и обочин при изолированном состоянии потоков;

δ — ордината возвышения «гидравлического дна» * нижнего слоя над основным дном лотка;

* Под «гидравлическим дном» следует понимать плоскость начала отсчета глубин, положение которой устанавливается объемным способом.

Δ — общая ордината возвышения гидравлического дна (при наличии нижнего и верхнего слоев) над основным дном лотка.

Ординаты возвышения гидравлического дна могут быть определены по эмпирическим зависимостям

$$\delta = 0,5K_1 + \delta'; \quad (5)$$

$$\Delta = 0,5K_1 + 1,27 \frac{K_2}{\eta_1^2} + \delta', \quad (6)$$

где K_1 — средний размер зерен гравия в нижнем слое;
 K_2 — средний размер зерен гальки в верхнем слое;
 δ' — толщина слоя клея;
 η_1 — относительное расстояние между зернами гальки верхнего слоя, $\eta_1 = \frac{l_1}{K_2}$;

l_1 — среднее расстояние между зернами гальки в верхнем слое.

Структура расчетной зависимости (6) предложена А. Я. Слабодкиным в 1952 г.

Коэффициенты Шези C' и C'' для плоского потока могут быть определены по формулам

$$C' = 22,1 \lg \frac{h_r'}{K_{s1}} + 13,7; \quad (7)$$

$$C'' = 22,1 \lg \frac{h_r''}{K_s} + 13,7, \quad (8)$$

где h_r' — гидравлическая глубина потока (отсчитанная от плоскости гидравлического дна) в прорези, $h_r' = H_n - \delta$;
 h_r'' — гидравлическая глубина потока на обочине, $h_r'' = H_n - \Delta$;
 K_{s1} — эквивалентная шероховатость в прорези, $K_{s1} = 0,95 K_1$;
 K_s — эквивалентная шероховатость на обочинах.

Значение K_s может быть определено по формуле А. Я. Слабодкина [14]

$$K_s = (1 - \alpha) K_{s1} + 10,2 \cdot \gamma' \cdot K_2 \cdot \alpha, \quad (9)$$

где α — плотность расположения зерен гальки верхнего слоя;
 γ' — коэффициент гидродинамического затенения,

$$\text{при } \eta_1 > 8 \quad \gamma' = 1,0;$$

$$\text{при } \eta_1 < 8 \quad \gamma' = 0,35 \alpha - 1,62 \sqrt{\alpha} + 1,35.$$

Формулы (7) и (8) получены нами в результате статистической обработки опытных данных применительно к логарифмической зависимости для безразмерного коэффициента скорости

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = A \lg \frac{h_r}{K_s} + B_0, \quad (10)$$

где A и B_0 — опытные параметры.

Значения коэффициентов взаимодействия φ и ψ могут быть определены по графикам зависимости $\varphi = f\left(\frac{H_n}{K_s}, \varepsilon\right)$ и $\psi = f\left(\frac{H_n}{K_s}, \varepsilon\right)$, которые приведены на рис. 3. Семейство кривых удовлетворительно описывается уравнениями вида

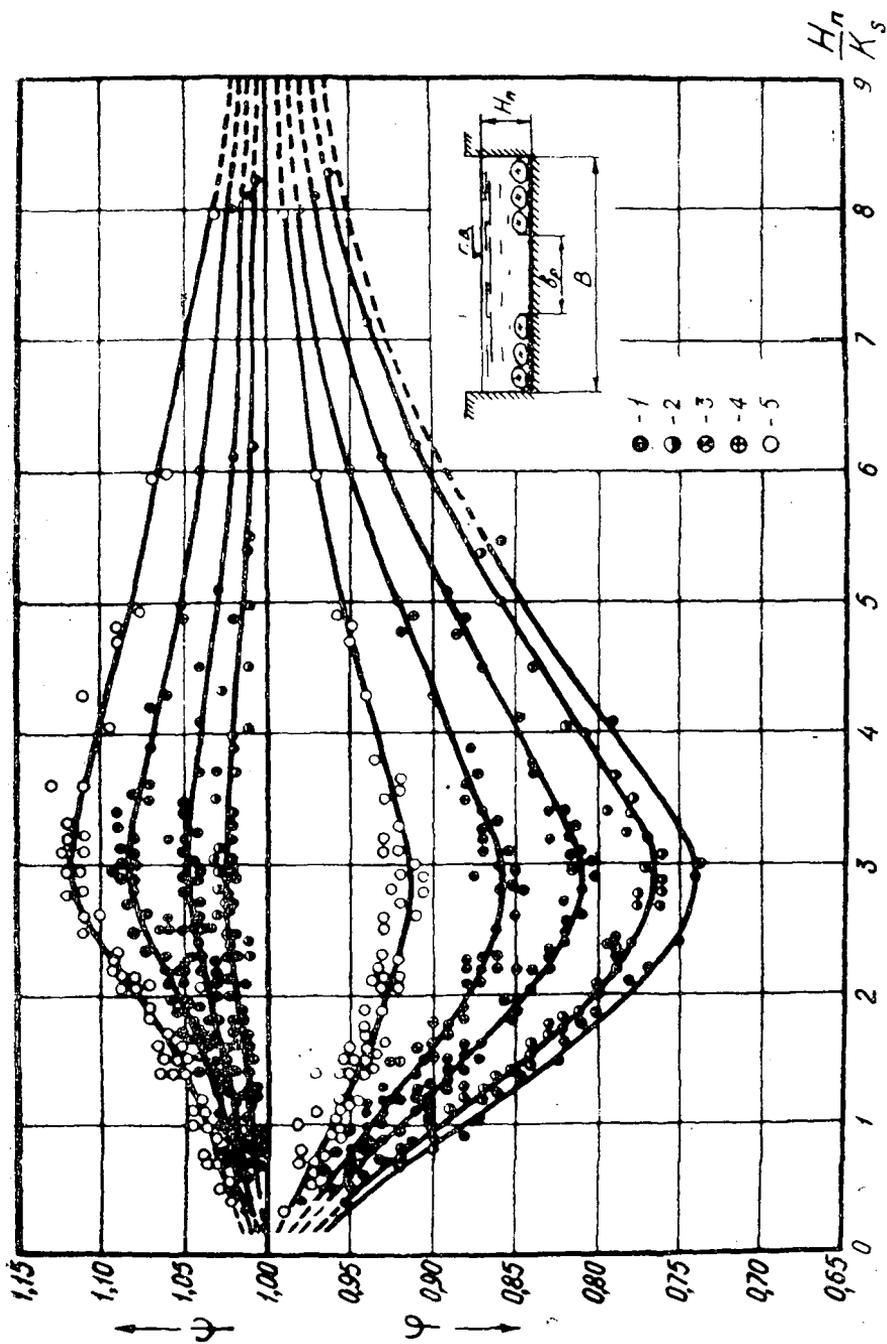


Рис. 3. Графики зависимости $\psi = f\left(\frac{H_n}{K_s}, \epsilon\right)$; $\psi = f\left(\frac{H_n}{K_s}, \epsilon\right)$.
 1 — $\epsilon = 0.10$; 2 — $\epsilon = 0.20$; 3 — $\epsilon = 0.40$; 4 — $\epsilon = 0.60$; 5 — $\epsilon = 0.80$.

$$\varphi = 1 + (0,18\varepsilon - 0,208) \left(\frac{H_n}{K_s}\right)^4 \cdot e^{-\frac{4H_n}{3K_s}}; \tag{11}$$

$$\psi = 1 + (0,10\varepsilon^2 + 0,015) \left(\frac{H_n}{K_s}\right)^4 \cdot e^{-\frac{4H_n}{3K_s}}, \tag{12}$$

где e — основание натурального логарифма.

Зависимостями (11) и (12) можно пользоваться при бытовой относительной гладкости русла $\frac{H_{n6}}{K_s} = 0,60 \div 8,32$ и степени расчистки $\varepsilon = 0,1 \div 0,8$. При $\frac{H_n}{K_s} \leq 0,5$ и $\frac{H_n}{K_s} \geq 8,0$ для приближенных расчетов значения φ и ψ можно принимать равными 1, так как результаты взаимодействия потоков не превышают в этом случае $2 \div 5\%$.

Как видно из рис. 3, взаимодействие потоков диаметрально противоположно в прорези и на обочине. Если в результате взаимодействия пропускная способность прорези понижается от 1 до 27%, то на обочине она повышается от 1 до 13%.

Для нахождения величины H_n уравнение (4) может быть решено методом последовательных приближений, который широко применяется в гидравлике [7], [8], [16]. При этом для быстреего нахождения значений H_n , удовлетворяющих уравнению (4), рекомендуется использовать графики зависимости $C = f\left(\frac{h_r}{K_s}\right)$; $\varphi = f\left(\frac{H_n}{K_s}, \varepsilon\right)$; $\psi = f\left(\frac{H_n}{K_s}, \varepsilon\right)$; $H_n = f(Q)$.

Для того чтобы убедиться в достоверности наших исследований, мы провели сопоставление опытных данных одной серии и уравнения (4), для чего был построен график зависимости $\frac{H_{np}}{H_{n6}} = f(\varepsilon, \beta)$

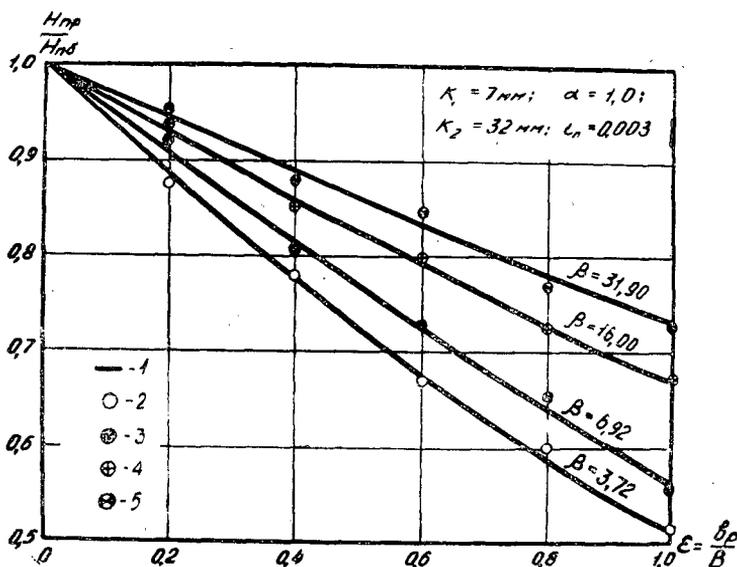


Рис. 4. Графики зависимости $\frac{H_{np}}{H_{n6}} = f(\varepsilon, \beta)$.

1 — по формуле $Q = B \sqrt{i_n} [\varepsilon \varphi C' (H_n - \delta)^{1,5} + (1 - \varepsilon) \psi C'' (H_n - \Delta)^{1,5}]$;
 2, 3, 4 и 5 — по данным опыта.

по опытным данным и уравнению (4). Результаты сопоставления приведены на рис. 4. На этом графике $H_{пб}$ — глубина потока до расчистки порога; $H_{пр}$ — глубина потока после расчистки порога; β — безразмерный параметр, $\beta = \frac{Q}{Q_0}$ (где Q_0 — несравной расход воды в русле при бытовом состоянии его). В наших опытах параметр β изменялся от 0,45 до 55,5, что характерно для большинства порожистых рек. Как видно из рис. 4, опытные точки хорошо согласуются с кривыми, приведенными по уравнению (4).

В заключение можно сказать, что результаты наших исследований могут найти применение в практике регулирования порожистых рек для целей лесосплава и судоходства.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. И. Агасиева, А. Ш. Барекян. Изменение средних скоростей главного русла и коэффициента Шези при прохождении паводка. Журн. «Метеорология и гидрология» № 9, 1961. [2]. А. Ш. Барекян. О пропускной способности отрегулированных русел рек и их пойм при прохождении паводка. Журн. «Торфяная промышленность» № 3, 1960. [3]. В. Н. Гончаров. Основы динамики русловых потоков. Гидрометеоздат, 1954. [4]. В. Н. Гончаров. Динамика русловых потоков. Гидрометеоздат, 1962. [5]. Г. В. Железняков. Гидравлическое обоснование методов речной гидрометрии. Изд-во АН СССР, М.—Л., 1950. [6]. А. Я. Милович. Основы гидромеханики. Госэнергоиздат, 1946. [7]. Н. Н. Павловский. Гидравлический справочник. ОНТИ НКТП СССР, 1937. [8]. Н. Н. Панов. Гидравлические расчеты при проектировании лесосплавных сооружений на свободных реках. Техническая информация ЦНИИЛесосплава, № 121, 1959. [9]. Л. Прандтль. Гидроаэромеханика. ИЛ, 1951. [10]. А. Л. Радюк. Экспериментальные исследования изменения уровня и скоростного режимов при расчистке порожистых участков лесосплавных рек. Сборник материалов конференции по итогам научно-исследовательских работ за 1963 г., СТИ, Красноярск, 1964. [11]. Д. Е. Скородумов. Гидравлические основы экстраполяции кривых расходов до высших уровней. Труды ГГИ, вып. 77, 1960. [12]. И. П. Спицын. О взаимодействии потоков основного русла и пойм. Журн. «Метеорология и гидрология» № 10, 1962. [13]. Г. И. Сухомел. Неравномерное движение жидкости в открытых руслах и гидротехнических сооружениях. Госэнергоиздат, 1940. [14]. А. Я. Слабодкин. Гидравлические основы регулирования порожистых участков сплавных рек. Труды Поволжского лесотехнического института, № 50, 1956. [15]. Ф. Форхгеймер. Гидравлика. ОНТИ НКТП СССР, 1935. [16]. М. Д. Чертоусов. Гидравлика. Специальный курс, Госэнергоиздат, 1962.

Поступила в редакцию
21 июня 1966 г.

УДК 634.0.378.1

ПЕРЕКАТЫВАНИЕ БРЕВЕН ПО ДВУМ ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ НАПРАВЛЯЮЩИМ

В. Я. ХАРИТОНОВ

Ассистент

(Архангельский лесотехнический институт)

При скатке леса в воду, штабелевке бревен, на различных транспортных операциях лесопильных заводов и перевалочных баз широко применяется принудительное перекатывание или качение бревен под действием собственного веса. Поскольку диаметры комля и вершины различны, продольная ось бревна, по мере качения, изменяет направление, комель опережает вершину, причем угол, образующийся между новым и первоначальным направлением оси, увеличивается. Кроме забегания, наблюдается смещение комля, нормально исходному направлению качения. Умение определять величины забегания и смещения комля, а также допустимое расстояние между направляющими имеет существенное значение при расчете возможного расстояния проката без образования завалов бревен.

Считая бревно по форме близким к усеченному круглому конусу, геометрическое место образующих его, при качении без проскальзывания, можно представить как часть площади, заключенной между двумя концентрическими окружностями (рис. 1) с центром в точке O и радиусами R и $R - l'$, где l' — длина бревна по образующей. Радиус R определится из треугольника, который получается при сечении воображаемого конуса с диаметром основания d_1 (диаметр комля) и образующей, равной R , диаметральной плоскостью, проходящей через вершину в точке O (рис. 2).

$$R = \frac{d_1}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}; \quad \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2}}},$$

но $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{d_1 - d_2}{2l}$, тогда после преобразований получаем

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{d_1 - d_2}{\sqrt{4l^2 + (d_1 - d_2)^2}},$$

здесь d_2 — диаметр бревна в верхнем отрубе;

l — длина бревна по продольной оси.

Величина $(d_1 - d_2)^2$ очень мала по отношению к $4l^2$, поэтому

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{d_1 - d_2}{2l}$$

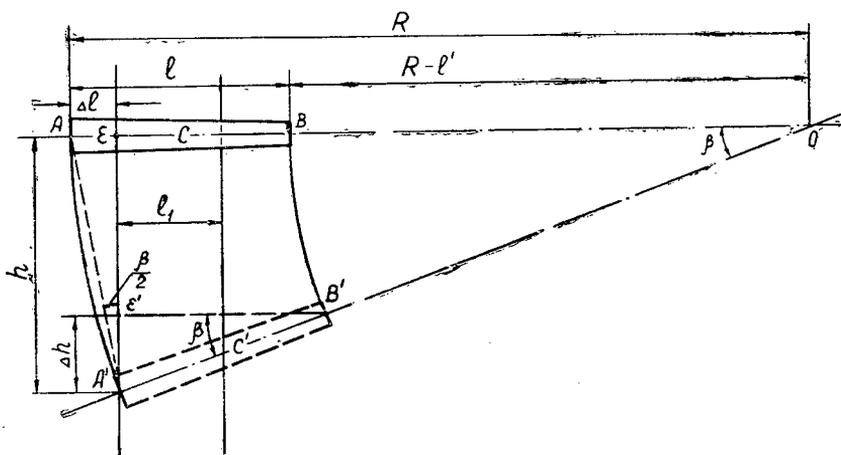


Рис. 1.

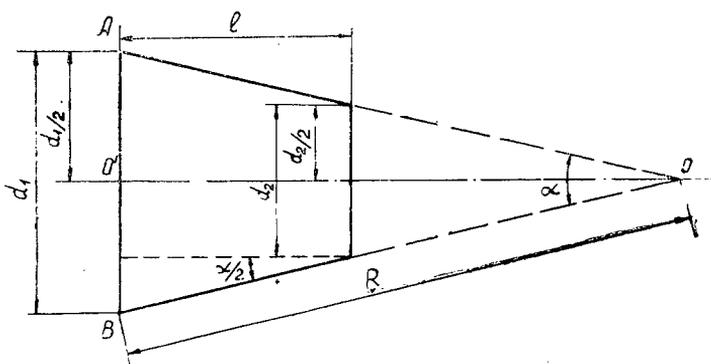


Рис. 2.

и радиус

$$R = \frac{d_1 l}{d_1 - d_2}. \quad (1)$$

Величину забегания Δh легко определим из подобных треугольников EOA' и $E'B'A'$ (рис. 1)

$$\frac{\Delta h}{l} = \frac{h}{R}$$

и

$$\Delta h = \frac{h \cdot l}{R}.$$

Подставив в это выражение значение R из зависимости (1), получаем

$$\Delta h = h \frac{d_1 - d_2}{d_1}. \quad (2)$$

Такое же выражение для определения величины забегания приведено в книге И. В. Батина [2].

Для установления величины смещения комля, нормального исходному направлению перекачивания, рассмотрим треугольник AEA' , из которого $AE = h \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}$, но $\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{\sin \beta}{1 + \cos \beta}$, а $\sin \beta = \frac{h}{R}$ и $\cos \beta = \sqrt{1 - \frac{h^2}{R^2}}$, тогда

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{h/R}{1 + \sqrt{1 - \frac{h^2}{R^2}}}$$

или после преобразований

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{h}{R + \sqrt{R^2 - h^2}}.$$

Обозначив величину смещения AE через Δl , напишем

$$\Delta l = \frac{h^2}{R + \sqrt{R^2 - h^2}}$$

или, подставив значение R , после преобразований окончательно получим

$$\Delta l = \frac{h^2 (d_1 - d_2)}{d_1 l + \sqrt{d_1^2 l^2 - h^2 (d_1 - d_2)^2}}. \quad (3)$$

Очевидно, наибольшее смещение комля равно R при перекачивании на расстояние $h = R$ (качение по плоскости).

Важно знать максимально возможное расстояние проката бревен по направляющим, чтобы исключить возможность срыва комля бревна с поката.

Обозначим расстояние между направляющими через l_1 , тогда возможное смещение в случае симметричного положения бревна на покатах

$$\Delta l_{max} = \frac{l - l_1}{2}$$

и

$$\frac{l - l_1}{2} = \frac{h_{max}^2}{R + \sqrt{R^2 - h_{max}^2}}$$

или после преобразований

$$h_{max} = \frac{1}{2} \sqrt{(l - l_1) \cdot [4R - (l - l_1)]}.$$

Подставив значение R , получим расчетную формулу

$$h_{max} = \frac{1}{2} \sqrt{(l - l_1) \left[\frac{4d_1 l}{d_1 - d_2} - (l - l_1) \right]}. \quad (4)$$

В случае асимметричного положения бревна на покатах возможное расстояние проката определим, используя зависимость (3), где под Δl будем понимать расстояние от комля до ближней направляющей.

Эту зависимость можно представить так:

$$\Delta l \cdot \sqrt{d_1^2 \cdot l^2 - h_{max}^2 (d_1 - d_2)^2} = h_{max}^2 (d_1 - d_2) - \Delta l \cdot d_1 \cdot l.$$

Или после преобразований окончательно получим

$$h_{max} = \sqrt{\left(\frac{2d_1 l}{d_1 - d_2} - \Delta l\right) \Delta l}. \quad (5)$$

Из анализа зависимостей (4) и (5) видно, что в целях увеличения длины проката следует стремиться к возрастанию расстояния от комля до ближней направляющей в исходном положении и сближать направляющие, однако в таких пределах, чтобы бревно не могло опрокинуться.

Для соблюдения этого условия необходимо, чтобы расстояние между направляющими было

$$l_1 \geq A'C' \cos \beta,$$

где $A'C'$ — расстояние от комля до центра тяжести бревна (рис. 1) или

$$l_1 \geq A'C' \sqrt{1 - \left(\frac{\Delta h}{l}\right)^2}. \quad (6)$$

Обозначим $A'C' = l_{ц.т.}$ и, подставив вместо Δh его значение по зависимости (2), получим

$$l_1 \geq l_{ц.т.} \sqrt{1 - \frac{h^2 (d_1 - d_2)^2}{d_1^2 l^2}}.$$

Используя общую зависимость для расстояния качения (5), после преобразований окончательно будем иметь

$$l_1 \geq l_{ц.т.} \sqrt{1 - \frac{\Delta l}{l} \left(1 - \frac{d_2}{d_1}\right) \left[2 - \frac{\Delta l}{l} \left(1 - \frac{d_2}{d_1}\right)\right]}. \quad (7)$$

Так как $\frac{\Delta l}{l} \left(1 - \frac{d_2}{d_1}\right) \ll 2$, то

$$l_1 \geq l_{ц.т.} \sqrt{1 - \frac{2\Delta l}{l} \left(1 - \frac{d_2}{d_1}\right)}. \quad (8)$$

С некоторым допущением величину $l_{ц.т.}$ можно определять для бревна как для усеченного конуса

$$l_{ц.т.} = \frac{l}{4} \cdot \frac{d_1^2 + 2d_1 d_2 + 3d_2^2}{d_1^2 + d_1 d_2 + d_2^2}, \quad (9)$$

а смещение центра тяжести бревна в сторону комля от середины

$$\Delta l_{ц.т.} = \frac{l}{4} \cdot \frac{d_1^2 - d_2^2}{d_1^2 + d_1 d_2 + d_2^2}. \quad (10)$$

Рассмотрим порядок расчетов на примере качения бревна со следующими данными: $l = 6$ м; $d_1 = 0,3$ м; $d_2 = 0,24$ м.

1. Находим положение центра тяжести [зависимость (9)]

$$l_{ц.т.} = \frac{6}{4} \cdot \frac{0,3^2 + 2 \cdot 0,3 \cdot 0,24 + 3 \cdot 0,24^2}{0,3^2 + 0,3 \cdot 0,24 + 0,24^2} = 2,78 \text{ м.}$$

2. Определяем расстояние между покатами [зависимость (8)]. Принимаем в расчет предельный случай, когда $\Delta l = l_{ц.т.}$

$$l_1 = 2,78 \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 2,78}{6} \left(1 - \frac{0,24}{0,30}\right)} = 2,51 \text{ м.}$$

3. Устанавливаем максимальное расстояние качения [зависимость (5)]

$$h_{max} = \sqrt{\left(\frac{2 \cdot 0,3 \cdot 6}{0,3 - 0,24} - 2,78\right) \cdot 2,78} = 12,6 \text{ м.}$$

4. Вычисляем забегание комля в конце пути качения [зависимость (2)]

$$\Delta h = 12,6 \frac{0,3 - 0,24}{0,3} = 2,52 \text{ м.}$$

5. Проверим смещение [зависимость (3)]

$$\Delta l = \frac{12,6^2 \cdot (0,3 - 0,24)}{0,3 \cdot 6 + \sqrt{0,3^2 \cdot 6^2 - 12,6^2 (0,3 - 0,24)^2}} = 2,78 \text{ м.}$$

Таким образом, по известным геометрическим размерам бревна, пользуясь установленными зависимостями, легко определить параметры устройств или сооружений, где проектируется скатка или перекачивание бревен.

Таблица 1

Толщина бревен (комлевых — на расстоянии 1 м от комля, всех остальных — в нижнем торце), см	Средний сбеги, см/м	Среднее квадратическое отклонение, см/м	Коэффициент вариации, %
15	0,77	0,34	44,4
20	0,84	0,32	38,1
25	0,89	0,29	32,6
30	0,94	0,27	28,7
35	1,06	0,32	31,9
40	1,18	0,37	31,4
45	1,37	0,36	26,3
50	1,67	0,63	38,3
55	1,87	0,87	47,5
В среднем	0,96	0,38	38,5

Величину среднего сбega бревен можно принимать по табл. 1, заимствованной у Н. П. Анучина [1].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Н. П. Анучин. Лесная таксация. Изд. 2-е, исправленное и дополненное, Гослесбумиздат, М.—Л., 1960. [2] И. В. Батин. Основы автоматизации производственных процессов на нижних складах. Гослесбумиздат, М.—Л., 1961.

Поступила в редакцию
10 января 1966 г.

УДК 634.0.377

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГУСЕНИЧНОГО ХОДА ПОГРУЗЧИКОВ С ДЕФОРМИРУЕМЫМ ОСНОВАНИЕМ

Л. А. ГОБЕРМАН

Доцент, кандидат технических наук

(Московский лесотехнический институт)

В отличие от рабочего процесса тракторов сельскохозяйственного или транспортного типа, связанного с движением по опорной плоскости, рабочие операции погрузочных машин выполняются на одном месте или при небольших перемещениях.

Для стоящего на месте погрузчика величина h вертикальной деформации основания под его гусеничным ходом зависит от начального натяжения S гусениц, их ширины B , нагрузки Q на его опорные катки и положения последних на звеньях гусеничной цепи.

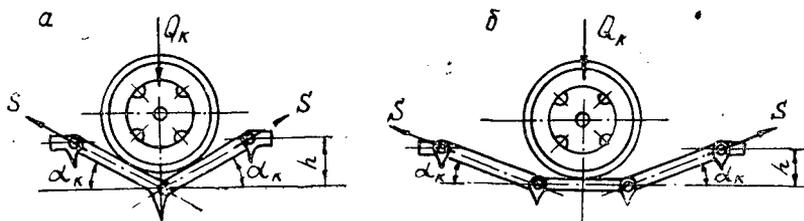


Рис. 1.

На рис. 1 *a, б* приведены расчетные схемы нагружения гусениц для случаев, когда опорный каток находится над шарниром цепи и когда он расположен на одном из ее звеньев. Можно показать, что в первом случае деформация основания под рассматриваемым участком гусеницы

$$h = \frac{0,5k^{1/2}Q_k}{\sqrt{BS}}, \quad (1)$$

а во втором

$$h = \frac{0,3k^{1/2}Q_k}{\sqrt{BS}}. \quad (2)$$

Как видно, при расположении опорных катков над шарнирами гусеничной цепи деформация основания увеличивается, примерно, на 15÷20%.

Деформация грунта под гусеницами машины в значительной степени зависит также от твердости основания (грунта), которая может характеризоваться коэффициентом его объемного смятия, выраженным в $кг/см^3$ (или в $кг/м^3$), или величиной k , обратной коэффициенту объемного смятия.

Значения коэффициента объемного смятия или коэффициента k определяются по плотномерным диаграммам, записанным с помощью специальных приборов-плотномеров. В табл. 1 приведены средние значения коэффициента k , полученные автором в результате обработки большого количества диаграмм, снятых плотномером В. П. Горячкина [1], [3].

Таблица 1

Тип основания	k	$k^{1/2}$
Сухая грунтовая дорога	0,023	0,15
Среднеукатанная снежная дорога	0,13	0,36
Стерня, луг	0,25	0,50
Свежевспаханное поле	1,30	1,14
Сухой песок	3,40	1,85
Болотистый грунт	8,0	2,83
Рыхлый снежный покров	64,0	8,0

Следует отметить, что использование коэффициента k , также, как и его значений, приведенных в табл. 1, для расчета ряда параметров гусеничных ходов удобно тем, что по нему часто ведется расчет сопротивления движению автомобильного подвижного состава и подъемно-транспортных машин на пневмоколесном ходу [2], [4].

Для оценки способности гусеничного хода воспринимать наибольшие вертикальные нагрузки при наименьшей деформации основания под гусеницами может быть предложен параметр, названный нами несущей способностью гусеничного хода и обозначаемый в дальнейшем через H .

Величину несущей способности находят по формуле

$$H = \frac{Q_k}{h} = \frac{\sqrt{BS}}{0,5k^{1/2}} \quad (3)$$

Несущая способность определяет, таким образом, величину передаваемой через опорный каток нормальной нагрузки ($кГ$), вызывающей смятие грунта на 1 см.

Очевидно, что для гусеничных ходов значение H должно быть возможно большим, что особенно важно для погрузчиков и самоходных кранов на гусеничном ходу.

Несущая способность определенным образом связана с сопротивлением перекатывания гусеничного хода.

Удельное сопротивление f_k перекатывания гусениц равно отношению работы $P_k = qBh^2$ (где q — коэффициент объемного смятия грунта), затраченной гусеницами на деформацию основания при перемещении на единицу длины, к нагрузке $G_k = 2 qBl_k$, передаваемой передними опорными катками гусеничного хода

$$f_k = \frac{P_k}{G_k} = 0,5 \frac{h}{l_k} \quad (4)$$

где l_k — длина активного участка гусеницы под опорным катком, участвующего в передаче нагрузки на основание.

Заменяя в уравнении (4) величину h по формуле (1) и вводя в расчеты коэффициент λ неравномерности распределения опорных давлений по длине гусениц, получаем

$$f_k = 0,25k^{1/2} \frac{Q_{\text{ср}}\lambda}{l_k \sqrt{BS}}, \quad (5)$$

здесь $Q_{\text{ср}}$ — средняя величина нагрузки на опорные катки, определенная из условия равномерного распределения общей нагрузки G машины по всем опорным каткам гусеничного хода

$$Q_{\text{ср}} = \frac{G}{2n_k},$$

где n_k — число опорных катков на одной стороне гусеничного хода.

Для удобства расчетов отношение $\frac{Q_{\text{ср}}}{l_k}$ в формуле (5) обозначим через q_k и назовем эту величину погонной нагрузкой гусеничного хода, тогда

$$f_k = 0,25k^{1/2} \frac{q_k\lambda}{\sqrt{BS}}. \quad (6)$$

Воспользовавшись теперь выражением (3), находим зависимость между удельным сопротивлением перекатыванию и несущей способностью гусеничного хода

$$f_k = 0,5 \frac{q_k\lambda}{H}. \quad (7)$$

Отсюда видно, что при равных погонных нагрузках гусениц и значениях коэффициента λ удельное сопротивление перекатыванию меньше для гусеничного хода с большей несущей способностью.

Коэффициент λ неравномерности опорных давлений может быть определен через отношение максимального p_k и среднего $p_{\text{ср}}$ удельных давлений гусениц на основании

$$\lambda = \frac{p_k}{p_{\text{ср}}},$$

где среднее удельное давление

$$p_{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{ср}}}{l_k B}. \quad (8)$$

Экспериментальное исследование взаимодействия погрузчика П-16, смонтированного на базе трелевочного трактора ТДТ-75, с грунтом показало, что величина и характер распределения давлений под опорными катками зависят от трех основных факторов: положения стрелы (захвата), числа опорных элементов (катков) и их связи с рамой гусеничного хода и, наконец, от твердости грунта.

На рис. 2 приведена осциллограмма опорных давлений для погрузчика П-16 при опущенных на основание ленивцах и максимальном вылете стрелы в сторону двигателя машины. При общем весе погрузчика с грузом 18 т; $B = 46$ см; $l_k = 43,5$ см и $n_k = 6$ (шестой опорой является опущенный ленивец) среднее удельное давление, вычисленное по формуле (8), $p_{\text{ср}} = 0,75$ кг/см²; максимальное давление под первой, ближайшей к стреле, опорой (ленивцем) $p_k = 2,52$ кг/см² и тогда

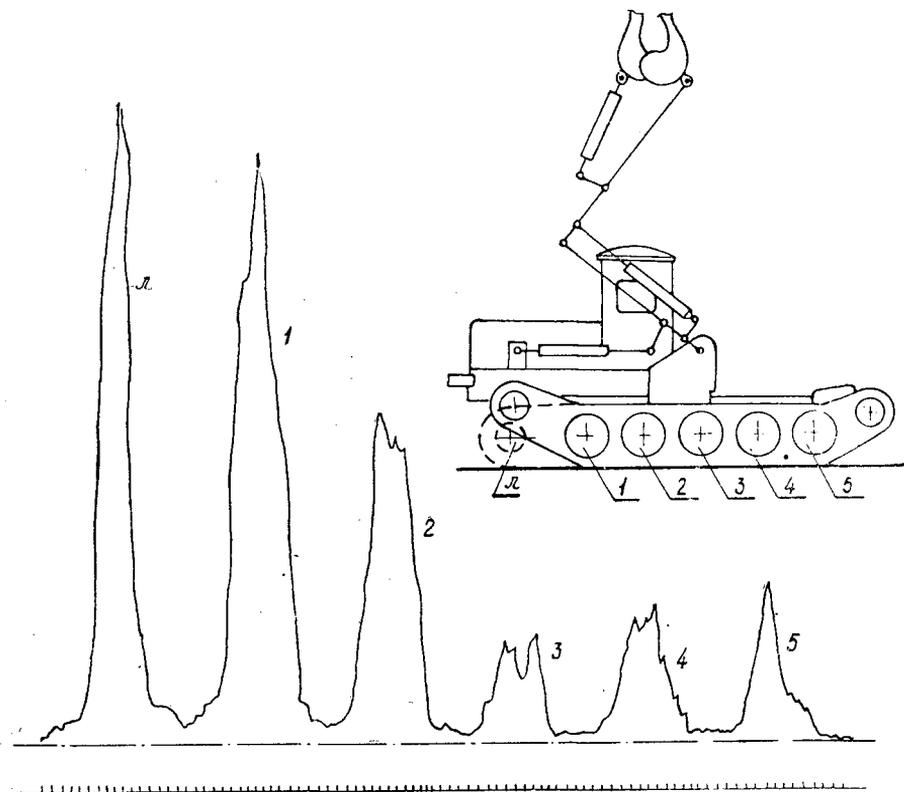


Рис. 2. Осциллограмма давлений под ленивцем и опорными катками гусеничного хода погрузчика П-16.

L — опорное давление под ленивцем; 1, 2, 3, 4 и 5 — то же под катками 1, 2, 3, 4 и 5.

коэффициент неравномерности $\lambda = 3,36$. Для тех же условий, но при среднем положении стрелы максимальное давление (под ленивцем) снижается до $0,97 \text{ кг/см}^2$ и соответственно $\lambda = 1,30$.

Характерной особенностью погрузочных машин, отличающей их от гусеничных тракторов сельскохозяйственного и общего назначения, является широкий диапазон изменения давлений под опорными катками в процессе выполнения ими перегрузочных операций.

На мягких грунтах удельные давления несколько снижаются вследствие более равномерного их распределения по длине гусениц. Последнее объясняется тем, что на мягких грунтах в передаче нагрузки участвуют и некоторые звенья цепи, лежащие между опорными катками, что несколько увеличивает длину активных участков гусениц. Как

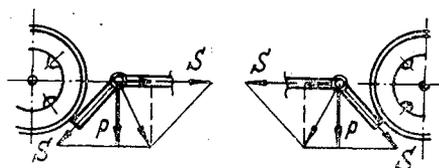


Рис. 3.

видно из схемы, показанной на рис. 3, из-за наклона звеньев, лежащих под катками, в шарнирах соседних звеньев возникают вертикальные усилия P , величина которых зависит от натяжения гусеницы и угла α_k наклона ее звеньев вследствие деформации основания. Очевидно, что чем мягче основание, тем больше углы α_k и тем, следовательно, большую нагрузку могут передавать промежуточные звенья цепи. Для твердых оснований угол α может быть равен нулю, и тогда в передаче давления на основание будут участвовать лишь звенья (шарниры), непосредственно лежащие под опорными катками, вследствие чего длина активных участков гусениц уменьшится.

По полученным формулам построена номограмма (рис. 4), позволяющая легко и быстро по известным параметрам гусеничного хода машины определять величину несущей способности и ожидаемого для данного основания сопротивления перекатывания. Способ пользования номограммой показан на рис. 4 пунктирными стрелками. Например, для стерни ($k \approx 0,25$) при $B = 46$ см; $S = 150$ кг; $q_k = 30$ кг/см; $\lambda = 1,5$ находим: $H = 330$; $f_k = 0,067$. Эту же номограмму можно использовать при некоторых проектировочных расчетах; задаваясь, например, типом основания, удельным сопротивлением перекатывания и коэффициентом неравномерности, можно найти один из интересующих параметров гусеничного хода: погонную нагрузку (а по ней с некоторым приближением и требуемый вес машины), потребное натяжение или ширину гусениц. Иной характер приобретает взаимодействие гусеничного хода погрузчика с основанием при действии на машину динамических нагрузок во время разгона или торможения его стрелы и рукояти. Эти нагрузки вызывают раскачивание корпуса и гусеничного хода погрузчика. Исследование динамики этого процесса приводит к следующим зависимостям, определяющим угловую скорость ω качания машины: при подрессоренных задних опорах гусеничного хода, если качание не сопровождается отрывом их от основания,

$$\omega = \frac{c_0 e_0 v}{I_T (\beta_1^2 - \beta_2^2)} (\cos \beta_2 t - \cos \beta_1 t); \quad (9)$$

для жесткого гусеничного хода, или если качание сопровождается отрывом задних опор от основания,

$$\omega = \frac{c_0 e_0 v}{I_T \beta^2} (1 - \cos \beta t) - \frac{M_{уст}}{I_T + m_0 e_0^2} t, \quad (10)$$

- здесь c_0 — приведенная жесткость стрелы и рукояти погрузчика;
 m_0 — динамически приведенная к центру тяжести пружа масса стрелы (рукояти), захвата и груза;
 β, β_1, β_2 — частоты главных гармонических колебаний упругих элементов погрузчика, вызванных действием динамических нагрузок;
 e_0 — вылет захвата относительно оси качания погрузчика;
 $M_{уст}$ — момент устойчивости погрузчика, образованный статическими нагрузками относительно оси его качания;
 I_T — момент инерции базового трактора относительно оси качания.

Опыты показывают, что для гусеничных погрузчиков, технико-конструктивные параметры которых близки к погрузчику П-16, расчетные значения угловых скоростей качания гусеничного хода могут быть приняты равными $0,05 \div 0,1 \frac{1}{сек}$.

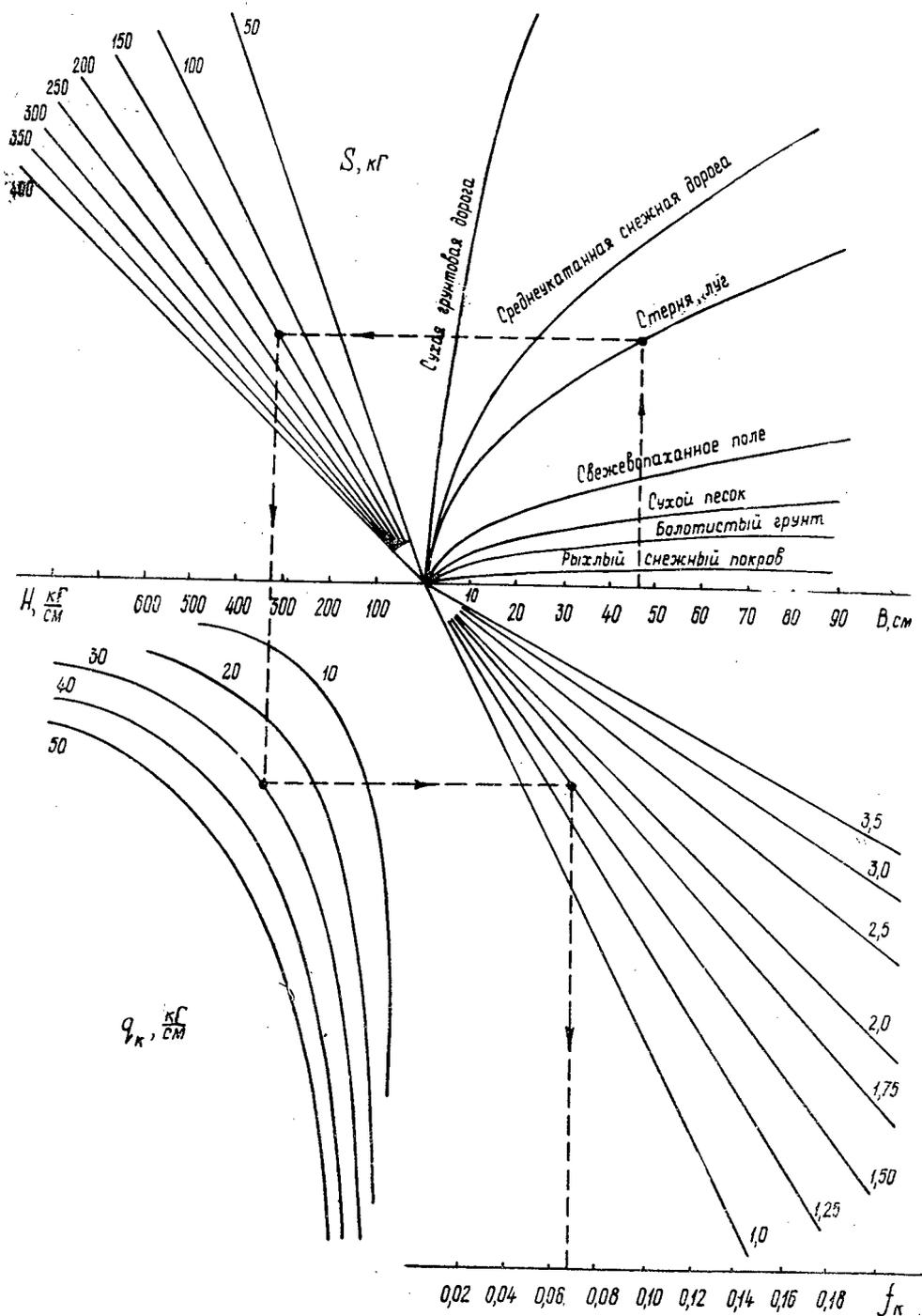


Рис. 4. Номограмма для расчета несущей способности и сопротивления перехватывания гусеничного хода.

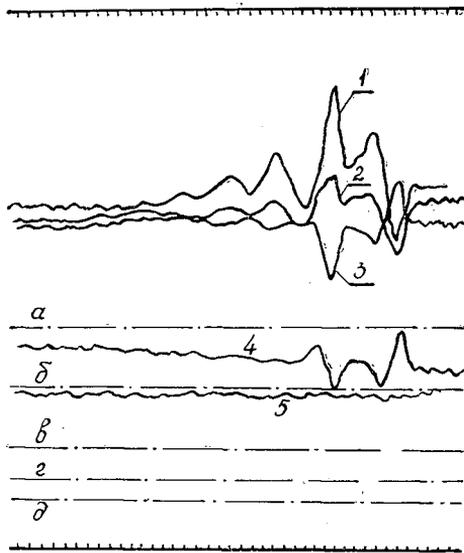


Рис. 5. Осциллограмма изменения давлений под опорными катками гусеничного хода погрузчика П-16 при действии динамических нагрузок.

1 — под первым опорным катком; 2 — под вторым; 3 — под третьим; 4 — под четвертым; 5 — под пятым; а, б, в, г, д — нулевые линии для кривых 1, 2, 3, 4 и 5.

Раскачивание корпуса и гусеничного хода погрузчика вызывает увеличение опорных давлений и деформации основания под гусеницами. На рис. 5 показаны осциллограммы опорных давлений под каждым из пяти катков погрузчика П-16, записанные с помощью тензометрических мездоз в момент торможения опускающейся стрелы и захвата погрузчика. На приведенных осциллографических кривых отчетливо видны пики динамических давлений для первых трех катков 1, 2, 3, находящихся со стороны вылета стрелы; для самого крайнего катка 5 гусеничного хода, наиболее удаленного от захвата погрузчика, колебания давлений выражены весьма слабо. Подобная картина опорных давлений полностью соответствует наблюдаемой деформации грунта под гусеницами погрузчика при действии динамических нагрузок.

Если через ρ_0 обозначить радиус инерции массы m_0 относительно оси качания (ребра опрокидывания) системы (погрузчика), то в начальный момент качания кинетическая энергия системы

$$T_n = \frac{1}{2} (I_r + m_0 \rho_0^2) \omega^2,$$

а в конце качания $T_k = 0$.

Изменение кинетической энергии, как известно, равно сумме работ всех внешних и внутренних сил системы на заданном перемещении:

$$-\frac{1}{2} (I_r + m_0 \rho_0^2) \omega^2 = -M_{уст} \varphi \pm A_p + c_{оп} h_d^2, \quad (11)$$

где φ — амплитуда угловых качаний системы;
 A_p — работа деформации рессор гусеничного хода.

Входящая в выражение (11) величина $c_{оп}$ определяет так называемую опорную жесткость гусеничного хода, зависящую от твердости основания (коэффициента смятия q) и активной площади Ω_k опорных участков гусениц

$$c_{оп} = q\Omega_k. \quad (12)$$

При жестком закреплении опорных катков на раме гусеничного хода $\Omega_k \approx Bl_k n_k$; при балансирном соединении кареток опорных катков с рамой гусеничного хода $\Omega_k \approx 2Bl_k n'_k$, где h'_k — число опорных катков передней каретки.

Принимая в уравнении (11) $A_p = 0$ и решая его для момента времени, когда $M_{уст} = 0$, получаем

$$h_d = \omega \sqrt{\frac{I_T + m_0 \rho_0^2}{c_{оп}}} \quad (13)$$

или

$$h_d = (0,8 \div 1,0) k^{1/2} \omega \sqrt{\frac{I_T + m_0 \rho_0^2}{\Omega_k}}. \quad (14)$$

По формулам (13) или (14) определяют, таким образом, величину деформации основания, вызванной раскачиванием корпуса и гусеничного хода погрузчика.

Экспериментальная проверка полученных зависимостей, определяющих статическую и динамическую деформацию основания под гусеничным ходом погрузчика, указывает на весьма близкое совпадение расчетных и опытных данных, разумеется, в тех пределах, в которых возможна точность определения коэффициентов объемного смятия грунта и динамических параметров погрузчика.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. А. Гоберман. Определение потерь на буксование при построении тяговых характеристик проектируемых трелевочных тракторов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1960. [2]. В. А. Гоберман, Л. А. Гоберман. Механизация погрузочно-разгрузочных работ. Автогиз, 1961. [3]. В. П. Горячкин. Собрание сочинений. Сельхозгиз, 1949. [4]. Б. А. Таубер. Подъемно-транспортные машины. Учебник для втузов, Гослесбумиздат, 1962, стр. 219—221.

Поступила в редакцию
25 мая 1965 г.

УДК 634.0.812

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМНЫХ ВЕСОВ ДРЕВЕСИНЫ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

В. Г. КОЗЛОВ

Аспирант

(Поволжский лесотехнический институт)

При проектировании организации сплава без потерь от утота необходимо знать объемный вес древесины. Он может быть различным в зависимости от породы, условий местопроизрастания, возраста и других факторов и изменяется в процессе лесозаготовок и сплава.

При проведении исследований в производственных условиях автором были применены следующие способы определения объемных весов.

1 — взвешивание сортифта до намокания и после намокания. Этот способ наиболее точен и надежен, однако работа по выемке сортифтов из воды очень трудоемка.

2 — измерение длины подводной части сортифта при вертикальном его положении на плаву.

3 — измерение силы плавучести или силы давления воды на погруженную часть.

4 — способ двойного взвешивания, основанный на взвешивании бревен на плаву с применением плавучей установки.

Перечисленные способы позволяют находить объемные веса целых бревен (сортифтов) длиной 4 м и более.

В производственных условиях были применены также и другие способы, основанные на определении объемных весов по отрезкам (тонким кружкам), имеющим длину вдоль волокон 3 см и различный диаметр. Эти кружки были взяты из разных мест ствола (комля, середины, вершины). Техника определения очень проста. В сосуд, изготовленный из плексигласа, наливают воду, в которую помещают тонкий

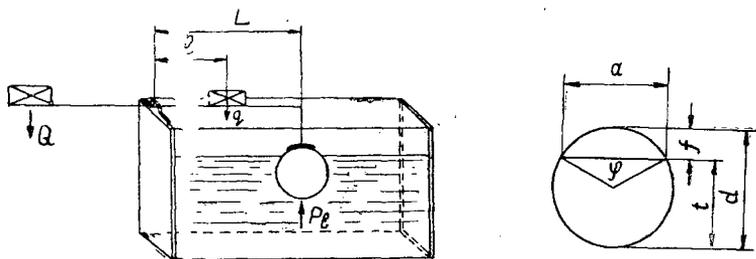


Рис. 1.

кружок образца. Он поддерживается в строго вертикальном положении с помощью небольшой переносной металлической кремальеры с захватом для кружка (рис. 1). Далее с помощью тонких измерительных приборов находят диаметр, хорду, стрелу (надводную часть), центральный угол и силу плавучести или силу давления (выталкивающую силу), затем определяют объем образцов.

Объемный вес находят несколькими путями. Первый — взвешивание и геометрический обмер. Он наиболее точен и является исходным для сравнения с другими. Второй способ — замер диаметра d и хорды a ; третий — замер диаметра d и стрелы f ; четвертый — замер угла φ . Для второго, третьего и четвертого способов объемный вес определяют по табл. 1.

Таблица 1

γ	φ	$\frac{f}{d}$	$\frac{a}{d}$	γ	φ	$\frac{f}{d}$	$\frac{a}{d}$
0,50	180	0,500	1,000	0,76	131	0,290	0,910
0,51	179	0,493	0,999	0,77	129	0,281	0,900
0,52	178	0,486	0,998	0,78	127	0,272	0,890
0,53	176	0,479	0,997	0,79	124	0,263	0,880
0,54	174	0,472	0,996	0,80	121	0,254	0,870
0,55	172	0,465	0,995	0,81	118	0,246	0,860
0,56	170	0,458	0,994	0,82	116	0,239	0,850
0,57	168	0,451	0,993	0,83	114	0,231	0,840
0,58	166	0,444	0,991	0,84	112	0,224	0,830
0,59	164	0,437	0,989	0,85	110	0,217	0,819
0,60	162	0,430	0,987	0,86	107	0,205	0,800
0,61	160	0,422	0,984	0,87	104	0,193	0,781
0,62	158	0,414	0,981	0,88	101	0,180	0,762
0,63	156	0,406	0,978	0,89	98	0,168	0,744
0,64	155	0,398	0,975	0,90	94	0,156	0,725
0,65	154	0,390	0,971	0,91	90	0,150	0,707
0,66	152	0,381	0,967	0,92	86	0,135	0,682
0,67	150	0,373	0,963	0,93	82	0,123	0,656
0,68	148	0,364	0,959	0,94	77	0,109	0,622
0,69	146	0,355	0,955	0,95	72	0,095	0,587
0,70	144	0,346	0,951	0,96	67	0,083	0,552
0,71	142	0,336	0,945	0,97	60	0,067	0,500
0,72	140	0,327	0,938	0,98	52	0,050	0,438
0,73	138	0,318	0,932	0,99	37	0,026	0,317
0,74	136	0,309	0,926	1,00	0	0	0
0,75	133	0,300	0,920				

Примечание. γ — объемный вес; φ — центральный угол, °; f — стрела; a — хорда; d — диаметр кружка.

Пятый способ — замер силы плавучести или силы давления. При этом использовали переносный прибор-сосуд, на котором должно быть соблюдено равновесие правой и левой частей рычага с помощью груза Q . Силу плавучести вычисляли по уравнению

$$P_b = q \cdot \frac{l}{L},$$

где q — вес груза, необходимый для определения силы плавучести;
 l — длина плеча для q ;
 L — длина плеча для Q .

При известных объеме образца и силе плавучести на основании закона Архимеда (для плавающих тел)

$$P_b = (1 - \gamma) V,$$

откуда

$$\gamma = 1 - \frac{P_b}{V} = \gamma_b - \frac{P_b}{V},$$

где V — объем образца;

γ — объемный вес образца, $г/см^3$;

γ_b — объемный вес воды, $г/см^3$.

Этот способ заслуживает внимания, так как не требует определения веса образца. Нужно знать только его объем и силу плавучести. При известном весе образца и силе плавучести объемный вес

$$\gamma = \frac{\gamma_b \cdot P}{P + P_b}.$$

С помощью переносного прибора-сосуда определяли объемные веса до и после биологической сушки, при разделывании хлыстов на сортименты как на складе, так и на лесосеке, при приемке леса в сплав и т. д. Этот прибор позволяет производить отбор сортиментов, имеющих недостаточную плавучесть. За смену один человек может найти объемные веса 350—400 сортиментов (с точностью 0,33%). Сравнительная характеристика описанных способов приведена в табл. 2.

Таблица 2

№ образцов	1-й способ		2-й способ	3-й способ	4-й способ	5-й способ
	γ	%	%	%	%	%
1	0,931	100	102	101	99,4	100,2
2	0,899	100	101	99,7	102,6	100,4
3	0,935	100	97	97,7	99,0	99,4
4	0,939	100	100	97,7	99,8	100,3
5	0,878	100	104	104,8	106,6	100,2
6	0,852	100	99,2	100,6	100,0	99,3
7	0,846	100	99,3	99,3	100,8	100,7
8	0,865	100	99	99,7	98,0	100,2
9	0,890	100	101,5	101,0	99,2	100,4
10	0,847	100	100,6	100,5	99,4	100,2
11	0,851	100	101,4	101,1	99,3	100,3
12	0,816	100	100	102,0	100	100,3
13	0,837	100	100,3	101,7	99,2	100,3
14	0,870	100	100,3	99,4	101,6	100,3
15	0,857	100	99,3	100,8	99,3	100,3
Среднее		100	100,33	100,33	100,30	100,20

При разделке березовых хлыстов на сортименты были взяты образцы-кругляки с разделением на комлевые, срединные и вершинные от пятнадцати хлыстов (всего 45). Получены следующие объемные веса: для комлевых — 0,848; для срединных — 0,848; для вершинных — 0,857 $г/см^3$. Расхождение в определении объемных весов разными способами незначительно: для комлевых — от 0,1 до 0,5%; для срединных от 0,1 до 1,7%; для вершинных от 0,1 до 1,7%.

Таким образом, все перечисленные способы могут быть применены в производственных условиях для нахождения объемных весов на складах и отбора сортиментов с недостаточной плавучестью, а также для определения объемных весов непосредственно на плаву.

УДК 668.731.5 : 634.0.383.4

УКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ ДРЕВЕСНОЙ ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ СМОЛОЙ ДЛЯ ДОРОЖНЫХ ЦЕЛЕЙ

А. В. ЯЩЕНКО

Старший инженер

(СевНИИП)

При строительстве лесовозных дорог особый интерес представляет проблема использования древесных газогенераторных смол в качестве вяжущего для укрепления грунтов. Эти смолы могут быть получены на каждом крупном лесозаготовительном предприятии в результате энергохимической переработки отходов древесины (сучья, опилки, хвоя, кора, щепа).

Чтобы выявить возможность применения укрепленных грунтов для покрытий лесовозных дорог, нами были проведены лабораторные исследования. При этом была использована древесная газогенераторная смола (ДС).

Сырьем для получения смолы служит щепа из лесосечных отходов, содержащая в среднем 75% древесины, 9% хвои и 16% коры. Характеристика смолы, по данным химической лаборатории СевНИИПа, приведена в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	Единицы измерения	Величина показателей
Удельный вес при 20°C	г/см	1,08—1,1
Влажность по Дину и Старку	%	16—25
Содержание в весовых % на безводную смолу		
механических примесей	"	0,5—1,3
растворимых в воде кислот	"	0,4—0,7
летучих кислот	"	0,78—2,4
веществ, не растворимых в бензине	"	21—26
нейтральных веществ	"	28—35
смоляных кислот	"	19—20
фенолов	"	8—11
Разгонка по Энглеру		
фракция до 100°C	"	10—15
фракция до 300°C	"	34—52
пек	"	46—58
Кислотное число		236—324
Вязкость		
при 30°C $C_{\frac{5}{30}}^{\frac{5}{30}}$	сек	80
при 60°C $C_{\frac{5}{60}}^{\frac{5}{60}}$	"	8

Укреплению подвергали различные по гранулометрическому составу грунты (табл. 2).

Таблица 2

Наименование грунта	Гранулометрический состав, %						Оптимальная влаж- ность, %	Оптимальная плот- ность, г/см ³	Число пластич- ности
	2,0—1,0 мм	1,0—0,5 мм	0,5— 0,25 мм	0,25— 0,05 мм	0,05— 0,005 мм	менее 0,005 мм			
Суглинок лёгкий . . .	0,2	0,5	1,5	44,8	38,1	14,9	13,1	1,91	7,4
Суглинок тяжёлый . . .	2,1	2,0	5,1	43,94	25,72	21,14	15,3	1,9	12,7
Песок средний	7,5	39,5	40,7	12,0	0,3	0	6,5	1,87	0
Оптимальный грунт . . .	4,0	20,0	21,1	28,4	19,0	7,5	10,0	2,05	4

Для определения физико-механических свойств укрепленных грунтов из них изготавливали образцы с дозировками 4; 6; 8; 10% ДС (в пересчете на безводную) и 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5% гидратной извести (в пересчете на активную). Дозировки брали от веса воздушно-сухого грунта. Цилиндрические образцы смолгрунтов размером 50 × 50 мм изготавливали в металлических прессформах под гидравлическим давлением с удельной нагрузкой 300 кг/см², под которой образцы выдерживали в течение 3 мин. Внесение добавок в грунт осуществляли последовательно: сначала в воздушно-сухой грунт вводили известь, смесь перемешивали, увлажняли водой до оптимальной (с учетом содержания ее в ДС), снова перемешивали, а уже потом вводили газогенераторную смолу в неразогретом виде. Изготовленные образцы хранили в течение 10 суток во влажных условиях (в эксикаторах над водой), а затем испытывали на водоустойчивость, механическую прочность и морозостойкость.

При испытании водоустойчивости образцы в течение семи суток насыщали водой при нормальном давлении, после чего находили водонасыщение по объему, набухание, модуль деформации и предел прочности при сжатии.

Для установления морозостойкости образцы проходили 5; 10; 25 циклов замораживания — оттаивания, после чего были определены потери в весе и предел прочности при сжатии.

Как видно из табл. 1, древесная газогенераторная смола не является химически индивидуальным веществом и относится к коллоидным системам, в состав которых входят сложные органические вещества. Имеющиеся в составе ДС фенолы и смоляные кислоты являются поверхностно активными веществами, следовательно, они должны придавать грунтам гидрофобность. Это подтверждается данными ЛТА [1], а также нашими лабораторными исследованиями. Например, образцы легкого суглинка, укрепленные 4—10% ДС (табл. 3), не разрушаются в воде и имеют небольшое, порядка 11—4%, водонасыщение по объему. Однако прочность такого смолгрунта незначительна и составляет при 10% ДС всего 8 кг/см².

Образцы песчаного грунта, укрепленного ДС, вообще не имеют прочности и разрушаются при прикосновении к ним.

Объясняется это тем, что древесная газогенераторная смола, в процессе ее получения, приобретает структуру сильно раздробленной мелкозернистой эмульсии, которая поэтому оказывается очень стойкой и самостоятельно не распадается при соприкосновении с поверхностью минеральных частиц грунта [2].

Действуя как смазка, она не придает прочности песчаному грунту. В образцах же связных грунтов небольшая прочность достигается при

помощи сил взаимного притяжения частиц гидрофобизированного грунта. Однако такой прочности грунтов недостаточно для применения их в покрытиях лесовозных дорог.

Поэтому, чтобы укрепляемый ДС грунт приобрел необходимую прочность, нужно повысить в нем межмолекулярные силы сцепления (вязкость) смолы. Этого можно добиться за счет распада коллоидной структуры смолы, когда выделяющийся из нее пек будет склеивать минеральные частицы грунта в прочную водоустойчивую массу.

Для облегчения распада смоляной эмульсии мы использовали гидратную известь. Она, вступая в сложное химическое взаимодействие с ДС, способствует распаду коллоидной структуры смолы и превращению ее в упруго-вязкое, не растворимое в воде вещество.

Таблица 3

Наименование грунта	Дозировка, % от веса грунта		Объемный вес, г/см ³	Водонасыщение, % по объему	Набухание, % по объему	Предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов, кг/см ²	Модуль деформации, кг/см ²
	древесной смолы	активной Са(ОН) ₂					
Суглинок легкий	4	—	2,18	10,9	7,0	3,4	50
	6	—	2,17	8,0	5,0	6,0	100
	8	—	2,17	6,0	3,5	7,0	200
	10	—	2,16	4,0	3,0	8,0	200
" "	4	1,5	2,12	6,0	0	17,5	1000
	6	1,5	2,13	4,5	0	37,5	1500
	8	1,5	2,15	3,0	0	41,0	1600
	10	1,5	2,14	2,0	0	37,5	1400
Суглинок тяжелый	4	1,5	2,10	6,4	0	18,5	900
	6	1,5	2,11	5,0	0	26,0	1400
	8	1,5	2,12	3,5	0	32,5	1500
	10	1,5	2,11	2,7	0	27,5	1100
Песок средний	4	1,5	1,99	6,8	0	6,0	600
	6	1,5	2,00	6,2	0	19,0	1100
	8	1,5	2,05	5,0	0	27,5	1200
	10	1,5	2,10	4,5	0	26,0	900
Оптимальный грунт	4	1,5	2,1	4,0	0	22,0	1200
	6	1,5	2,20	2,0	0	45,0	1700
	8	1,5	2,25	1,0	0	49,0	1800
	10	1,5	2,25	0,7	0	47,5	1700

Эти предпосылки подтверждаются опытными данными. Как видно из табл. 3, все грунты, укрепленные 4—10% ДС, при добавлении к ним 1,5% активной Са(ОН)₂ резко повышают прочностные свойства. Например, предел прочности водонасыщенных образцов легкого суглинка возрастает в 6 раз, а модуль деформации в 8 раз. Оптимальной дозировкой ДС при этом для всех грунтов является 6—8% от веса грунта. Наибольшей же прочностью в водонасыщенном состоянии обладает оптимальный грунт.

Для оценки прочностных свойств смологрунтов в зависимости от количества вводимой извести были проведены опыты с 8% ДС и различными дозировками активной Са(ОН)₂. Результаты этих испытаний показаны на рис. 1, 2, 3.

Из рис. 1 видно, что водонасыщение и набухание смологрунтов незначительны и уменьшаются по мере увеличения количества активной извести. При этом набухание полностью отсутствует: в суглинистом тяжелом грунте при 1,5% извести, в суглинистом легком при 1,0% и в оптимальном при 0,5% извести.

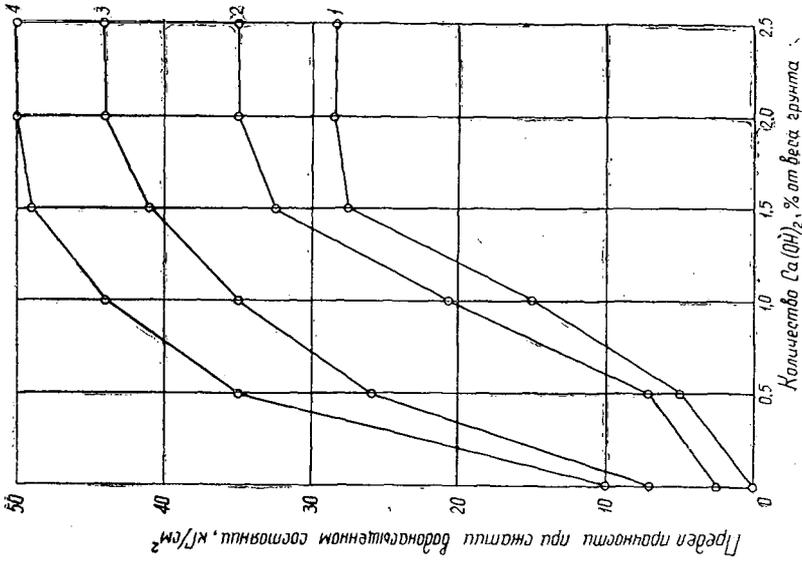


Рис. 2. Влияние активной извести на прочность смолгрунтов в условиях влажного хранения. Дозировка древесной смолы 8% от веса грунта. Обозначения те же.

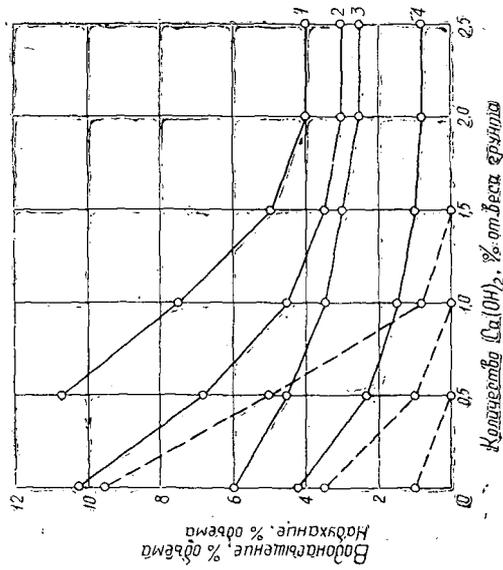


Рис. 1. Изменение водонасыщения и набухания смолгрунтов в зависимости от количества активной извести. Дозировка древесной смолы 8% от веса грунта.

Сплошная линия — водонасыщение; пунктирная — набухание.
 1 — песчаный грунт; 2 — суглинистый тяжелый грунт;
 3 — суглинистый легкий грунт; 4 — оптимальный грунт.

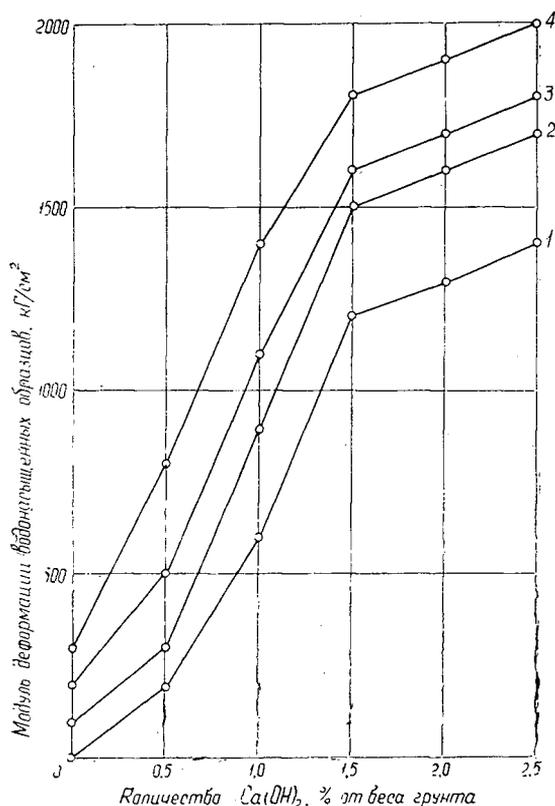


Рис. 3. Изменение величины модуля деформации смологрунтов в условиях влажного хранения в зависимости от количества активной извести. Дозировка древесной смолы 8% от веса грунта. Обозначения те же.

Анализ графиков 2 и 3 показывает, что прочностные свойства всех смологрунтов возрастают с увеличением дозировки извести. Однако если модуль деформации растет пропорционально, то прочность водонасыщенных образцов имеет определенный предел, после которого увеличение прочности с повышением дозировки извести не наблюдается. Объясняется это тем, что при 8% ДС и 2% активной $\text{Ca}(\text{OH})_2$ происходит полный распад коллоидной структуры ДС, чем достигается максимум прочности укрепленных грунтов. Дальнейшее же увеличение извести хотя и не ведет к росту прочности, однако придает грунту большую жесткость. Оптимальная доза активной извести при 6—8% ДС для всех грунтов составляет 1,5—2,0% от веса грунта. Наилучшими показателями при прочих равных условиях обладают грунты оптимального гранулометрического состава. Для более полного представления об эксплуатационных качествах смологрунтов было проведено исследование их на морозостойкость, результаты приведены на рис. 4.

Анализ этих данных показывает, что на прочностные свойства смологрунтов при переменном замораживании — оттаивании большое влияние оказывает количественное содержание глинистых частиц.

Наиболее морозоустойчивы смологрунты с содержанием глинистых частиц от 0 до 10%. Дальнейшее увеличение их количества приводит к резкому падению прочности даже после пяти циклов замораживания — оттаивания.

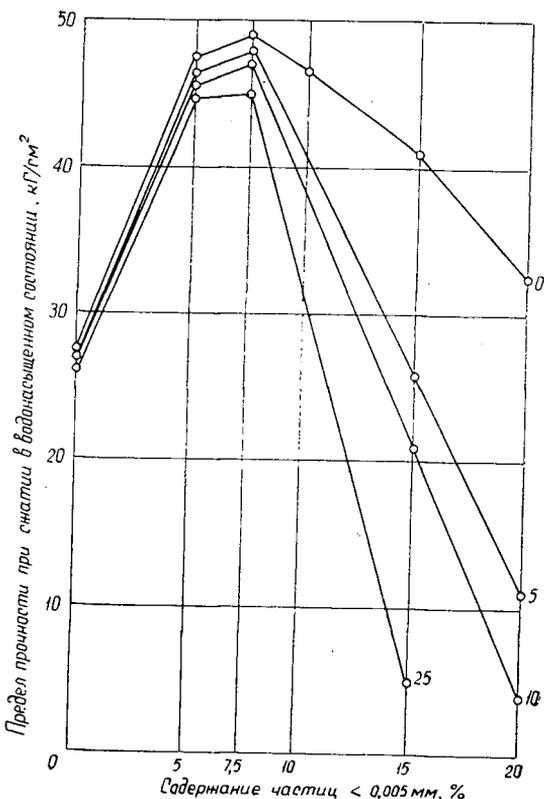


Рис. 4. Влияние гранулометрического состава на прочность смолосмолта при переменном замораживании — оттаивании. Дозировка ДС — 8%; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ — 1,5% от веса грунта; 0; 5; 10; 25 — число циклов замораживания — оттаивания.

Проведенные лабораторные исследования дали возможность сделать следующие выводы.

1. Смесь грунта с древесной газогенераторной смолой при введении в него гидратной извести и надлежащем уплотнении превращается в дорожно-строительный материал (смологрунт), способный в водонасыщенном состоянии выдержать нагрузки до 50 кг/см^2 .

2. Оптимальная дозировка вяжущего при этом для всех грунтов составляет 6—8% (безводной) ДС и 1,5—2,0% активной извести.

3. При строительстве этим способом лесовозных дорог следует отдавать предпочтение укреплению грунтов оптимального гранулометрического состава, песчаных и супесчаных, так как они почти не снижают прочности при переменном замораживании — оттаивании.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. С. Колбас. Новые методы укрепления грунтов для дорожных целей. Научные труды ЛТА, вып. 96, Л., 1961. [2]. В. А. Комиссарова. Стабилизация грунтов лесовозных дорог побочными продуктами лесоперерабатывающей промышленности. «Лесная промышленность за I квартал 1960 г. Информационный сборник технико-экономических показателей» № 1 (8), М., 1960.

УДК 531.7 : 629.114.2

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ РАВНОДЕЙСТВУЮЩЕЙ СИЛ ТЯГОВЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ НАВЕСНЫХ МАШИН В ВЕРТИКАЛЬНО-ПРОДОЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ

М. П. СКУРАТОВСКИЙ

Кандидат технических наук

(Государственный союзный научно-исследовательский тракторный институт)

Для конструирования и составления тракторных агрегатов необходимо знать величину и направление равнодействующей сил тяговых сопротивлений навесных машин \bar{R} . Определить ее можно путем замера.

Для этой цели предлагается метод измерения, основанный на параллелограммном механизме, лишенном подвижности относительно стойки (рис. 1). Все звенья этого механизма входят в пары 5-го класса первого вида (пары A, B, C, D и E). Звено 1 является стойкой механизма. Из рисунка видно, что звено 5 лишает все звенья параллелограммного механизма подвижности относительно стойки.

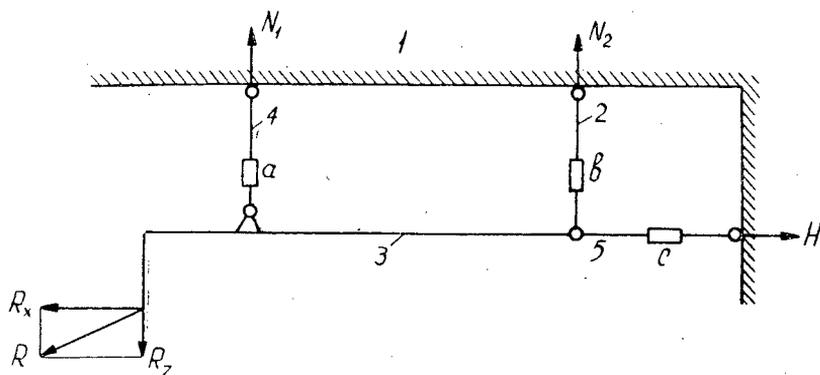


Рис. 1. Кинематическая схема измерительной установки.

Если к звену 3 приложить силу $\bar{R} = \bar{R}_x + \bar{R}_z$, то на звеньях 2, 4 и 5 при помощи датчиков a, b и c можно регистрировать реакции N_1, N_2, H . Зная N_1, N_2 и H , находим составляющие R_x и R_z , модуль и направление равнодействующей \bar{R} :

$$R_x = H;$$

$$R_z = N_1 + N_2;$$

$$R = \sqrt{H^2 + (N_1 + N_2)^2};$$

$$\cos \psi = \frac{H}{\sqrt{H^2 + (N_1 + N_2)^2}}.$$

Сопротивление навесных машин, орудий в функции времени или пути является переменной величиной, поэтому на осциллографической ленте записываются значения $N_1(t)$, $N_2(t)$ и $H(t)$ в виде непрерывных кривых (рис. 2). Складывая кривые $N_1(t)$, $N_2(t)$ и $H(t)$, получаем кривую изменения равнодействующей $R(t)$.

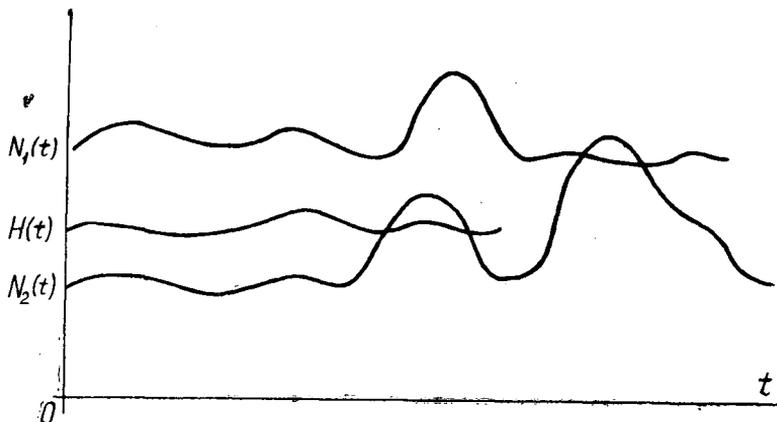


Рис. 2. Осциллограмма реакций N_1 , N_2 , H .

Направление равнодействующей фиксируется относительно корпуса трактора, но может быть зафиксировано и по отношению к горизонту, если на раме трактора установить кренограф.

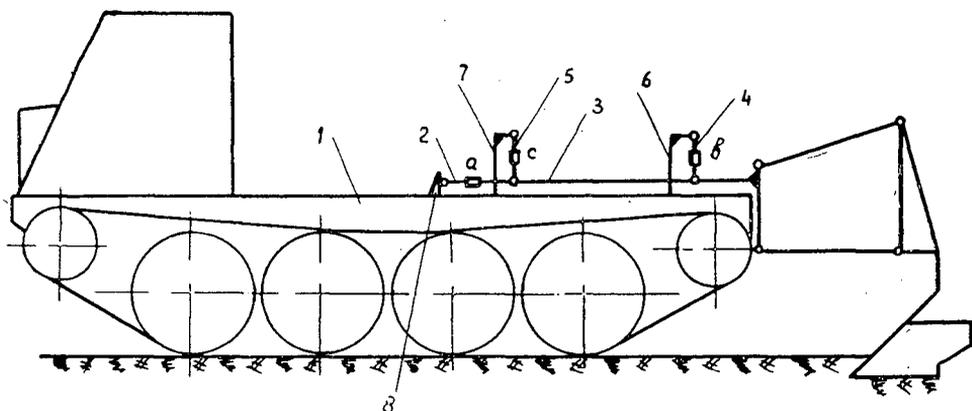


Рис. 3. Измерительная установка на тракторе ТДТ-40.

При данном методе измерения отпадает необходимость в регистрации положений звеньев навесного механизма. Измерительная установка монтируется на трелевочном тракторе (рис. 3); стойкой меха-

низма является рама трактора 1. Установка состоит из соединительного звена 2, коромысла 3, маятников 4, 5, стоек 6, 7 и кронштейна 8.

Данный метод измерения был применен для исследования тяговых сопротивлений навесных машин и орудий на нераскорчеванных вырубках, под пологом леса.

В качестве приемников (датчиков *a*, *b* и *c*) применялись проволочные тензометры, а регистрирующей аппаратуры — магнито-электрический осциллограф Н-700.

Испытания показали простоту и надежность предложенного метода динамометрирования навесных машин и орудий в различных лесорастительных условиях.

Поступила в редакцию
27 апреля 1964 г.

УДК 674.048

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ,
АНТИСЕПТИРОВАННОЙ СЛАНЦЕВЫМИ СМОЛАМИ**Г. Е. ШАЛТЫКО**

Доцент, кандидат химических наук

З. Н. СОКОЛОВА

Младший научный сотрудник

М. Н. КРЕСТЕНКО

Старший лаборант

(ЛИИЖТ)

В литературе мы не обнаружили данных о механических свойствах древесины, антисептированной сланцевыми смолами.

В данной работе определялся предел прочности при сжатии вдоль и поперек волокон и при статическом изгибе образцов сосны, вырезанных из заболонной части, и спелой древесины ели.

Испытания* проведены на образцах, изготовленных по размеру и форме согласно ГОСТу 6336—52 «Лесоматериалы. Методы физико-механических испытаний древесины». Сжатие образцов древесины вдоль волокон проводили на испытательной универсальной машине типа ZDM-30 (ГДР) с установкой ее на 5 т, сжатие поперек волокон — на 1-тонной машине Амслера. На этой же машине образцы испытывали и на статический изгиб.

Образцы изготовляли из древесины сосны (*Pinus silvestris* L.) и ели обыкновенной (*Picea excelsa* Link. t) с Карельского перешейка. Образцы сосны имели 12—14 годичных слоев на 1 см, а ели — 10—12. Их антисептировали камерной и генераторной сланцевыми смолами, обесфеноленным дистиллятным мазутом генераторной смолы и смесью сланцевых смол с каменноугольным пропиточным маслом. Смесь получалась из камерной и генераторной смол и каменноугольного масла, взятых в объемных соотношениях (соответственно) 25 : 25 : 50. Такая смесь по фунгитоксичности и вязкости оптимально соответствует требованиям ГОСТа 5430—50 [5].

Для сравнительной оценки исследовали неантисептированные (контрольные) образцы древесины и антисептированные каменноугольным пропиточным маслом. Образцы в абс. сухом состоянии антисептировали в горяче-холодных ваннах при температуре антисептика в горячей ванне 100—105°С и холодной — 60—65°С. Время выдержки образцов древесины сосны по 1 часу в горячем и холодном антисепти-

* В работе принимали участие Б. А. Пономарев, В. Н. Свешников, В. В. Бобров и И. В. Клестов.

ке, образцов древесины ели — по 2 часа. Количество антисептика в пропитанных образцах древесины было выше предельной дозы генераторной смолы (18% вес.).

Физико-химическая характеристика антисептиков, использованных для пропитки образцов древесины, которые были испытаны на механическую прочность, представлена в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	Антисептики			
	генераторная смола	камерная смола	каменноугольная смола	дистиллятный мазут обесфеноленный
Удельный вес (d_4^{20})	1,042	1,097	1,104	0,998
Температура вспышки, °С	110	82	108	130
Вязкость при 75°, с-стокс.	12,3	7,7	5,3	14,2
Содержание золы, %	0,84	0,23	0,03	0,00
Механические примеси, %	1,04	0,82	0,52	0,00
Содержание серы, %	0,61	0,42	0,94	—
Фракционный состав (% объемн.):				
выкипает до температуры 200°С	1,4	1,1	—	—
" " 210	5,2	5,9	—	—
" " 240	8,4	7,6	3,0	—
" " 270	21,6	19,8	22,4	—
" " 300	32,4	36,1	43,2	—
" " 330	46,2	47,4	61,4	—
" " 350	60,6	58,2	74,6	—
" " 360°С	69,3	62,7	82,4	—
Групповой состав (% вес.):				
углеводороды	24,6	64,1	71,4	—
кислоты	1,4	0,9	1,1	—
фенолы	20,0	14,8	15,6	—
нейтральные кислородные соединения	36,2	9,2	9,6	—
Предельная доза, % вес.	18,6	6,8	2,6	18,0
Фунгитоксичность	0,05	0,14	0,40	0,05

Таблица 2

Антисептик	Предел прочности при сжатии вдоль волокон, кг/см ²		Предел прочности при сжатии поперек волокон, кг/см ²				Предел прочности сосны при статическом изгибе в тангентальном направлении, кг/см ²
	сосна	ель	для сосны		для ели		
			радиальное сжатие	тангентальное сжатие	радиальное сжатие	тангентальное сжатие	
Сланцевая смола							
камерная	378	394	32	54	25	—	901
генераторная	387	354	24	51	26	—	849
Дистиллятный обесфеноленный мазут генераторной сланцевой смолы	415	401	28	53	37	50	851
Смесь камерной и генераторной сланцевых смол и каменноугольного пропиточного масла, взятых в объемном соотношении 25:25:50	434	408	39	57	33	51	—
Каменноугольное пропиточное масло	408	401	30	60	36	54	736
Неантисептированные образцы древесины (контроль)	371	361	36	52	26	52	842

Методы исследования физико-химических и фунгицидных свойств маслянистых антисептиков, определение их количества и влажности в пропитанной древесине описаны нами ранее [1], [2], [3], [4].

Средние величины предела механической прочности исследованных образцов, пересчитанные на влажность древесины 15%, представлены в табл. 2.

Каждое число в табл. 2 — среднее для 10 исследованных образцов древесины, всего их исследовано 410. Для расчета средних величин прочности взяты данные параллельных испытаний только тех образцов, которые имели отклонение в пределах ± 5 кг/см².

Нами найдено, что предел прочности при радиальном и тангентальном сжатии вдоль и поперек волокон для исследованных антисептированных образцов древесины сосны и ели практически одинаков с контрольными (неантисептированными). Для образцов сосны, антисептированных каменноугольным маслом, обесфеноленным дистиллятным мазутом генераторной смолы и смесью сланцевых смол с каменноугольным пропиточным маслом, предел прочности при сжатии вдоль волокон на 10—12% выше, чем для контрольных образцов; для образцов ели, антисептированных этими веществами, предел прочности на 11—12% выше по сравнению с контрольными. Предел прочности при статическом изгибе в тангентальном направлении для образцов древесины сосны, антисептированных каменноугольным пропиточным маслом, на 13% меньше, чем контрольных, а антисептированных сланцевыми смолами — немного больше. Некоторое повышение прочности в этом случае можно объяснить способностью смол легко подвергаться окислению, полимеризации и поликонденсации с образованием твердых продуктов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. Е. Шалтыко. ИВУЗ. «Лесной журнал» № 4, 1960; № 5, 1961.
[2]. Г. Е. Шалтыко. Труды Института лесохозяйственных проблем и химии древесины. АН Латвийской ССР, № 23, 81, 1961. [3]. Г. Е. Шалтыко. Сборник трудов ЛИИЖТа. Вып. 204, 95, 1963. [4]. Г. Е. Шалтыко. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1964. [5]. Г. Е. Шалтыко, Р. А. Сохор, З. А. Краснова. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1966.

Поступила в редакцию
9 июня 1965 г.

УДК 674.053 : 621.933.6

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЯ,
ВОСПРИНИМАЕМОГО ВПЕРЕДИРАМНОЙ ТЕЛЕЖКОЙ
В МОМЕНТ УДАРА БРЕВНА О ВАЛЬЦЫ
ЛЕСОПИЛЬНОЙ РАМЫ**

Г. М. ГЕРНЕТ

Старший преподаватель

Ю. И. ЮРЬЕВ

Доцент, кандидат технических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

В. А. КОНОВАЛОВ

Старший инженер

(ЦНИИМОД)

При прочностных расчетах основных элементов впередирамных тележек весьма важным является точное определение величины усилий, воспринимаемых элементами тележки во время эксплуатации.

Практика эксплуатации впередирамных тележек показала, что механизм их зажима, помимо усилий, величина которых определяется функциональным назначением этого механизма, в процессе работы подвергается действию дополнительных усилий. При подаче бревна к лесопильной раме, хотя это и не допускается правилами эксплуатации, наблюдаются случаи удара подаваемого бревна о торец распиливаемого бревна или о вальцы рамы. В этом случае тележка испытывает дополнительную нагрузку, воспринимаемую клещами и штоком гидроцилиндра механизма зажима бревна. Сила удара представляет собой силу инерции ударяющего тела.

Применение расчетного метода для определения нагрузки, испытываемой деталями тележки в момент соударения, затруднено из-за отсутствия данных о времени изменения скорости ударяющего бревна от начальной до нуля.

С целью определения силы удара и времени переходного процесса было проведено экспериментальное исследование с использованием электрического метода измерения при помощи проволочных датчиков сопротивления.

Так как сила удара непосредственно воспринимается клещами тележки, датчики наклеивали на одну из клешней. Для исключения влияния на результат измерения возможного изгиба клещей в плоскости меньшего размера поперечного сечения, датчики наклеивали на противоположные стороны клешни.

Наиболее неблагоприятным будет случай, когда в момент восприятия тележкой удара основание шиповой розетки упирается в дно

проушины клещни и шиповые розетки и клещи представляют собой жесткую систему. Поэтому при опыте для создания наихудших условий вместо шиповых розеток заводской конструкции применяли специальные, которые крепились к клещам болтами. Тип впередирамной тележки — ПРТ8-2. В качестве ударяющего тела было принято сосновое бревно (вес 380 кг, $d_b = 25$ см, $L = 6,67$ м).

Выбор породы и размеров бревна обусловлен тем соображением, что при распиловке древесины мягких пород средних размеров используются максимальные скорости перемещения тележки и, следовательно, возможность удара наиболее вероятна. Распиловка твердых пород и бревен большего диаметра производится на малых посылках (5—12 мм/ход); этим исключается необходимость максимальной скорости подкатки тележки в связи с увеличением времени на вспомогательные операции по подготовке бревна для распиловки.

При соударении возможны два случая: удар о торец распиливаемого бревна и удар о подающие вальцы лесопильной рамы.

В нашем опыте производился удар о подающие вальцы, так как из-за большей жесткости материала вальца в сравнении с древесиной следовало ожидать удара большой силы. Начальная скорость ударяющего бревна при ударе равна скорости подкатки. Скорость перемещения тележки измеряли с помощью электросекундомера ПВ-53Ц, имеющего точность 0,01 сек. Средняя скорость перемещения при установившемся движении составила 80 м/мин. Тарирование измерительного элемента производили с помощью динамометрического устройства, состоящего из винтового домкрата и динамометра сжатия типа ДОСМ-3.

Порядок проведения эксперимента по определению усилия, воспринимаемого тележкой в момент удара, был следующий: 1) бревно зажимали клещами тележки при давлении 25 кг/см² в гидросистеме. В месте зажима бревно предварительно окаривали; 2) тележку с бревном отводили в крайнее положение; расстояние между торцом бревна и передними подающими вальцами составляло не менее 3 м; 3) с включением электродвигателя механизма перемещения тележка с бревном перемещалась к лесопильной раме.

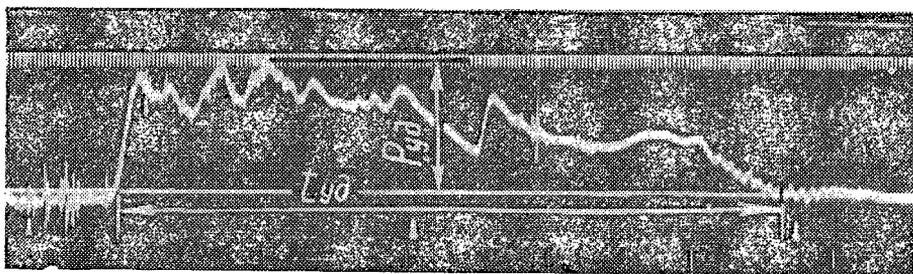


Рис. 1.

При расстоянии между торцом бревна и подающими вальцами около 1 м двигатель отключался. Момент удара фиксировался на оциллограмме. На рис. 1 приведена оциллограмма переходного процесса изменения усилия при ударе бревна о подающие вальцы лесопильной рамы.

Анализ оциллограмм позволяет сделать следующие выводы.

1. Время удара или время изменения скорости ударяющего бревна от начальной до нуля составляет в среднем 0,27—0,31 сек. На

осциллограмме видны два этапа удара. Это объясняется тем, что время удара делится на два периода: первый — от момента соприкосновения до момента наибольшего сближения; второй — от момента наибольшего сближения до момента разъединения соударяющихся тел.

2. Максимальная сила удара $P_{уд}$, воспринимаемая тележкой, для условий опыта составляет 1160 кг.

3. Полученные экспериментальные данные хорошо согласуются с известной расчетной формулой удара

$$P_{уд} = \frac{G}{g} \cdot \frac{V_1 - V_2}{t_{уд}} \text{ кг},$$

где g — ускорение свободного падения (9,81 м/сек²);
 V_1 — начальная скорость (80 м/мин), равная скорости подкатки;
 V_2 — конечная скорость, равная нулю;
 $t_{уд}$ — время удара по данным эксперимента (0,29 сек);
 G — суммарный вес ударяющейся системы: тележки — бревно.

$$G = G_{бр} + G_{т} + G_{р},$$

где $G_{бр}$ — вес бревна (380 кг);
 $G_{т}$ — вес основной и поддерживающей тележек (1700 кг);
 $G_{р}$ — вес рамщика (80 кг).

Подставив эти данные в формулу, получим $P_{уд} = 1012$ кг.

Разница между результатами эксперимента и расчетами невелика и составляет 13,6%.

Поступила в редакцию
 28 февраля 1966 г.

УДК 621.935

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ МЕСТА СПАЯ ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ

Е. Д. ДОБРЫНИН

Старший преподаватель

(Архангельский лесотехнический институт)

Известно, что наиболее слабым местом ленточных пил является место спая, прочность которого зависит не только от тщательности подготовки пилы к паянию, температуры и режима пайки и отпуска, а также от способа соединения концов ленты.

Цель данной работы — исследование прочности места спая делительных ленточных пил в зависимости от способа соединения их концов. Для проведения испытаний были изготовлены образцы (рис. 1) прямоугольного сечения следующих размеров: ширина $b = 30$ мм; толщина $S = 1$ мм; длина $l = 260$ мм.

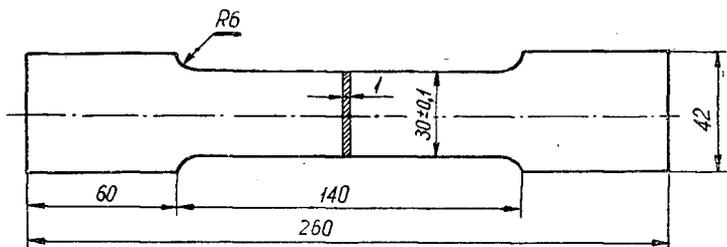


Рис. 1. Схема образца на растяжение (ГОСТ 1697—42).

Эти образцы были вырезаны из невальцованных пил. Всего было взято 48 образцов, из них: без спая 12; спаянных паяльными брусками с их нагревом в горне, работающем на древесном угле, 12; спаянных паяльными брусками с их нагревом в горне, работающем на каменном угле, 12; сваренных на электросварочном агрегате 12 шт.

Пайку производили медно-цинковым припоем. Температура отпуска после пайки около 500°C . Сваривали образцы на агрегате АСП-1. Температура отжига после сварки около 600°C . Эти образцы испытывали на растяжение до разрушения на машине типа ИМЧ-30.

Результаты испытаний представлены в табл. 1.

Из таблицы видно, что при разных способах соединения концов ленточных пил прочность места спая различна. Испытания показали, что средний предел прочности места спая ленточных пил значительно меньше предела прочности вне спая (в последнем случае он равен

Таблица 1

Условный номер образца	Разрушающая нагрузка на образцы (кг)			
	без сая	сваренные на агрегате АСП-1	спаянные с нагревом брусков в горне, работающем на угле	
			каменном	древесном
1	4550	3080	2400	2510
2	4500	3040	2380	2500
3	4490	3000	2180	2540
4	4560	3020	2450	2530
5	4450	3010	2370	2490
6	4460	2980	2220	2600
7	4480	2950	2380	2580
8	4480	3870	2450	2510
9	4510	2890	2400	2540
10	4450	2900	2410	2550

149,7 кг/мм²) и составляет 52,3% при пайке паяльными брусками, нагретыми в кузнечном горне, работающем на каменном угле; 56,3% — при пайке паяльными брусками, нагретыми в кузнечном горне, работающем на древесном угле; 66,0% при сварке на сварочном агрегате.

Следовательно, в целях большей прочности и надежности работы делительные ленточные пилы следует не паять, а сваривать. Кроме того, сварка дает экономию времени и средств по сравнению с пайкой. Шов, соединяющий концы ленточных пил, не следует располагать у основания зубьев, так как это может привести к увеличению концентрации напряжений, что очень опасно. Так как зона пайки имеет меньшую прочность, то кончики вершин зубьев, расположенных в этой зоне, следует спилить так, чтобы они не участвовали в работе резания древесины.

Поступила в редакцию
29 декабря 1965 г.

УДК 674.038.6 : 674.031.632.13

ВЫХОД ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ИЗ БЕРЕЗОВОГО ПИЛОВОЧНИКА

В. И. НИКАНОВ

Старший научный сотрудник

(ЦНИИМОД)

Целью опытных распиловок березового пиловочника являлось определение полезного выхода пиломатериалов применительно к требованиям новых стандартов на сырье и пилопродукцию лиственных пород (ГОСТ 9462—60 «Лесоматериалы круглые лиственных пород» и ГОСТ 2695—62 «Пиломатериалы лиственных пород»).

Для распиловки подбирали бревна длиной 4 м, диаметрами 14 и 18 см. Каждая размерная группа состояла из бревен 1, 2, 3 и 4-го сортов. Всего было сформировано 8 сорто-размерных групп по 25 бревен в каждой. Исследования показали, что в березовом тонкомерном пиловочнике наиболее распространенными пороками являются сучки здоровые и кривизна. Так, в сырье второго и четвертого сортов количество бревен с сучками составляет соответственно 80 и 70%. Среди бревен диаметром 14 см второго и четвертого сортов количество их с односторонней кривизной (размером от 1 до 3%) равно соответственно 16 и 28%; бревна диаметром 18 см третьего сорта с кривизной (размером 2%) составляют 28% от сырья соответствующей толщины. Количество бревен с разносторонней кривизной (размером до 1%) достигало 20%. Значительное долевое участие в опытном сырье бревен с сучками и кривизной объясняется тем, что опытным сырьем были тонкомерные бревна с незначительным участием комлевых (18%). Бревна распиливали развальным способом на необрезные доски. Посортный состав необрезных пиломатериалов из березовых бревен приведен в табл. 1.

Таблица 1

Сорт бревен по ГОСТу 9462—60	Распределение пиломатериалов (% от сырья) длиной 2—4 м по сортам ГОСТа 2695—62			Распределение пиломатериалов (% от сырья) длиной 1—1,75 м по сортам ГОСТа 2695—62			Всего товарных пиломатериалов, %
	I	II	III	I	II	III	
1	40,5	19,0	2,51	1,69	0,7	0,3	64,7
2	19,0	31,1	10,4	2,2	0,7	0,6	64,0
3	9,24	28,49	22,73	1,52	1,06	0,75	63,79
4	6,14	25,38	29,37	1,38	0,88	0,52	63,67
Средний выход	18,7	26,0	16,25	1,69	0,83	0,54	64,02

Из сырья первого сорта количество длинномерных необрезных пиломатериалов первого и второго сорта составило 59,5%, из сырья четвертого сорта — 31,52%.

Посортный состав обрезных * пиломатериалов приведен в табл. 2. Из сырья первого сорта количество длинномерных обрезных пиломатериалов первого и второго сортов составило 49,65%, из сырья четвертого сорта — 26,74%.

Таблица 2

Сорт бревен по ГОСТу 9462—60	Распределение пиломатериалов (% от сырья) длиной 2—4 м по сортам ГОСТа 2695—62			Распределение пиломатериалов (% от сырья) длиной 1—1,75 м по сортам ГОСТа 2695—62			Всего товарных пиломатериалов, %
	I	II	III	I	II	III	
1	34,85	14,8	0,59	2,15	0,88	0,3	53,57
2	17,5	24,8	7,0	2,99	0,69	0,25	53,23
3	8,28	24,84	15,8	1,64	1,19	0,79	52,54
4	5,0	21,74	17,33	1,75	0,88	0,46	47,16
Средний выход	16,41	21,54	10,18	2,13	0,91	0,45	51,62

Из бревен четвертого сорта снижение выхода, главным образом, обрезных досок объясняется значительным долевым участием в этой группе бревен с механическими повреждениями. Кривизна в тонкомерном сырье является распространенным пороком **. Кроме того, спецификация на пиломатериалы по размерам была весьма «узкой», что лишило возможности распилить бревна по рациональным поставкам.

Таблица 3

Сорт бревен по ГОСТу 9462—60	Отходы деловые (% от сырья)			Отходы неделовые (% от сырья)	
	горбыли	рейки	вырезки и отрезки	горбыли, отрезки	рейки
1	4,2	0,26	4,1	6,37	—
2	4,15	0,5	4,3	7,39	—
3	4,6	1,2	5,0	8,52	—
4	4,7	0,7	5,4	8,92	—
Среднее количество	4,42	0,67	4,7	7,8	9,7

Отходы деловые и неделовые при распиловке березовых бревен представлены в табл. 3. Разделение отходов проведено с учетом следующих требований: в группу деловых отходов отнесены горбыли толщиной 15 мм и более, шириной 100 мм и более, длиной 0,75 м и более; рейки — шириной наружной пласти в верхнем торце (для всех толщин) 25 мм и более, длиной 1,0 м и более; отрезки длиной 0,5—0,9 м. Отходы, размеры которых меньше указанных, относились к неделовым. Деловые отходы предусматривалось переработать на детали ящиков по ГОСТу 8130—56. Общее количество деловых отходов 9,77%, неделовых — 17,5% от рапиленного сырья. Значительное количество неделовых отходов можно объяснить разрушением горбылей и некоторых тонких крайних досок в лесорамах. Отдельные опытные распиловки проводили при температуре воздуха — 30° С. Промерзшая березовая древесина очень хрупка. Баланс древесины березового пиловочника (по ГОСТу 9462—60) на пиломатериалы (по ГОСТу 2695—62) опытных распиловок приведен в табл. 4. Потери на усушку пиломатериалов

* Доски обрезали условно.

** По данным А. Н. Песоцкого, «кривизна в 1 см/м уменьшает выход чистообрезных досок на 8—12%». Лесопильное производство. Гослесбумиздат, 1963.

Таблица 4

Сортименты и потери	Выход пиломатериалов (% от объема распиленного сырья)	
	необрезные доски	обрезные доски
Доски длиной от 1 м и более	64,0	51,6
Коротье от 0,5 до 1,0 м . . .	4,0	4,0
Горбыли	8,5	8,5
Рейки	—	11,4
Вырезки, отрезки	4,5	4,5
Опилки	11,0	12,0
Усушка	6,0	6,0
Распыл, кусковые отходы . . .	2,0	2,0
Всего:	100	100

приняты из расчета конечной влажности досок 15%. Результаты проведенных опытных распиловок могут быть использованы в качестве ориентира при планировании производственных заданий. Кроме того, они будут представлять определенный интерес при разработке нормативного выхода пиломатериалов из березового сырья по новым стандартам.

Поступила в редакцию
27 января 1966 г.

УДК 620.1.08

РАСШИФРОВКА ЗАПИСЕЙ СРАВНИТЕЛЬНО НИЗКОЧАСТОТНОГО ДИНАМОМЕТРА

В. Н. ЮРЧИШКО

Ассистент

(Ленинградская лесотехническая академия)

Известно, что выбор динамометра определяется отношением собственной частоты системы f_0 к частоте возмущающей силы f . Обычно принимают $\frac{f_0}{f} \geq 5 \div 10$. Для получения полностью неискаженных записей силы необходимо, чтобы данное отношение выполнялось для всех частот спектра возмущающей силы. Однако в ряде случаев невозможно создать динамометры с таким соотношением частот. Значительное увеличение собственной частоты механической системы связано с повышением ее жесткости и как следствие этого — со снижением чувствительности к внешним сигналам. Поэтому практически в качестве f принимают лишь основную (низшую) частоту спектра. Вместе с тем, измерение силы возможно и при менее благоприятном соотношении указанных частот, а именно, при $\frac{f_0}{f} > 1$, если в последующем произвести исправление (расшифровку) записи этой силы.

В данной статье рассматривается случай определения возмущающей силы по записи вынужденного движения системы, когда f_0 и f являются величинами одного порядка (при записи силы сравнительно низкочастотным динамометром).

Приведенная ниже методика нахождения силы дана применительно к следующим условиям.

1. Воспринимающая система динамометра линейна: при изменении возмущающей силы $F(t)$ в некоторое число раз реакция системы $x(t)$, сохраняя свою форму, изменяется в то же число раз.

2. Вынужденные колебания системы описываются дифференциальным уравнением второго порядка (линейным по условию 1)

$$x'' + 2nx' + k^2x = \frac{1}{a} F(t), \quad (1)$$

где n — коэффициент затухания, 1/сек;

k — угловая собственная частота системы, 1/сек;

a — инерционный коэффициент, кг сек²/мм;

$F(t)$ — возмущающая сила, кг.

3. Параметры системы n , k^2 и a — постоянны.

4. Собственные колебания системы под действием периодически повторяющейся силы $F(t)$ затухают до начала следующего цикла.

Для вычисления силы $F(t)$ можно использовать уравнение (1). Преобразуем его.

Известны следующие формулы численного дифференцирования [2]:

$$\left. \begin{aligned} x'_i &\approx \frac{x_{i+1} - x_{i-1}}{2h}; \\ x''_i &\approx \frac{x_{i+1} - 2x_i + x_{i-1}}{h^2}, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где x_i — ордината графика движения $x(t)$ воспринимающей системы, взятая в i -той точке;

x_{i-1} и x_{i+1} — предшествующая и последующая ординаты соответственно на том же графике;

h — шаг вычислений или длительность промежутка времени между ближайшими ординатами графика $x(t)$;

x'_i и x''_i — первая и вторая производные функции $x(t)$ в i -той точке.

Подставив формулы (2) в уравнение (1), получим выражение для определения возмущающей силы F_i в i -той точке графика

$$F_i \approx a \left[\left(\frac{1}{h^2} - \frac{n}{h} \right) x_{i-1} + \left(k^2 - \frac{2}{h^2} \right) x_i + \left(\frac{1}{h^2} + \frac{n}{h} \right) x_{i+1} \right]. \quad (3)$$

Значения постоянных коэффициентов находят по следующим зависимостям:

$$\left. \begin{aligned} n &= \frac{2}{T} \cdot \ln \frac{A_i}{A_{i+1}}; \\ k &= \sqrt{\left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 + n^2}; \\ a &= \frac{1}{k^2} \cdot \frac{F_{ст}}{x_{ст}}, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где T — период собственных колебаний системы, сек;

A_i и A_{i+1} — амплитуды двух соседних полуволн свободных колебаний, мм;

$F_{ст}$ — статическая сила, действующая на систему при тарировке, кгГ;

$x_{ст}$ — отклонение линии записи перемещения системы от действия силы $F_{ст}$, мм.

Первые две зависимости в формулах (4) хорошо известны [3], третья следует из уравнения (1), поскольку при тарировке имеет место $x = \text{const}$. При расшифровке записей по приведенной методике могут иметь место погрешность метода, определяемая приближенным характером соотношения (3), и погрешность нахождения коэффициентов затухания n и угловой частоты k системы. Полную относительную погрешность вычисления силы (ε_F), определенную относительно максимума этой силы, можно оценить по следующему выражению, полученному в соответствии с работами [1], [2]:

$$\begin{aligned} |\varepsilon_F| \leq h^2 \left\{ \frac{2an^3}{3} \cdot \frac{|x'_i|_{max}}{|F_i|_{max}} + \left(\frac{n^2}{3} + \frac{k^2}{12} \right) \cdot \left(\frac{F_{ст}}{x_{ст}} \cdot \frac{|x_i|_{max}}{|F_i|_{max}} + 1 \right) + \right. \\ \left. + \frac{n}{6} \cdot \frac{|F'_i|_{max}}{|F_i|_{max}} + \frac{1}{12} \cdot \frac{|F''_i|_{max}}{|F_i|_{max}} \right\} + \end{aligned}$$

$$+ \left\{ \frac{2a}{h} \cdot \frac{|\Delta x_i|_{max} \cdot |\Delta n|_{max}}{|F_i|_{max}} + \frac{|\Delta k^2|_{max}}{k^2 \cdot |F_i|_{max}} \cdot \left| F_i - \frac{F_{ст}}{x_{ст}} \cdot x_i \right|_{max} \right\}. \quad (5)$$

Произведение величины h^2 на выражение в первых фигурных скобках зависимости (5) оценивает погрешность метода, выражение во вторых фигурных скобках — погрешность нахождения коэффициентов n и k . Расчетные величины, входящие в выражение (5), определяют из графиков движения системы $x(t)$ и силы $F(t)$; при этом

$$\left. \begin{aligned} |\Delta x_i|_{max} &= \frac{|x_{i+1} - x_{i-1}|_{max}}{2} \text{ мм}; \\ |x'_i|_{max} &= \frac{|\Delta x_i|_{max}}{h} \text{ мм/сек}; \\ |F'_i|_{max} &= \frac{|F_{i+1} - F_{i-1}|_{max}}{2h} \text{ кг/сек}; \\ |F''_i|_{max} &= \frac{|F_{i+1} - 2F_i + F_{i-1}|_{max}}{h^2} \text{ кг/сек}^2. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Точность результатов вычисления силы F_i зависит в значительной мере от выбора величины шага h ; она возрастает с уменьшением шага. Перед определением силы необходимо задаться некоторым значением h . Очевидно, погрешность будет достаточно малой лишь при h , значительно меньшем T . Поэтому начинать вычисление силы F_i следует, например, с

$$h = \left(\frac{1}{8} \div \frac{1}{12} \right) T.$$

По результатам вычисления F_i строится график, который дает возможность определить $|F'_i|_{max}$ и $|F''_i|_{max}$ и тем самым оценить погрешность $|\varepsilon_F|$. Ее величина показывает, правильно ли был сделан первоначальный выбор шага. Если $|\varepsilon_F|$ оказывается неудовлетворительной, то вычисление повторяется с меньшим значением шага h . Понятно, что чем больше скорость изменения силы $F(t)$, тем меньшая величина h должна быть принята в расчете. Заметим, однако, что с уменьшением шага h возрастают требования к точности определения ординат кривой $x(t)$.

Порядок определения силы F_i и вычисления ее погрешности $|\varepsilon_F|$ иллюстрируется следующим примером.

На рис. 1, а приведена осциллограмма записи движения системы $x(t)$. (На рисунке над горизонтальной осью расположены масштабные метки времени, под осью — номера отсчетных точек). Определим силу $F(t)$ следующим образом.

1. Находим коэффициенты n , k и a . Из осциллограммы свободных колебаний системы (которая здесь не приводится) вычисляем:

$$T = 4,7 \cdot 10^{-4} \text{ сек} \text{ и } \frac{A_i}{A_{i+1}} = 1,492.$$

В соответствии с формулами (4)

$$n = \frac{2}{4,7 \cdot 10^{-4}} \ln 1,492 = 1,7 \cdot 10^3 \text{ } ^1/\text{сек};$$

$$k = \sqrt{\frac{4\pi^2}{4,7^2 \cdot 10^{-8}} + 1,7^2 \cdot 10^6} = 1,35 \cdot 10^4 \text{ } ^1/\text{сек}.$$

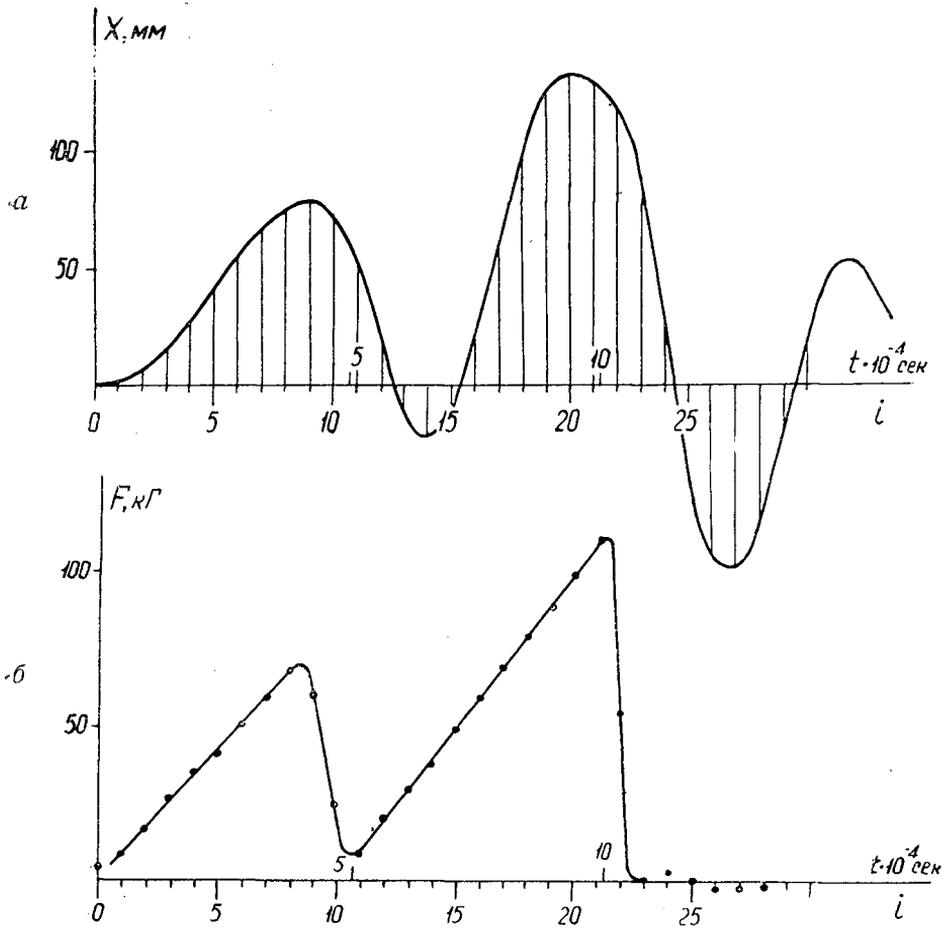


Рис. 1.

Пусть из тарировочной осциллограммы следует, что

$$\frac{F_{\text{ст}}}{x_{\text{ст}}} = 1 \text{ кг/мм};$$

тогда по формуле (4)

$$a = \frac{1}{1,35^2 \cdot 10^8} = 0,55 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot \text{сек}^2 / \text{мм}.$$

2. Выбираем шаг вычислений h . Принимаем $h = \frac{1}{10} T = 0,47 \cdot 10^{-4} \text{ сек}$. Разбиваем ось абсцисс графика $x(t)$ на отрезки, равные h . В полученных точках строим ординаты графика.

3. Определяем величины F_i по формуле (3). Подставляя значения n , k , a и h в выражение (3), получим

$$F_i \approx 3,98 (0,576x_{i-1} - x_i + 0,675x_{i+1}). \quad (7)$$

Вычисление значений F_i по формуле (7) приведено в табл. 1.

Таблица 1

Порядковый номер точки	x_i , мм	$0,576 x_{i-1}$, мм	$0,675 x_{i+1}$, мм	F_i , кгГ
0	0	0	1,22	4,85
1	1,8	0	4,05	8,96
2	6,0	1,04	9,18	16,8
3	13,6	3,45	17,2	28,05
4	т. д.			

По результатам расчета (табл. 1) построен график силы $F(t)$ (рис. 1, б). Найдем относительную погрешность определения силы $|\varepsilon_F|$ в интервале графика силы $F(t)$, ограниченном точками 0—21, исключая участок скачкообразного изменения силы в промежутке между точками 21—23.

Определение исходных величин для выражений (6) удобно вести по форме табл. 2.

Таблица 2

Порядковый номер точки	x_i , мм	$ x_{i+1} - x_{i-1} $, мм	F_i , кгГ	$ F_{i+1} - F_{i-1} $, кгГ	$ F_{i+1} - 2F_i + F_{i-1} $, кгГ	$ F_i - \frac{F_{ст}}{x_{ст}} \cdot x_i $, кгГ
0	0	1,8	4,85	8,96	0,74	4,85
1	1,8	6,0	8,96	11,95	3,73	7,16
2	6,0	11,8	16,8	19,09	3,41	10,8
3	13,6	19,5	28,05	19,0	3,5	14,45
10	76,8	23,2	25,5	51,7*	18,3	51,3
11	55,8	56,5	8,8	4,8	38,4*	47,0
14	-22,0	0,2	38,4	21,5	1,1	60,4*
17	63,0	78,0*	68,5	20,9	0,9	5,5
20	132,0*	4,0	103,0	22,5	5,9	28,7
21	128,0	13,0	112,5*	—	—	—

* Наибольшие значения величин.

В соответствии с табл. 2 и зависимостями (6) получим

$$|x_i|_{max} = 132 \text{ мм};$$

$$|\Delta x_i|_{max} = 39 \text{ мм};$$

$$|x'_i|_{max} = \frac{39}{0,47 \cdot 10^{-4}} = 8,3 \cdot 10^5 \text{ мм/сек};$$

$$|F_i|_{max} = 112,5 \text{ кгГ};$$

$$|F'_i|_{max} = \frac{51,7}{2 \cdot 0,47 \cdot 10^{-4}} = 55 \cdot 10^4 \text{ кгГ/сек};$$

$$|F''_i|_{max} = \frac{38,4}{0,47^2 \cdot 10^{-8}} = 1,74 \cdot 10^{10} \text{ кгГ/сек}^2;$$

$$|F_i - \frac{F_{ст}}{x_{ст}} \cdot x_i|_{max} = 60,4 \text{ кгГ} \left(\text{при } \frac{F_{ст}}{x_{ст}} = 1 \text{ кгГ/мм} \right).$$

Пусть также известно (на основании обработки осциллограмм свободных колебаний системы), что

$$|\Delta n|_{\max} = 0,08 \cdot 10^3 \text{ 1/сек} \text{ и } |\Delta k^2|_{\max} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ 1/сек.}$$

Подставив эти величины в выражение (5), находим

$$|\varepsilon_F| = (0,03 + 7,73 + 0,31 + 2,85 + 0,65 + 0,11) \cdot 10^{-2} = 11,68 \cdot 10^{-2} = 11,68 \text{ \%}.$$

При этом погрешность метода составляет 10,92%.

Если при определении силы $F(t)$ в данном примере принять

$$h = \frac{1}{20} T = 0,235 \cdot 10^{-4} \text{ сек},$$

то значение $|\varepsilon_F|$ снижается до 4,8% при погрешности метода 4,0%.

В рассмотренном примере на участках графика $F(t)$ с большой скоростью изменения силы (в интервалах точек 8—11 и 21—23) целесообразно произвести повторный, уточненный расчет величин F при меньшем значении h , например, при $h = \frac{1}{20} T$.

Выводы

1. Переменные силы можно измерять динамометром с отношением собственной частоты f_0 системы к основной частоте f возмущающей силы, приближающимся к единице, но с последующей расшифровкой записей. Расшифровка может быть выполнена по приведенной методике нахождения возмущающей силы по известному движению системы, зафиксированному на осциллограмме.

2. Рассмотренный способ исправления записей не требует сложных вычислений. При достаточной для практических целей точности он позволяет определять значения силы в любой, отдельно взятой точке осциллограммы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. П. Демидович, И. А. Марон. Основы вычислительной математики. Физматгиз, 1963. [2]. А. Коллатц. Численные методы решения дифференциальных уравнений. ИЛ, 1953. [3]. Л. Г. Лойцянский, А. И. Лурье. Курс теоретической механики. Т. II, ГИТТЛ, 1955.

Поступила в редакцию
7 июля 1965 г.

УДК 634.0.865 : 541.12

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ ОБРАЗЦОВ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ НА ИЗГИБ ЛИГНОУГЛЕВОДНЫХ ПЛАСТИКОВ*

А. Ф. КУЛИНИЧЕВ

Аспирант

(Проблемная лаборатория древесных пластиков Уральского
лесотехнического института)

В Проблемной лаборатории Уральского лесотехнического института под руководством профессора, доктора сельскохозяйственных наук В. Н. Петри разработана технология производства лигноуглеводных пластиков. Целью диссертации автора статьи является разработка рациональных методов оценки качества этого нового материала при машинных испытаниях.

Важным вопросом при изучении механических характеристик нового материала является исследование масштабного фактора образцов при испытаниях. Таким фактором принято называть зависимость прочности материала от размеров образцов. Масштабный фактор по прочности состоит в том, что при изломе образца величина предела прочности зависит от размеров поперечного сечения. Известно, что предел прочности растет с увеличением скорости роста напряжений. Величины пределов прочности при испытаниях образцов с разными размерами можно сравнивать, если скорости роста напряжений в этих образцах одни и те же.

Влияние масштабного фактора на прочность было изучено при испытаниях лигноуглеводных пластиков на статический изгиб на машине ДИ-0,5 т; при этом были исследованы следующие вопросы.

1. *Влияние расстояния между опорами на предел прочности при статическом изгибе с одной сосредоточенной силой в середине пролета.* Были приняты расстояния l , равные 10, 12, 18, 24, 36, 48 см. На каждую точку взято по 10 образцов, и по результатам испытаний построен график зависимости предела прочности от расстояния между опорами при статическом изгибе $\sigma_{\text{пч}} = f(l)$ (рис. 1). Площадь поперечного сечения образцов 5 см^2 , толщина образцов S (10 мм) равна толщине плит. Скорость перемещения нижнего захвата при испытании $V = 10 \text{ мм/мин}$. Как видно из графика, при увеличении расстояния между опорами в 2 раза (по сравнению с исходным пролетом 12 см) предел прочности уменьшается на 9%, а при увеличении в 4 раза — на 13%. Желательно расстояние между опорами брать равным 25—30 S (S — толщина плиты).

* Работа выполнена под руководством доцента, канд. технических наук Л. Н. Муравьева.

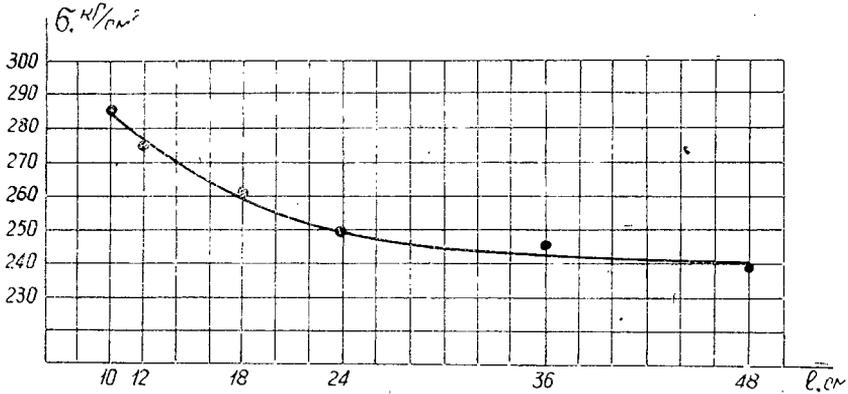


Рис. 1.

2. Влияние ширины образца при испытании на статический изгиб. На каждое расстояние l , равное 10, 12, 18, 24, 36, 48 см между опорами, были взяты следующие размеры образцов по ширине (b): 1; 1,5; 2,0; 2,5; 4,0; 5,0; 7,5; 10,0. На каждую ширину взято по 10 образцов. По опытным данным построен график зависимости предела прочности при статическом изгибе от ширины образца $\sigma_{\text{пч}} = f(b)$ (рис. 2). Плъ-

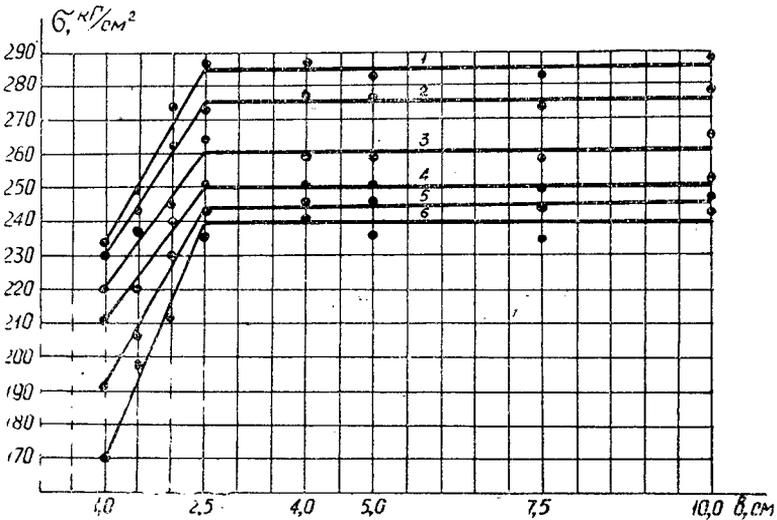


Рис. 2.

щади поперечного сечения образцов взяты соответственно от 1 до 10 см². При испытании всех образцов принята одна и та же скорость роста напряжений ($V_{\sigma} = 600 \text{ кг/см}^2\text{мин}$) при различных скоростях роста нагрузки (от $V_p = 10$ до $V_p = 200 \text{ кг/мин}$) в зависимости от ширины образца при механических машинных испытаниях.

Из графика видно, что образцы шириной от 1 до 2,5 см брать не рекомендуется, так как при испытании сказывается влияние чистоты

обработки образцов (прочность уменьшается). Образцы при испытании на статический изгиб должны быть взяты шириной не менее 2,5 см, а рекомендуемая ширина 5 см. Из рис. 2 видно, что прочность пластиков практически не зависит от размеров поперечного сечения образцов при ширине больше, чем 2,5 см, и заданной постоянной скорости роста напряжений.

Таким образом, несмотря на значительную макронеоднородность пластиков, влияние ее на прочность при разных размерах образцов сказывается весьма незначительно, и практически ею можно пренебречь.

3. *Влияние длины образца на предел прочности при статическом изгибе.* На каждое расстояние между опорами были взяты образцы размерами от $l + 50$ мм до 21 мм. Площадь поперечного сечения образцов 5 см². Условия испытания такие же как и в предыдущем случае. Исследования показали, что предел прочности при изгибе не зависит от длины образца при определенном расстоянии между опорами. Можно рекомендовать длину образца, равную расстоянию между опорами плюс 50 мм.

Исследования были проведены на образцах разных размеров при соблюдении условия постоянства масштабного фактора по времени. Для исключения влияния этого фактора выбранная скорость роста напряжений должна быть равной или больше оптимальной. Все графики построены на основании испытаний 10 образцов для каждой точки. Показатель точности не превышает 5%. По опытным данным коэффициент изменчивости показателя прочности не менее 15%. Отсюда достаточное количество образцов — 9 шт.

Поступила в редакцию
14 марта 1966 г.

УДК 634.0.813 : 674.032

ВЛАГОПОГЛОЩЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ ПОСЛЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

К. Ф. ДЬЯКОНОВ

Заведующий лабораторией сушки древесины

Т. М. КОНОПЛЕВА

Младший научный сотрудник

(ЦНИИМОД)

Влагопоглощение древесины, ранее подвергнутой температурному воздействию, мы изучали на сосне, заготовленной в Вайновском лес-промхозе Архангельской области. Модельные деревья заготавливали по ОСТу НКЛес 196 «Метод выбора модельных деревьев». Термообработке подвергали рейки длиной 500 мм и сечением 40×80 мм. Сухую древесину ($W = 2 \div 3\%$) нагревали 6, 12, 24, 48 и 96 час при 80, 100, 115, 130 и 140°С. Древесину влажностью 15—17% нагревали столько же времени при температурах 80 и 100°С. Во время обработки влажность древесины оставалась неизменной. Испытание проводили по ГОСТу 6336—52 «Методы физико-механических испытаний древесины».

Насыщенность пара в эксикаторах φ принята в 20, 40, 60, 80 и 100%. Эксикаторы находились в термостатической комнате с температурой окружающей среды $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Продолжительность выдержки 120 дней. Образцы взвешивали через 30 дней. На каждый вид испытаний в эксикатор закладывали по 5 образцов. Средние данные влагопоглощения сосны, подвергнутой в сухом состоянии температурному воздействию различной продолжительности и помещенной в среду с различной насыщенностью пара, приведены на рис. 1 (12, 24, 48, 96 — продолжительность нагрева, час).

Эксперименты показали, что гигроскопичность древесины сосны в значительной степени зависит от условий термической обработки. Снижение гигроскопичности тем больше, чем выше температура нагрева древесины и чем продолжительнее нагрев.

При проведении опытов не получено разницы между гигроскопичностью натуральной древесины и гигроскопичностью рабочих образцов, нагревавшихся в течение 12 час при температуре 80°С. Поэтому значение гигроскопичности натуральной древесины для каждой группы φ на графике определяется точкой пересечения линии при $t = 80^\circ\text{C}$ с линиями сорбции, соответствующими 12-часовому нагреву. Так, при $\varphi = 100\%$ влагопоглощение натуральной древесины равно 26%; при $\varphi = 80\%$ — 13,8%, при $\varphi = 60\%$ — 9,6% и т. д. С повышением температуры и продолжительности нагрева гигроскопичность древесины снижается.

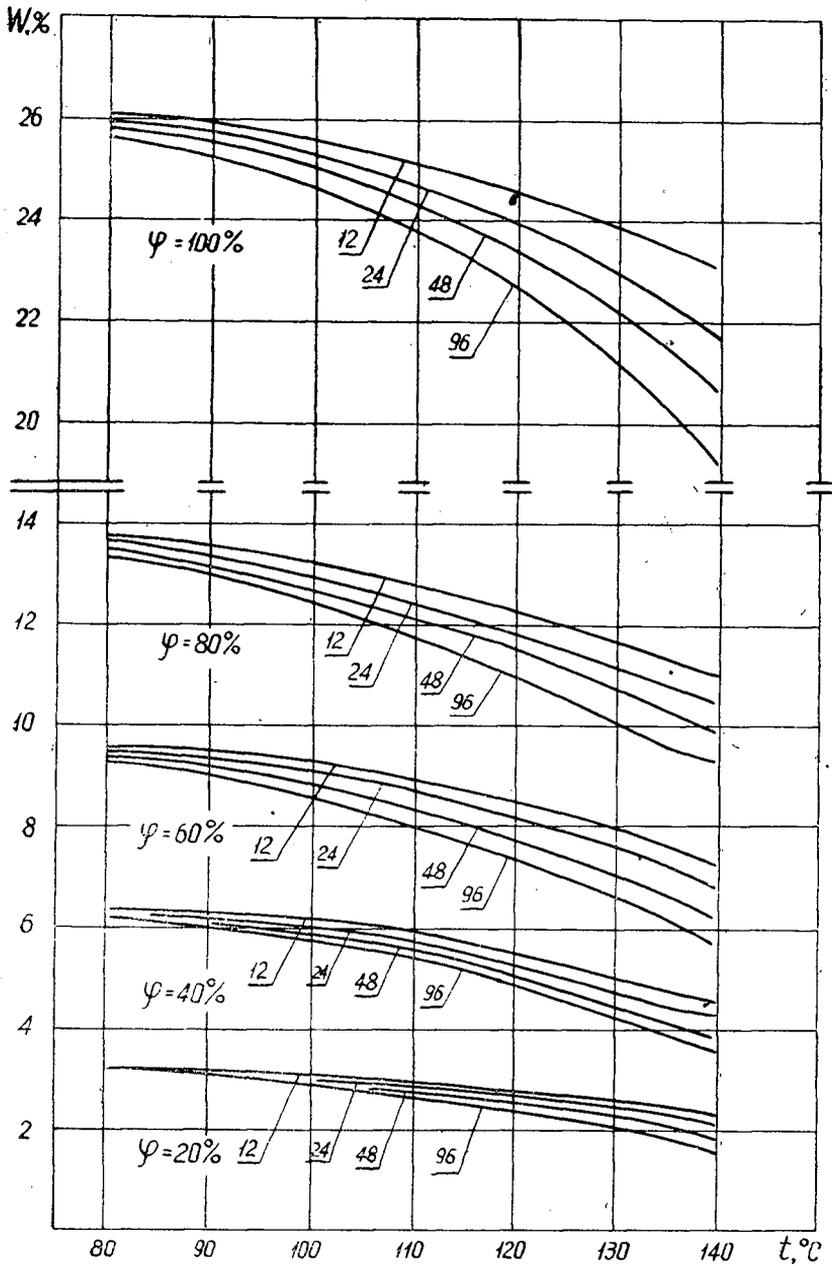


Рис. 1.

Величина изменения влагопоглощения определяется разницей между значением влагопоглощения натуральной древесины и обработанной. Эта разница определяет дефицит сорбции. Максимальный дефицит сорбции имеет место при экстремальных значениях опыта. Так, в случае нагрева древесины при температуре 140°С в течение 96 час дефицит сорбции при φ = 100% составил 6,8%, при φ = 80% — 4,5,

при $\varphi = 60\%$ — 4,0, при $\varphi = 40\%$ — 2,8, при $\varphi = 20\%$ — 1,7%. Другие исходные параметры опыта дали меньшее изменение сорбции, которое определяется пересечением соответствующих кривых на графике.

Нагрев при температуре до 80°C продолжительностью до 96 час не оказывает существенного влияния на гигроскопические свойства древесины. Здесь разница между равновесной влажностью древесины, высушенной в атмосферных условиях и подвергнутой нагреву, незначительна и составляет от 0 до 0,5% в зависимости от влажности окружающего воздуха.

У древесины влажностью 15—17% величина снижения гигроскопичности находилась в тех же пределах, что и у сухой древесины, подвергнутой обработке соответствующим режимом.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. В. Кречетов. Исследование гигротермической характеристики древесины. ЦНИИМОД. Вып. 1, 1958. [2]. А. В. Лыков. Теория сушки. Госэнергоиздат, 1950. [3]. Успехи химии целлюлозы и крахмала. Перевод с английского. ИЛ, 1962.

Поступила в редакцию
25 ноября 1964 г.

УДК 621.93.023

ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ И КИНЕМАТИКИ ПЛЮЩИЛЬНО-ФОРМОВОЧНОЙ ГОЛОВКИ АВТОМАТА ПФАЛ-1

В. Е. ШУИН

Старший преподаватель

(Архангельский лесотехнический институт)

В настоящее время при подготовке рамных пил применяют два способа уширения пропила — развод и плющение зубьев.

На архангельских лесопильно-деревообрабатывающих комбинатах все большее признание находит плющильно-формовочный автомат ПФАЛ-1 конструкции П. И. Лапина [4]. Отличительная особенность этого автомата — совмещение операций плющения и формования зубьев рамных пил. Из-за отсутствия достоверных данных о возникающих усилиях в отдельных узлах автомата мы провели измерение этих усилий и снятие циклограммы основных силовых узлов. При этом было поставлено условие — измерить наибольшие усилия при работе станка в самом тяжелом режиме. Измерения производили на нормально отлаженном станке для плющения зубьев рамной пилы (толщиной 2,4 мм из стали марки 85ХФ) с помощью проволочных датчиков, наклеенных на предпоследнем звене узла плющильного валика на тяге (рис. 1, а); узла формования зуба (рис. 1, в); узла зажима пильного полотна на тяге (рис. 1, б).

На указанные тяги наклеивали два рабочих датчика (с базой в 20 мм), которые включали в измерительный мост. Сигналы с моста после усиления регистрировались на осциллографе МПО-2.

Предварительную тарировку тензометрических датчиков производили на разрывной машине типа Р-5 через каждые 2 кг до усилия в 300 кг, а затем непосредственно на рабочем месте (на станке) тяги были подвергнуты контрольной нагрузке при помощи специального кольцевого динамометра.

В результате проведенных испытаний станка была получена осциллограмма усилий в трех основных узлах силовой головки автомата ПФАЛ-1 (рис. 2). Кривая 1 характеризует усилие на тяге узла формования лопаточки зуба за рабочий и холостой ходы, то есть за один цикл; кривая 2 — величину и характер усилия в узле зажима пильного полотна; кривая 3 показывает усилие на тяге узла плющильного валика. Весь цикл происходит за 2,8 сек. Рассматривая осциллограмму плющильного процесса (кривая 3 на рис. 2), можно выделить следующие характерные участки: *аб* — предварительный обжим зуба плющильным валиком; *бв* — упругая деформация зуба; *вг* — пластическая деформация; *гд* — обратный ход валика с подпором его головкой; *дж* — обратный ход головки; *жз* — конец холостого хода; *за* — начало рабочего хода.

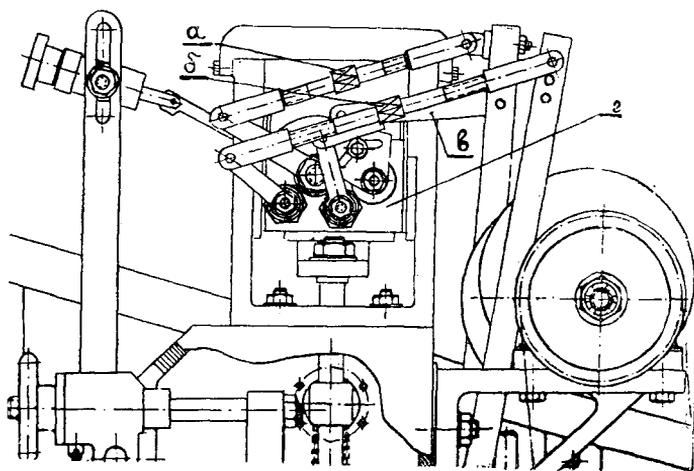


Рис. 1. Общий вид силовой головки ПФАЛ-1.

a — место наклейки датчика измерения усилия плющения; *б* — место наклейки датчика измерения усилия зажима полотна; *в* — тяга узла формирования лопаточки зуба; *г* — корпус головки.

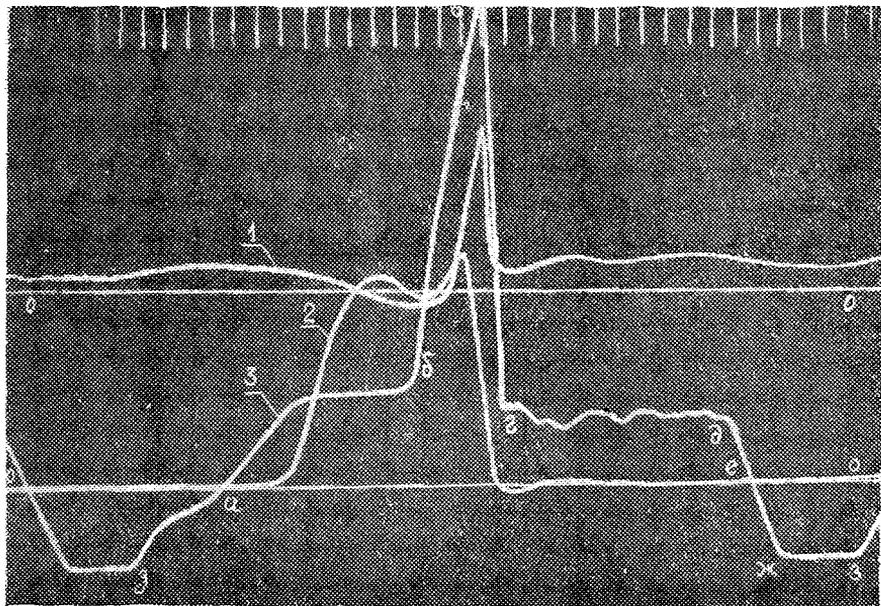


Рис. 2.

После обработки осциллограмм были получены следующие данные силовых параметров: наибольшее усилие на тяге узла плющильного валика 185 кг, на тяге винта зажима пильного полотна — 203 кг (это минимальное усилие, обеспечивающее нормальный зажим полотна), на тяге формирования лопаточки зуба 82 кг.

Исходя из конструктивных размеров рабочих рычагов, шарнирных соединений, винтовых пар, а также из их относительного положения в момент наибольших усилий, расчетным путем получены следующие данные.

1. Наибольший крутящий момент, приведенный к плющильному валику,

$$M_1 = P_1 \cdot l_1 \cdot \sin 57^\circ \cdot \eta_1 = 185 \cdot 0,15 \cdot 0,839 \cdot 0,95 = 22 \text{ кгм},$$

где l_1 — длина рычага поворота валика, равная 0,15 м;

η_1 — к.п.д. шарнирной пары узла плющения (0,95).

Угол между рычагом поворота и тягой в момент наибольшего усилия равен 57° .

Сопоставляя кривую осциллограммы с фактическим положением плющильного валика, можно сделать вывод, что в момент наибольшего усилия вся работа идет на преодоление сопротивлений, возникающих в месте контакта плющильного валика с передней гранью зуба пилы и в опорах валика. На основании этого можно составить уравнение моментов

$$M_1 = m'_{\text{тр}} + m''_{\text{тр}},$$

где $m'_{\text{тр}}$ — момент трения в цапфах плющильного валика;

$m''_{\text{тр}}$ — момент трения плющильного валика о переднюю грань зуба при деформации металла пилы.

Произведя подстановку и преобразуя уравнение, определяем наибольшее нормальное давление плющильного валика на переднюю грань зуба в момент плющения

$$M_1 = m'_{\text{тр}} + m''_{\text{тр}} = 1,28 \cdot Q_1 \cdot r \cdot \mu + 1,57 \cdot Q_1 \cdot r \cdot \mu, *$$

где μ — коэффициент сухого трения скольжения твердой стали по твердой стали [5];

r — радиус плющильного валика (0,007 м).

Отсюда осевое (нормальное) давление $Q_1 = 2830 \text{ кг}$.

2. Наибольший крутящий момент, приведенный к винту зажима пильного полотна,

$$M_2 = P_2 \cdot l_2 \cdot \sin 84^\circ \cdot \eta_2 = 14,4 \text{ кгм},$$

где P_2 — максимальное усилие, кг;

l_2 — длина рычага поворота (0,075 м);

η_2 — к.п.д. шарнирной пары, равный 0,95.

Угол между рычагом и тягой в момент наибольшего усилия равен 84° .

Осевое давление винта зажима на полотно пилы $Q_2 = 2540 \text{ кг}$.

3. Наибольший крутящий момент, приведенный к винту зажима формирующих плашек, $M_3 = 6,12 \text{ кгм}$.

Угол между тягой и рычагом поворота винта в момент максимального усилия равен 60° . Осевое давление формирующих плашек на боковые грани зуба $Q_3 = 705 \text{ кг}$.

Кинематический анализ основных силовых узлов головки автомата ПФАЛ-1 направлен на выявление кинематических параметров, заложен-

* Момент трения вращения шипа в подшипнике для приработанной цапфы $m_{\text{тр}} = 1,28 \text{ Qr}\mu$, а для неприработанной — $m_{\text{тр}} = 1,57 \text{ Qr}\mu$ [3].

ных при проектировании станка, и отклонений, допущенных при изготовлении и наладке станка [1].

В результате анализа были составлены график пути как функция угла поворота φ или времени t (рис. 3) и график скорости (рис. 4).

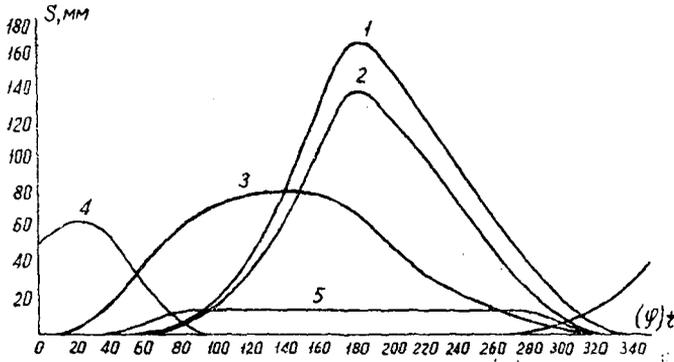


Рис. 3.

1 — перемещение тяги узла плющения; 2 — тяги узла формования; 3 — тяги узла зажима полотна нилы; 4 — толкателя подачи нильного полотна и 5 — головки.

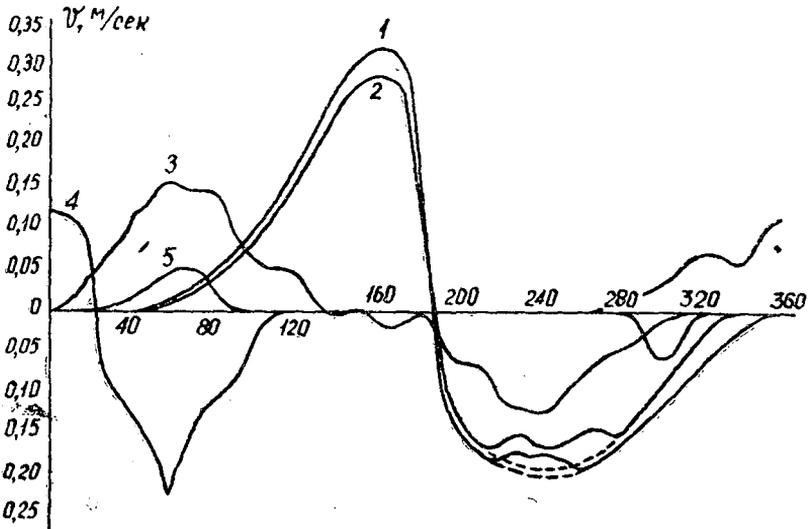


Рис. 4.

1 — узел плющения; 2 — формования; 3 — зажима; 4 — перемещения полотна; 5 — подъем головки.

При этом истинная скорость была заменена средней в пределах $1/31$ оборота кулачкового вала и подсчитана по формуле [2]

$$V_{\text{ср}} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \text{ м/сек},$$

где ΔS — приращение пути на каждом из участков, м;
 Δt — продолжительность $1/31$ оборота вала, сек.

Согласно осциллограмме полный оборот кулачкового вала происходит за 2,8 сек.

Анализируя график (рис. 4), можно заметить неравномерность скорости на отдельных участках всех основных силовых узлов головки, что является следствием наличия больших зазоров в пазах кулачков.

При анализе циклограмм станка (рис. 5) можно установить, что порядок работы отдельных механизмов силовой головки станка ПФАЛ-1 параллельно-последовательный.

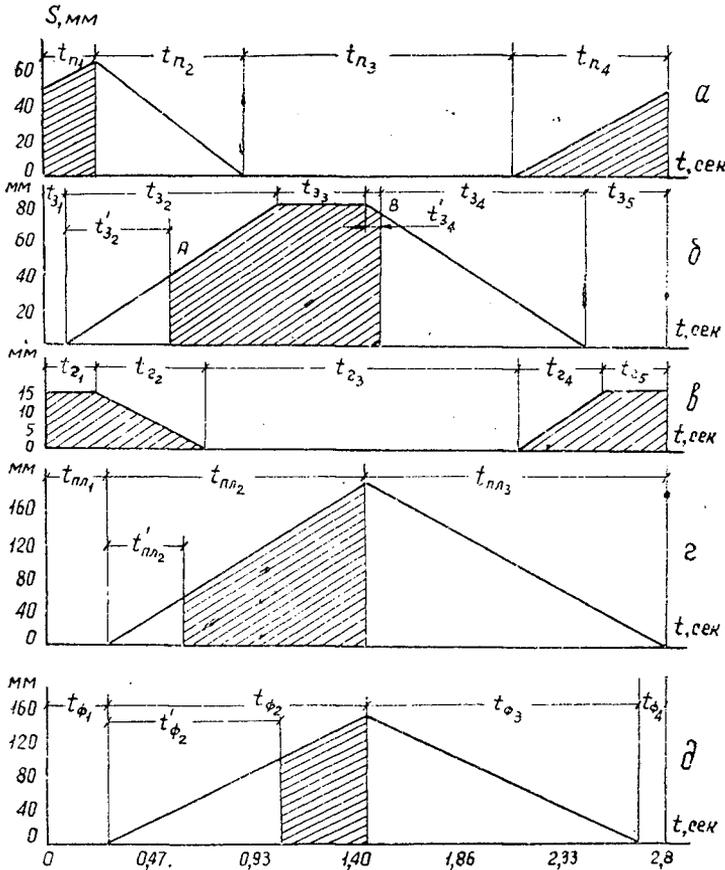


Рис. 5.

Циклограмма механизма перемещения пилы дана на рис. 5, а. На участке t_{n_1} t_{n_4} происходит перемещение полотна пилы на один зуб, то есть рабочий цикл подачи

$$t_n = t_{n_1} + t_{n_4} = 1,02 \text{ сек.}$$

На участке t_{n_3} происходит отвод собачки или холостой ход подачи; t_{n_3} — время выстоя.

Учитывая, что полный рабочий цикл равен 2,8 сек, коэффициент использования или загрузки механизма перемещения пилы $\eta' = 0,36$.

На рис. 5, б представлена циклограмма механизма зажима полотна пилы.

По циклограмме можно установить, что фактический зажим полотна начинается не в начале рабочего хода, а в точке *A* и заканчивается в точке *B*.

Полный рабочий цикл зажима

$$t_3 = t_{3_2} - t'_{3_2} + t_{3_3} + t'_{3_4} = 0,97 \text{ сек},$$

где t_{3_2} — время рабочего хода (0,95 сек);

t'_{3_2} — время потери рабочего хода (0,47 сек);

t_{3_3} — время выстоя (0,41 сек);

t'_{3_4} — время потери на отход винта от пильного полотна пилы (0,08 сек).

Коэффициент полезного использования механизма зажима $\eta'' = 0,35$.

Циклограмма механизма подъема силовой головки показана на рис. 5, в.

Рабочий цикл по времени

$$t_r = t_{r_1} + t_{r_2} + t_{r_3} + t_{r_4} = 1,32 \text{ сек},$$

где $t_{r_1} + t_{r_2}$ — время выстоя 0,47 сек;

t_{r_3} — время опускания головки 0,5 сек;

t_{r_4} — время подъема головки 0,35 сек.

Коэффициент полезной загрузки механизма подъема головки $\eta''' = 0,47$.

Циклограмма механизма плющения дана на рис. 5, г. На участке $t_{пл_2}$ происходит рабочее движение плющения, при этом, на участке $t'_{пл_2}$ идет предварительный обжим, на участке $t_{пл_3}$ — холостой ход; $t_{пл_1}$ и $t'_{пл_1}$ — время выстоя. Рабочий ход происходит за время $t_{пл} = t_{пл_2} = 1,09 \text{ сек}$, а коэффициент использования механизма плющения $\eta'''' = 0,39$.

Циклограмма механизма формования лопаточки зуба представлена на рис. 5, д. На участке t_{ϕ_3} происходит рабочее движение обжима, при этом вначале идет холостой подвод плашек до встречи с боковой гранью лопатки t'_{ϕ_2} , поэтому фактически обжим происходит только на участке

$$t_{\phi} = t_{\phi_2} - t'_{\phi_2} = 0,34 \text{ сек}.$$

Коэффициент полезного использования механизма формования по времени $\eta'''' = 0,12$.

Подводя общий итог, можно сделать вывод о сравнительно низком коэффициенте загрузки механизмов силовой головки станка, который находится в пределах от 0,12 до 0,47, средний к.п.д. равен 0,34.

Теоретическая производительность автомата ПФАЛ-1

$$Q_T = \frac{K \cdot 3600 \cdot 7}{T} = 9000 \text{ шт. зубьев/смену},$$

где K — число одновременно обрабатываемых зубьев;

T — время одного цикла (2,8 сек).

Действительная производительность

$$Q_d = \frac{K \cdot 3600 \cdot 7}{T_p} \cdot \eta,$$

где T_p — время рабочего цикла.

$$T_p = t_m + t_p = 3,5 \text{ сек.}$$

где t_m — машинное время обработки одного зуба;

t_p — ручное время, затрачиваемое на установку полотна и регулировку каждой пилы.

Время, отнесенное к отдельному зубу, $t_p = 0,7 \text{ сек.}$ Если принять коэффициент использования станка $\eta = 0,92$, то действительная производительность станка-автомата ПФАЛ-1 $Q_d = 6624 \text{ шт. зубьев/смену}$, что составит 158—165 рамных пил в смену.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. И. Артоболевский, С. И. Артоболевский и др. Методы анализа машин-автоматов. Изд. АН СССР, 1945. [2]. С. И. Артоболевский. Машины-автоматы. Машгиз, 1949. [3]. В. А. Горанский. Техническая механика. ОГИЗ, 1949. [4]. П. И. Лапин. Плющильно-формовочный автомат ПФАЛ-1. Журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 12, 1961. [5]. Справочник технолога машиностроителя, т. 2. Машгиз, 1956.

Поступила в редакцию:
15 октября 1965 г.

УДК 634.0.813.11

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ О МЕХАНИЗМЕ ОБРАЗОВАНИЯ ЛИГНОСУЛЬФОНОВЫХ КИСЛОТ

В. М. НИКИТИН

Профессор, доктор химических наук

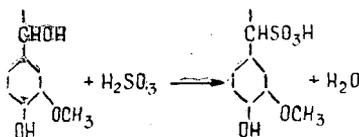
(Ленинградская лесотехническая академия)

При сульфитном способе получения целлюлозы содержащийся в древесине лигнин превращается в лигносульфоновые кислоты, трудно-растворимые в первой стадии процесса и переходящие в раствор в результате гидролиза при дальнейшем нагревании.

Этот процесс, имеющий столетнюю историю, был объектом исследования сотен ученых и практиков, работавших в различных странах. Наибольших результатов добились шведские исследователи [2], [3], [6], [7], [8], [9]. Выдвинутой ими идея ответственности α -гидроксильной группы, содержащейся в боковой пропановой цепочке молекулы лигнина, и идея определения процесса образования лигносульфоновой кислоты как замены вторичной гидроксильной группы при действии сернистой кислоты на сульфогруппу — в настоящее время общеприняты.

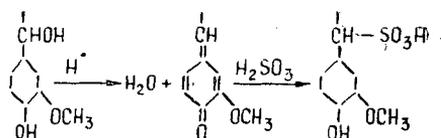
Не вызывает сомнения, что при взаимодействии лигнина с сернистой кислотой и ее солями основным продуктом являются лигносульфоновые кислоты, у которых сульфогруппа находится в α -положении к ароматическому ядру лигнина; сульфогруппа не входит в ароматическое ядро, а содержится в боковой пропановой цепочке; исходный продукт для взаимодействия сернистой кислоты с лигнином — α -спиртовая группа. Однако непонятно, почему при взаимодействии сернистой кислоты и ее солей с лигнином получается сульфокислота, тогда как при действии сернистой кислоты на другие вторичные спирты образуются эфиры сернистой кислоты. Непонятно также, почему при этой реакции увеличивается валентность серы и за счет чего происходит этот процесс. Не выяснено, почему именно α -спирты, содержащие в p -положении фенольный гидроксил, обладают такой высокой активностью и почему они легко реагируют со спиртами, фенолами, сульфгидрильными производными. Почему также реакция образования сульфокислот легче протекает в кислой среде. Неясно, почему лигносульфоновые кислоты получаются не только в кислой, но и в нейтральной и даже в щелочной среде и, наконец, почему получающиеся в начале варки лигносульфоновые кислоты плохо растворимы в воде.

Если рассматривать процесс в виде предложенной Хольмбергом [1] схемы



то закономерность поставленных вопросов становится очевидной. Но дать правильные исчерпывающие ответы на них очень трудно, так как, по-видимому, эта схема реакции является упрощенной.

Мы поставили цель — в существующую теорию сульфитной варки внести дополнения, помогающие в разъяснении некоторых вопросов. В одной из наших работ было указано, что под влиянием кислот природный лигнин, отщепляя воду, переходит в активную хинонметидную форму, которая может легко реагировать с разнообразными веществами, образуя продукты присоединения, окисления или восстановления хинона. Таким образом, реакцию сульфирования лигнина мы рассматриваем как двухступенчатый процесс: первой ступенью является превращение α -окси-*p*-фенола в хинон; второй ступенью — присоединение сернистой кислоты или ее солей к хинонметиду с образованием соединения, содержащего сульфогруппу. Возможно, процесс идет более сложно, так как механизм образования сульфокислот из хинонов до конца не изучен. В общем виде механизм реакции сульфирования природного лигнина может быть представлен в виде схемы

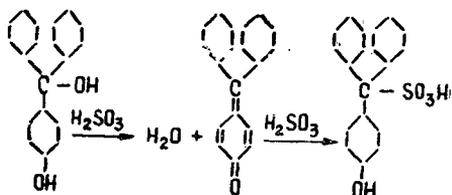


Нетрудно видеть, что дегидратация является окислительным процессом, приводящим к образованию активной фазы лигнина — хинонметида; последний восстанавливается сернистой кислотой, при окислении которой образуется сульфокислота. Равным образом можно видеть, что на первый взгляд эта реакция суммарно представляет собой процесс образования сульфокислоты из сернистой кислоты и вторичного спирта. Судя по начальным и конечным продуктам реакции, процесс не отличается от предложенного Хольмбергом [6], тем не менее, образование хинонметидной формы, которое каталитически ускоряется ионами водорода, может значительно снизить энергию активации процесса и облегчить его проведение. Ступенчатая реакция сульфирования лигнина дает возможность оценить роль концентрации ионов водорода в этом процессе и концентрации хинонметидной формы в процессе сульфирования и полимеризации (инактивации) лигнина.

Реакция превращения хинонметидов в гидролизный лигнин может иметь место, когда в древесине недостаточно сернистой кислоты; при достаточном же ее количестве и не слишком высокой температуре полимеризация хинонметидов и связанная с этим инактивация лигнина не происходит. Возможность образования хинонметидов из природного и некоторых других лигнинов была показана опытным путем; наличие хинонметидов качественно определяли методом ультрафиолетовой спектроскопии [4]. Хинонметиды обладают высокой реакционной способностью и легко реагируют с различными веществами, образуя разнообразные производные лигнина.

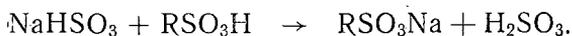
Давно известно [5], [10], что хиноны способны реагировать с сернистой кислотой и ее солями с образованием сульфокислот. Особенно интересны в этом отношении работы Байера и Виллигера, в которых они изучали взаимодействие *p*-окситрифенилкарбинола с сернистой кислотой. Оказалось, что и при этой реакции образуется та же самая сульфокислота, что и при взаимодействии фуксона с сернистой кислотой и ее солями. Из этого был сделан единственно правильный вывод,

что образование сульфокислот из *p*-окситрифенилкарбинола идет через стадию отщепления воды и образования фуксона с последующим взаимодействием последнего с сернистой кислотой или ее солями по схеме



По-видимому, эти исследования в области присоединения сернистой кислоты к хинонам подтверждают возможность образования лигносульфовых кислот из лигнина и сернистой кислоты (или ее солей). Образование хинонметидов каталитически ускоряется ионами водорода. Увеличение температуры также благоприятно влияет на образование активированного лигнина. Если процесс протекает при постоянной температуре, то главную роль в ускорении реакции может играть концентрация ионов водорода. Вначале имеет место слабая кислотность, определяемая концентрацией ионов водорода, доставляемых сернистой кислотой ($K = 10^{-2}$). Однако и при этом какая-то часть лигнина может переходить в хинонметидную форму, которая, реагируя с сернистой кислотой, образует сульфокислоты. Последние являются сильными кислотами с высокой константой диссоциации ($K = 10^{-1}$), близкой к серной кислоте. Поэтому по мере образования сульфокислоты усиливают кислотность внутри кусочков древесины и ускоряют образование новых количеств сульфокислоты. Иначе говоря, процесс сульфирования древесины сернистой кислотой является автокаталитическим.

Если в варочном растворе кроме сернистой кислоты присутствуют ее соли (натриевые, кальциевые, аммонийные, магниевые или какие-либо другие), то последние будут реагировать с сульфокислотами по реакции обмена с выделением H_2SO_3



Образование солей лигносульфовых кислот приводит к уменьшению кислотности среды и к замедлению процесса сульфирования.

Как мы уже указывали [1], лигносульфовые кислоты способны реагировать с гидроксилами других молекул лигнина или молекул полисахаридов с образованием сульфозэфиров, в результате чего возникают поперечные связи между большими молекулами

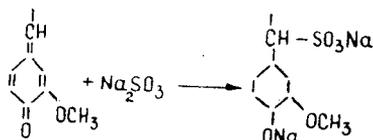


Этот процесс вызывает также уменьшение количества ионов водорода в реагирующей массе и поэтому снижает скорость сульфирования лигнина.

Для нормального и быстрого течения сульфитной варки необходимо, чтобы образовалось достаточное количество хинонметида и чтобы было подведено нужное количество сернистой кислоты. При недостатке кислоты будет происходить взаимодействие хинонметидных групп между собой, в результате чего получится гидролизный лигнин (инактивация лигнина кислотами). Инактивация лигнина может происходить и тогда, когда будет слишком высокая температура процесса или недостаточна концентрация взятой в реакцию сернистой кислоты.

Количество образующихся хинонметидов, а также скорость реакции сульфирования можно регулировать добавкой солей сернистой кислоты. Эта кислота снижает концентрацию ионов водорода в реагирующей массе, так как катионы, связываясь с образующимися сульфокислотами, снижают активную кислотность и тем самым уменьшают возможность образования хинонметидных групп.

Как известно, хиноны реагируют не только с сернистой кислотой, но и с ее солями (сульфитами и бисульфитами) по следующей схеме:



В результате действия сернистой кислоты и ее солей получают практически одинаковые лигносульфоновые кислоты. Однако, чем меньше pH, тем легче образуется необходимое для реакции количество хинонметидных групп. Поэтому увеличение pH, которое происходит при переходе от сернистой кислоты к ее солям, вызывает уменьшение возможности образования хинонметидов при данных температурах реакции; для возрастания возможности образования активированного лигнина приходится поднимать температуру процесса. Если с чистой сернистой кислотой образование лигносульфоновых кислот происходит при 50—100° С, то с сульфитом натрия эту реакцию сульфирования нужно проводить при 160—170° С; часто последняя идет медленнее, чем варка с сернистой кислотой при низких температурах. Разную скорость образования лигносульфоновых кислот химики шведской школы объясняют существованием в нативном лигнине функциональных групп с различной реакционной способностью к реакциям сульфирования. Представляется целесообразным изучить вопрос, не является ли причиной разной скорости сульфирования лигнина величина pH, по-разному влияющая на образование промежуточной стадии активированного лигнина. При высоких температурах процесс идет энергичнее и дальше, а при больших значениях pH — труднее, и для проведения его с достаточной скоростью следует увеличивать температуру реакции.

Таким образом, наши исследования показали, что теория кислотной активации лигнина может быть применена и к реакции лигнина с сернистой кислотой. При образовании лигносульфоновых кислот из природного лигнина и сернистой кислоты происходят окислительно-восстановительные реакции, при которых четырехвалентная сера окисляется в шестивалентную, а лигнин восстанавливается.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. М. Никитин, Я. В. Никитин. О первой стадии сульфитной варки целлюлозы. «Бумажная промышленность» № 3, стр. 5—8, 1966. [2]. Ф. Браунс, Д. Браунс. Химия лигнина. Изд-во «Лесная промышленность», 1964, стр. 424. [3]. E. Adler с сотр. Svensk Papperstidn. 55, 245, 1952. [4]. E. Adler. Ber. 89, 291 1956. [5]. Bayer, Villiger. Ber. 36, 2793, 1903. [6]. G. Berg, B. Holmberg. Svensk. Kem. Tidskr. 47, 257, 1935. [7]. H. Erdtman. Svensk. Papperstidn, 43, 255, 1947. [8]. J. Gierer. Acta Chem. Scand. 8, 1319, 1954. [9]. B. Lindgren. Acta Chem. Scand, 5, 603, 1951. [10]. Schiff. Compt. rend 64, 182, 1966.

УДК 634.0.813.11

К ВОПРОСУ О СЕРЕ В ТИОЛИГНИНЕ

Г. Ф. ПРОКШИН

Старший преподаватель

Б. Д. БОГОМОЛОВ

Доцент, кандидат технических наук

(Проблемная лаборатория Архангельского лесотехнического института)

Общепринятый взгляд на химизм процесса делигнификации древесины при сульфатной варке целлюлозы предполагает участие сульфида натрия в реакциях с лигнином с образованием щелочного сульфатного лигнина-тиолигнина [1], [2], [6], [7]. Многочисленные экспериментальные данные, полученные на модельных веществах и при исследовании тиолигнина, в основном подтверждают правильность существующих представлений.

Содержание серы в тиолигнинах, выделенных из отработанных щелоков, составляет 2—3% [1]. Можно предполагать, что эта сера связана с лигнином по типу тиоэфирной связи, как наиболее устойчивой к действию щелочей. Гидросульфидная и дисульфидная группы в тиолигнине [11] экспериментальным путем не были найдены.

Ю. В. Жигалов и Д. В. Тищенко [3] в 1962 г. высказали возражение против изложенного взгляда. Они показали химическим путем (нагревание тиолигнина с сульфитом натрия и цианидом калия), что основная часть серы в тиолигнине представляет собой элементарную «замурованную» в лигнине серу и лишь доли процента ее органически связаны в виде сульфокислых групп. На основе этого авторы высказали мнение о неприменимости прежних взглядов на химизм сульфатной варки и показали, что сульфид натрия влияет на ход варки как восстановитель [3], [10].

Потенциометрическим титрованием тиолигнина аммиаком азотнокислого серебра [5] мы получили данные, которые указывают на присутствие в тиолигнине, главным образом, органически связанной и лишь незначительного количества элементарной серы. Следует заметить, что здесь речь идет не о высокосернистом тиолигнине, а о тиолигнине обычных производственных и лабораторных варок.

Для качественного и полуколичественного определения элементарной серы в тиолигнине мы использовали свойство элементарной серы растворяться при нагревании в щелочи с образованием сульфида натрия и тиосульфата [4]



Таким образом, если в тиолигнине содержится элементарная сера, то после нагревания тиолигнина с раствором щелочи следует ожидать

образования сульфид-иона, который легко обнаруживается и определяется при потенциометрическом титровании аммиаком азотнокислого серебра. Лигнин не мешает определению сульфид-иона, вследствие различия их реакционной способности и величины исходного потенциала. При титровании аммиаком азотнокислого серебра сначала реагирует сульфид-ион с образованием осадка сульфида серебра. Сульфид-ион качественно обнаруживается в растворе по величине исходного потенциала в пределах -800 мв. Без сульфида натрия исходный потенциал раствора тиолигнина в щелочи устанавливается в пределах от -200 до -400 мв. Первый скачок потенциала, соответствующий титрованию сульфид-иона, находится в пределах от -800 до -500 мв, а тиолигнин и другие соединения титруются в пределах от -500 до $+100$ мв.

Нагревание тиолигнина, элементарной серы в 20%-ном растворе едкого натра, натронного лигнина без добавления и с добавлением элементарной серы и измерение потенциалов после нагревания действительно показали, что в тиолигнине очень мало элементарной серы. Об этом качественно свидетельствует невысокий исходный отрицательный потенциал и количественно — результат титрования (рис. 1). Расчеты по кривым титрования (кривые 2 и 3) показали, что содержание элементарной серы в тиолигнине не превышает 0,1%.

В работе не ставили задачу определения характера связи органической серы, но принятый метод титрования дает возможность получить некоторые сведения и о гидросульфидной сере в тиолигнине. Гидросульфид-ион определяется скачком потенциала в области от -400 до -200 мв, то есть после оттитровывания сульфид-иона [5]. Так как гидросульфидного скачка потенциалов не наблюдалось (рис. 1, кривая 2), то нельзя говорить о сколько-нибудь значительном содержании гидросульфидных групп в тиолигнине. То же следует сказать и о дисульфидных группах в тиолигнине, образование которых в процессе сульфатной варки маловероятно, так как они восстанавливаются при нагревании с сульфидом натрия [8], [9].

Если в тиолигнине нет или содержится очень мало элементарной, гидросульфидной и дисульфидной серы, то следует полагать, что она находится в нем в виде тиоэфирной или сульфоксильной серы.

Экспериментальная часть*

Образец тиолигнина, содержащий 1,35% общей серы, выделен из полуупаренного черного щелока, отмыт от солей и освобожден от водорастворимых и смолистых веществ по обычной методике [1]. Образец натронного лигнина выделен из щелока лабораторных варок и обработан аналогично тиолигнину. Элементарную серу перед взятием навески растирали до мелкодисперсного порошка.

Навеску натронного лигнина (400 мг) нагревали в мерной колбе с 25 мл 20%-ного раствора едкого натра при $95-100^{\circ}\text{C}$ в течение

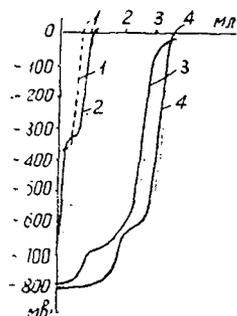


Рис. 1.

1 — натронный лигнин ($E_0 = -360$ мв); 2 — тиолигнин ($E_0 = -660$ мв); 3 — натронный лигнин с серой ($E_0 = -800$ мв); 4 — элементарная сера.

* В экспериментальной части работы принимала участие студентка V курса факультета химической технологии древесины АЛТИ Т. С. Сквородкина.

15 мин и затем содержимое колбы тем же раствором NaOH доводили до метки. Пробы раствора из мерной колбы, по 25 мл титровали 0,1 н-ным раствором аммиаката азотнокислого серебра. Аналогичные опыты проводили с натронным лигнином (400 мг) при добавке 10 мг серы, с тиолигнином и с элементарной серой без лигнина. Количество добавленной серы к натронному лигнину выбирали так, чтобы оно составляло около 2,5%, то есть было того же порядка, что и содержание серы в обычном тиолигнине.

Из рис. 1 видно, что в случае натронного лигнина исходный потенциал устанавливался при — 360 мв (отсутствие сульфид-иона), а в случае тиолигнина — при — 660 мв (очень мало сульфид-иона) и в случае натронного лигнина с 10 мг серы — при — 800 мв. Путем сравнения расхода аммиаката азотнокислого серебра на титрование тиолигнина (кривая 2) и натронного лигнина с добавленной элементарной серой (кривая 3) легко подсчитать, что в тиолигнине содержится около 0,08% элементарной серы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Д. Богомолов, А. А. Соколова. Побочные продукты сульфатно-целлюлозного производства. Гослесбумиздат, М., 1962, стр. 37—69. Б. Д. Богомолов. Труды ЛТА № 75, 1956. [2]. Ф. Браунс. Химия лигнина. Изд-во «Лесная промышленность». М., 1965, стр. 465—498. [3]. Ю. В. Жигалов, Д. В. Тищенко. ЖПХ, XXXV, вып. I, 1962. [4]. И. С. Иванова. Научные труды ВНИИБа, вып. 45, 1960, стр. 137—157. [5]. Методы анализа органических соединений нефти, их смесей и производных. Сб. I. Изд-во АН СССР, М., 1960, стр. 87—93. [6]. Ю. Н. Непенин. Технология целлюлозы. М., 1963, стр. 38—115. [7]. Н. И. Никитин. Химия древесины. Изд-во АН СССР, М.—Л., 1962, стр. 440, 651—663. [8]. Химия нефти и газа. Сб. «Итоги науки». Изд-во АН СССР, М., 1958, стр. 54. [9]. Ф. Челенджер. Некоторые вопросы химии серосодержащих органических соединений. ИЛ, М., 1963, стр. 23. [10]. Г. Чиркин, Д. В. Тищенко. ЖПХ, XXXV, вып. I, 1962. [11]. T. Enkvist. Svensk Papperstidning, 51, № 10, 1948.

Поступила в редакцию
20 января 1966 г.

УДК 634.0.813.13

МОДИФИКАЦИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ДИМЕТИЛОЛДИАМИДОМ АДИПИНОВОЙ КИСЛОТЫ

В. В. ФЕФИЛОВ

Доцент, кандидат химических наук

М. Б. САМОРИНОВА

Инженер

(Московский лесотехнический институт)

Одним из способов модификации свойств целлюлозы является обработка ее различными бифункциональными соединениями, приводящая к образованию поперечных химических связей между макромолекулами. Широкое распространение такая обработка получила в текстильной промышленности, где ее применяют для придания тканям несминаемости и гидрофобности.

Реакции образования поперечных связей в бумаге изучали П. В. Афанасьев и С. Е. Бресслер [1], Штамм [7], Бруно Марек [3]. Некоторые авторы [4], [6] отмечают, что при образовании поперечных связей в волокнах целлюлозы и бумаге повышается устойчивость к нагреванию, однако специальных исследований по выяснению этого вопроса не проводилось.

В настоящей статье излагаются результаты исследований по обработке бумаги диметиллолдиамидом адипиновой кислоты (ДМДА), который получали в лабораторных условиях путем нагревания формальдегида и диамида адипиновой кислоты на водяной бане при 75—80°С с катализатором углекислым калием. Для изучения была взята фильтровальная бумага лабораторная ФО (ГОСТ 7246—54). Из ДМДА pripravляли раствор определенной концентрации, им пропитывали листы бумаги, затем избыток раствора снимали фильтровальной бумагой. Обработанную таким образом бумагу подсушивали на сушильном цилиндре в течение 5 мин при температуре 80°С и помещали в сушильный шкаф для термообработки. Оптимальные значения продолжительности и температуры термообработки были определены экспериментально. После термообработки бумагу промывали в содо-мыльном растворе, воде и сушили на воздухе.

Влияние отдельных факторов

Для выяснения вопроса о влиянии количества ДМДА в рабочем растворе на реакцию с целлюлозой pripravляли растворы различной концентрации ДМДА, все остальные условия были постоянными, а именно: катализатор — хлористый магний; температура термообработ-

ки 140°C ; продолжительность термообработки 6 мин; модуль ванны 1 : 20.

Сводные данные о влиянии концентрации раствора ДМДА на содержание азота в обработанной целлюлозе приведены в табл. 1.

Таблица 1

Концентрация раствора ДМДА, г/л	10	20	30	40	60
Содержание азота в целлюлозе, % к исходному волокну	0,31	0,39	0,50	0,62	0,71

Из табл. 1 видно, что с повышением концентрации раствора ДМДА содержание азота в модифицированной целлюлозе растет.

Было изучено также влияние вида и количества катализатора на реакцию ДМДА с целлюлозой. В качестве катализаторов использовали соляную кислоту и хлористый магний. При применении соляной кислоты реакция с целлюлозой протекала лишь при рН, равном 2,5; целлюлоза сильно разрушалась. Уже при 0,5%-ном содержании азота в обработанной целлюлозе она становилась хрупкой, поэтому при дальнейших исследованиях соляную кислоту в качестве катализатора не применяли.

Для установления влияния количества хлористого магния была проведена серия обработок. Приготавливали растворы ДМДА с содержанием хлористого магния 5—10—20—30—40—50 г/л; концентрация ДМДА 10 г/л; температура термообработки 140°C ; продолжительность 6 мин; модуль ванны 1 : 20.

Влияние количества хлористого магния на содержание азота в обработанной целлюлозе представлено на рис. 1.

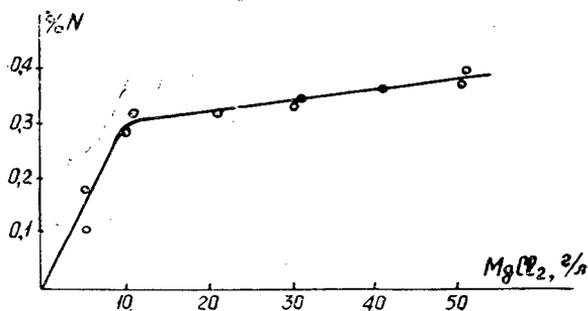


Рис. 1.

Из рисунка видно, что при повышении концентрации хлористого магния до 10 г/л содержание азота в обработанной целлюлозе возрастает, дальнейшее увеличение концентрации катализатора существенного влияния на эффективность реакции ДМДА с целлюлозой не оказывает.

Для выяснения влияния температуры термообработки на содержание азота в обработанной целлюлозе была проведена серия обработок (табл. 2). Продолжительность термообработки 6 мин, концентрация ДМДА 10 г/л, концентрация хлористого магния 15 г/л.

Из табл. 2 видно, что реакция ДМДА с целлюлозой начинает протекать при температуре 120°C , но в этом случае эффективность реак-

Таблица 2

Температура термообработки, °С	Содержание азота в обработанной целлюлозе, %	Растворимость в медноаммиачном растворе, %
100	—	100
120	0,19	80,0
140	0,28	17,0
160	0,33	15,0

ции еще очень незначительна. При 140°С повышается содержание азота и резко падает растворимость в медноаммиачном растворе. Возрастание температуры термообработки до 160°С при данных условиях реакции не оказывает существенного влияния на содержание азота в обработанной целлюлозе.

Исследование влияния различных факторов на реакцию ДМДА с целлюлозой показало, что содержание азота в целлюлозе можно регулировать применением растворов различной концентрации ДМДА и до некоторой степени изменением температуры термообработки.

Исследование свойств модифицированной целлюлозы

В целлюлозе, обработанной ДМДА, определяли процентное содержание азота, растворимость в медноаммиачном растворе, механические показатели, влагопрочность, гигроскопичность и набухание в воде. Для исследования были взяты разные сорта бумаги — фильтровальная лабораторная ФО (ГОСТ 7246—54) и кабельная КВ-120. Путем обработки бумаги раствором ДМДА были получены образцы с содержанием азота 0,3 и 0,6%.

Анализ показал, что при увеличении содержания азота в обработанной целлюлозе растворимость ее в медноаммиачном растворе падает.

Известно, что способность уменьшать растворимость в обычных растворителях приобретает целлюлоза, в которой образованы поперечные связи между макромолекулами. После обработки смолами, например, меламино-формальдегидной, целлюлоза также не растворяется в медноаммиачном растворе. Однако, как показал Б. Б. Гутман [2], при измельчении такой целлюлозы она полностью растворяется в медноаммиачном растворе. Этот факт послужил одним из доказательств того, что при обработке целлюлозы меламино-формальдегидной смолой происходит простая адсорбция ее на волокне без образования химических связей. Нами же была проверена растворимость обработанной ДМДА целлюлозы, нарезанной на кусочки, и целлюлозы измельченной; при этом в обоих случаях получился одинаковый остаток, не растворимый в медноаммиачном растворе (табл. 3).

Таблица 3

Бумага	Содержание азота, %	Вес взятой для анализа целлюлозы, г	Вес остатка после растворения образцов, нарезанных на кусочки, г	Растворимость, %	Вес остатка после растворения образцов, измельченных до волокна, г	Растворимость, %
Фильтровальная	0,6	0,2	0,1519	18,5	0,1495	19,2
" . . .	0,3	0,2	0,0968	48,0	0,0980	47,2
Кабельная . . .	0,6	0,2	0,1393	25,0	0,1381	25,5
" . . .	0,3	0,2	0,0780	58,0	0,0776	58,2

(в процентах к первоначальному). Для исследования брали фильтровальную бумагу, термическое старение которой осуществляли следующим образом: нарезали образцы размером 80×150 мм, подвешивали их в сушильном шкафу и выдерживали в течение различного времени при 100, 130 и 150° С; затем образцы вынимали из шкафа, кондиционировали при 20° С и относительной влажности воздуха 65% в течение 48 час, после чего их испытывали на сопротивление при продавливании.

В табл. 5 приведены данные по определению термостойкости фильтровальной бумаги, подвергнутой нагреванию при 150° С в течение различного времени.

Таблица 5

Бумага	Содержание азота, %	Термостойкость (%) при нагревании в течение (час)		
		24	48	72
Фильтровальная немодифицированная	—	38,0	28,6	27,0
" обработанная ДМДА	0,3	88,0	68,5	62,5
" " "	0,6	100,0	87,0	82,0

Данные табл. 5 показывают, что у немодифицированной целлюлозы при прогреве в течение 72 час понижение сопротивления продавливанию составляет 73%, в то время как у обработанной ДМДА бумаги с содержанием азота 0,6% — всего 18%.

Термостойкость повышается при увеличении содержания азота в обработанной целлюлозе.

В табл. 6 приведены данные определения медных чисел при нагревании фильтровальных бумаг в течение 48 час при температурах 100, 130 и 150° С.

Таблица 6

Бумага	Содержание азота, %	исходной бумаги	Медное число		
			после нагревания в течение 48 час при температуре (°С)		
			100	130	150
Фильтровальная необработанная	—	0,80	1,13	1,23	1,42
" обработанная ДМДА	0,3	1,38	1,33	1,40	1,41
" " "	0,6	1,65	1,57	1,55	1,55

Таблица 7

Растяжимость в продольном направлении, %	Число двойных перегибов в продольном направлении	Сопротивление продавливанию в продольном направлении, кг/см ²	Разрывной груз в сухом состоянии, кг	Разрывной груз в мокром состоянии, кг	Влагопрочность, %
2,2	86	1,02	4,0	0,2	5,0
2,2	78	1,07	3,6	1,6	44,5
2,6	85	1,02	3,7	1,8	48,6
3,9	5800	5,5	15,6	0,9	6,0
4,2	7100	6,2	14,9	5,0	33,5
4,3	5900	5,5	14,9	9,8	62,4

Бумага, обработанная ДМДА, имеет повышенное медное число. Это повышение, можно полагать, происходит за счет карбонильных групп диметиллолдиамида, образовавшего поперечные связи между макромолекулами целлюлозы.

В табл. 7 представлены результаты испытаний механических показателей и влагопрочности бумаг, обработанных ДМДА и исходных.

Из таблицы видно, что снижения механических показателей бумаги, обработанной ДМДА, не происходит, а в некоторых случаях (например, кабельная бумага, обработанная ДМДА) наблюдается повышение сопротивления излому. Значительно повышается влагопрочность, достигая 62% против 1%.

Выводы

1. Проведена реакция целлюлозы с диметиллолдиамидом адипиновой кислоты. Исследован ряд факторов, влияющих на количество диметиллолдиамида, вступающего в реакцию с целлюлозой.

2. Исследованы некоторые свойства модифицированной целлюлозы; при этом установлено, что механические показатели почти не изменяются, влагопрочность повышается значительно, целлюлоза приобретает гидрофобные свойства.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. В. Афанасьев, С. Е. Бресслер. Коллоидный журнал № 4, т. 10, 1948. [2]. Б. Б. Гутман. Придание бумаге, находящейся во влажном состоянии, повышенной прочности. Диссертация. 1951. [3]. Bruno Marek. Das Papier, 16, № 10, 1962. [4]. Einsele Melland. Textilberichte, 41, № 6, 1960. [5]. G. Layme, L. Rothamel. Das Papier, 7, № 1—2, 1948. [6]. W. I. Roff. Journal of the Textile Institute, m. 54, № 7, 1963. [7]. Stamm Tappi, 42, 1954, 904.

Поступила в редакцию
28 апреля 1966 г.

УДК 668.7

МЕХАНИЗМ РАЗГОНКИ ДРЕВЕСНОЙ ПИРОГЕННОЙ СМОЛЫ В ТРУБЧАТЫХ ПЕЧАХ

Сообщение 2

Н. Н. КАЛИНИН

Аспирант

А. И. КИПРИАНОВ

Доцент, кандидат технических наук

С. Я. КОРОТОВ

Профессор, доктор технических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

Согласно теории кислотного гидролиза при тепловой обработке смолы в присутствии воды и кислоты происходит гидролиз высокомолекулярных веществ с образованием низкомолекулярных, то есть масел [6]. Периодическая разгонка смолы дает 30—35% масел, непрерывная — 70—80%. В первом случае тепловому воздействию подвергается сухая смола, лишенная кислоты и воды, поскольку они удаляются в самом начале нагрева; во втором — смола нагревается в присутствии кислоты и воды.

При диализе газогенераторной смолы А. А. Ливеровский и Е. В. Рогинская выделили лишь 25% веществ с молекулярным весом ниже 5000 [4]. Молекулярный вес масел, получаемых при любом способе разгонки смолы, не превышает 200—250, значит во всех случаях при нагревании смолы имеет место деструкция высокомолекулярных соединений.

Таким образом, при тепловой обработке древесной пирогенной смолы параллельно протекают два процесса: химический — образование низкомолекулярных соединений при гидролизе составных частей исходной смолы и диффузионный — переход образовавшихся низкомолекулярных соединений в паровую фазу. В условиях периодической разгонки смолы при недостатке воды и кислоты определяющим является процесс гидролиза, поэтому присадка острого пара к смоле и создание вакуума не приводят к значительному увеличению выхода масел [1], [5]. Водяные пары и пониженное давление способствуют более полному отбору образовавшихся масел при непрерывной разгонке смолы.

С целью выявления влияния рН среды на выход масел нами проведены исследования по разгонке смолы с различной кислотностью. Характеристика смолы и методика работы приведены в предыдущем сообщении [2]. Для получения заданной кислотности смолу перед

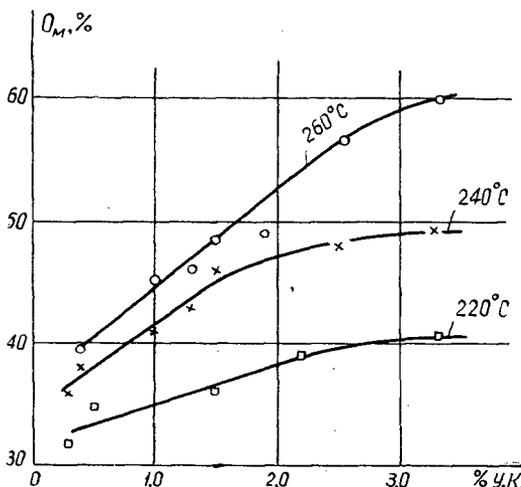


Рис. 1. Выход масел (O_m) в зависимости от температуры разгонки ОИ и кислотности смолы (% уксусной кислоты).

разгонкой нейтрализовали раствором NaHCO_3 при осторожном нагреве. Результаты разгонки однократного испарения (ОИ) смолы приведены на рис. 1. Анализ данных показывает, что при повышении кислотности выход масел значительно увеличивается. В каждом опыте выход масел обусловлен также парциальной упругостью масел над жидкостью, поэтому характер кривых на графике не вполне закономерен.

Произведем теоретический расчет содержания масел в смоле после тепловой обработки ее при разных температуре и кислотности.

По закону Рауля парциальная упругость масел находится в равновесии с составом жидкой фазы

$$p_m = P_m \cdot x \cdot \psi, \quad (1)$$

где p_m — парциальная упругость масел, мм рт. ст.;
 P_m — упругость насыщенных паров чистых масел, мм рт. ст.;
 x — мольная доля масел в смоле в любой момент разгонки;
 ψ — поправочный коэффициент к закону Рауля.

Молярные моли масел выразим через их весовые доли в смоле

$$x = \frac{\frac{m - O_m}{M_m}}{\frac{m - O_m}{M_m} + \frac{(1 - O_m) - (m - O_m)}{M_n}} = \frac{\frac{m - O_m}{M_m}}{\frac{m - O_m}{M_m} + \frac{1 - m}{M_n}}, \quad (2)$$

где m — содержание масел в смоле после тепловой обработки ее, весовые доли;

O_m — количество отогнанных масел из смолы к рассматриваемому периоду, весовые доли;

M_m и M_n — молекулярные веса масел и пека.

Содержание масел m для образца смолы определенной природы зависит от температуры обработки смолы и ее кислотности, которая выражается в процентах уксусной кислоты и обозначается Кук.

Для данных условий проведения опыта ($t = \text{const}$, Кук = const) величины m , M_m и M_n имеют постоянные значения; тогда выражение (2) будет иметь вид

$$x = k(m - O_m),$$

где k — коэффициент перехода от молярных долей к весовым.

Поправочный коэффициент к закону Рауля ψ при $t = \text{const}$ и $K_{\text{ук}} = \text{const}$ имеет также постоянное значение. Выражение (1) приведем к виду

$$p_m = P_m \varphi (m - O_m), \quad (3)$$

где $\varphi = k \cdot \psi$ — безразмерный коэффициент.

Упругость насыщенных паров масел в чистом виде зависит от температуры $P_m = \varphi(T)$. Для древесносмоляных масел эта зависимость найдена [3] и достаточно точно выражается в виде

$$P_m = -\frac{A}{T} + B, \quad (4)$$

где T — температура, °К;

A и B — константы уравнения Клаузиуса — Клапейрона.

Уравнение (4) можно написать в виде

$$P_m = 10^{B - \frac{A}{T}},$$

после чего закон Рауля может быть представлен следующим выражением

$$P_m = \varphi \cdot 10^{B - \frac{A}{T}} (m - O_m). \quad (5)$$

В уравнении (5) φ и m неизвестны. Для определения этих величин необходимо поставить два опыта по разгонке одного и того же образца смолы при заданном значении температуры и кислотности, но при различном остаточном давлении в пекоотбойнике. Получаем систему из двух уравнений

$$\left. \begin{aligned} p_m &= \varphi \cdot 10^{B - \frac{A}{T}} \cdot (m - O_m); \\ p'_m &= \varphi \cdot 10^{B - \frac{A}{T}} (m - O'_m), \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

где p_m и p'_m — парциальные упругости паров масел в первом и втором опытах;

O_m и O'_m — выхода масел, весовые доли.

Парциальная упругость паров масел

$$p_m = P_{\text{п}} - p_{\text{в}} - p_{\text{у.к}}, \quad (7)$$

где $P_{\text{п}}$ — остаточное давление в пекоотбойнике, мм рт. ст.;

$p_{\text{в}}$, $p_{\text{у.к}}$ — парциальная упругость водяных паров и паров уксусной кислоты, содержащихся в образце смолы, мм рт. ст.

Парциальная упругость водяных паров ($p_{\text{в}}$) и паров уксусной кислоты ($p_{\text{у.к}}$) определяется по формулам

$$p_{\text{в}} = \frac{P_{\text{п}} \frac{O_{\text{в}}}{18}}{\frac{O_{\text{у.к}}}{60} + \frac{O_{\text{в}}}{18} + \frac{O_{\text{м}}(1 - O_{\text{в}} - O_{\text{у.к}})}{M_{\text{м}}}};$$

$$p_{y.k} = \frac{P_{II} \frac{O_{y.k}}{60}}{\frac{O_{y.k}}{60} + \frac{O_B}{18} + \frac{O_M(1 - O_B - O_{y.k})}{M_M}},$$

где O_B и $O_{y.k}$ — весовые доли воды и уксусной кислоты в дистиллате. Решение системы (6) приводит к выражениям

$$m = \frac{O_M \cdot p'_M - O'_M \cdot p_M}{p'_M - p_M}; \quad (8)$$

$$\varphi = \frac{p_M}{10^{\frac{B-A}{T}} (m - O_M)}. \quad (9)$$

Опыты показали, что в исходной смоле содержится около 40% веществ, перегоняемых при тепловой обработке смолы, или так называемых «предсуществующих масел» (рис. 2). Они могут быть выделены

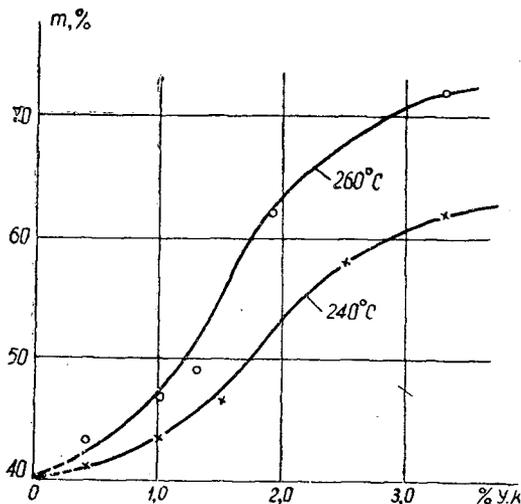


Рис. 2. Содержание масел (m) после тепловой обработки смолы.

из смолы физическими методами, остальное количество масел образуется в результате кислотного гидролиза при температуре выше 210°C . Для полного протекания реакций гидролиза кислотность смолы должна быть не ниже 2,5—3,0%.

После тепловой обработки смолы (с кислотностью 3,3%) при температуре 280°C максимальное содержание масел составляет 80%. Увеличение кислотности смолы более чем на 4% не приводит к заметному возрастанию выхода масел, однако эта тенденция наблюдается при разгонке ОИ с температурой выше 260°C .

Непропорциональное увеличение содержания масел в смоле с ростом кислотности может быть объяснено протеканием двух параллельных и взаимно конкурирующих процессов — образование низкомолекулярных соединений в результате гидролиза или деструкции и укруп-

нение молекул с образованием нелетучего остатка в результате реакций конденсации.

При повышении температуры разгонки ОИ и кислотности смолы все большая часть исходного материала тратится на образование низкомолекулярных соединений, то есть масел. Верхний температурный предел разгонки ОИ определяется технологическим фактором — коксованием трубчатой системы.

Масла предсуществующие и образованные в результате кислотного гидролиза при тепловой обработке смолы должны быть удалены из нее разгонкой.

Можно допустить, что реакции маслообразования и конденсации проходят полностью в трубчатой системе и к началу отгонки масел смола представляет собой жидкую фазу, состоящую из двух компонентов — легколетучего (масло) и труднолетучего (пек). В соответствии с законом Рауля парциальная упругость масел в парах пропорциональна молярной доле их в жидкости.

Для определения зависимости количества отогнанных масел O_m от парциальной упругости их уравнение Рауля, представленное выражением (3), решим относительно O_m

$$O_m = m - \frac{P_m}{P_m \varphi} \quad (10)$$

Постоянные величины P_m и φ выразим следующим образом:

$$C = \frac{1}{P_m \varphi};$$

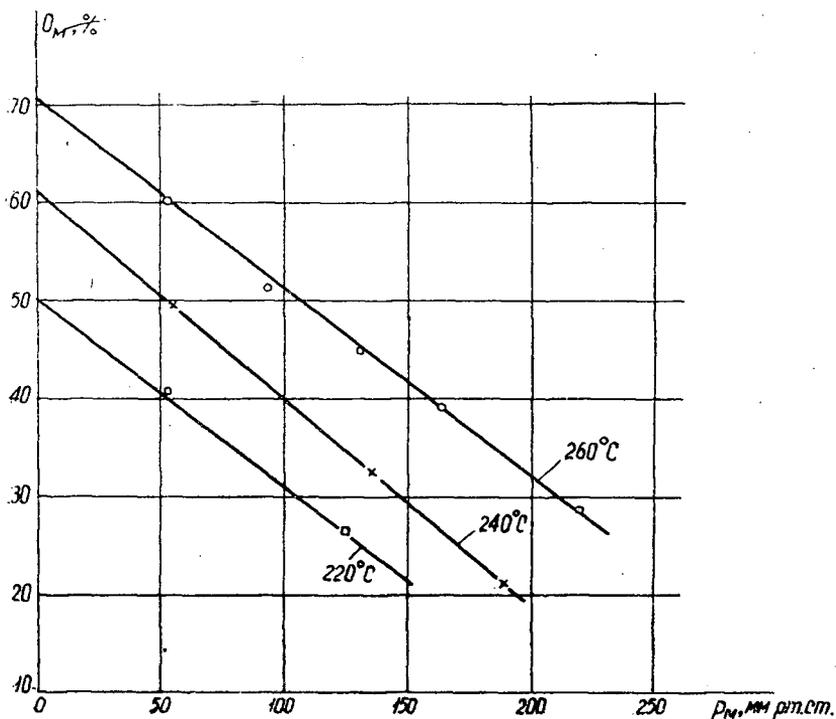


Рис. 3. Изменение выхода масел (O_m) от их парциальной упругости.

тогда выражение (10) примет вид

$$O_m = m - C p_m. \quad (11)$$

Полученное уравнение дает зависимость действительного выхода масел от парциальной упругости паров над жидкой фазой. Уменьшение упругости паров масел приводит к более полному удалению их из жидкой фазы при разгонке. Это уменьшение достигается созданием вакуума в системе и увеличением количества водяного пара над жидкой фазой. Экспериментальные данные выхода масел O_m при их разной парциальной упругости представлены на рис. 3. Опыты подтверждают применимость закона Рауля для разгонки смолы на масла и пек.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. А. Деревягин, В. Д. Угрюмов, В. В. Бурова. Труды ЦНИИЛХИ, вып. V, 1953. [2]. Н. Н. Калинин, А. И. Киприанов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1966. [3]. А. И. Киприанов, З. И. Фолиадова, Г. П. Сойтонен. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1965. [4]. А. А. Ливеровский, Е. В. Рогинская. Журн. «Лесохимическая промышленность» № 9, 1940. [5]. М. Д. Тиличев, И. А. Григоров. Журн. «Лесная промышленность» № 8, 1942. [6]. Д. В. Тищенко, Н. М. Силищинская, Н. В. Борисова. ЖПХ. Т. XXI, № 5, 1948.

Поступила в редакцию
10 марта 1966 г.

УДК 634.0.813.13

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ СХЕМ ПОЛУЧЕНИЯ ОБЛАГОРОЖЕННОЙ СУЛЬФАТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

М. П. МУЗЫЧЕНКО

Аспирант

Ю. Н. НЕПЕНИН

Доктор технических наук

Е. П. МАСЛОВА

Инженер

(Ленинградская лесотехническая академия)

Целью нашей работы было сравнительное исследование различных схем получения облагороженной сульфатной целлюлозы с применением комбинированного холодно-горячего облагораживания. В опытах использовали образец целлюлозы, полученный из древесины сосны путем лабораторной сульфатной варки.

Показатели небеленой целлюлозы после варки и последующего отделения мелкого волокна (в количестве 4,58%) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Целлюлоза	Выход из древесины, %	Вязкость 0,7%-ного медноаммиачного раствора, мПа	Содержание, %			
			α -целлюлозы	пентозанов	лигнинна	смолы
После варки	43,10	204	89,36	6,88	2,92	0,82
После варки и отделения мелочи	41,13	237	89,86	6,99	1,56	0,43

Нами были изучены следующие схемы отбелики и облагораживания:

схема 1

X — Щ — Г — ХО — ГО — Д — К;

схема 2

M — Г — X — Щ — ХО — ГО — Д — К;

схема 3

M — X — Щ — ХО — ГО — Д — К;

схема 4

M — X — Щ — X — Щ — ХО — ГО — Д — К;

схема 5

М — X — Щ — Г — ХО — ГО — Д — К,

где М — отделение мелочи;
 X — хлорирование;
 Щ — щелочение (при 70° С);
 Г — гипохлоритная отбелка;
 ГО — горячее облагораживание;
 ХО — холодное облагораживание;
 Д — добелка двуокисью хлора;
 К — кисловка.

Принятые схемы отличались между собой обработкой на первых ступенях отбелки; ступени облагораживания и добелки были одинаковыми для всех схем.

Холодное и горячее щелочное облагораживание проводили раствором NaOH + Na₂S с сульфидностью 25%. Возможность применения белого щелока для облагораживания сульфатной целлюлозы была подтверждена нами ранее [1].

В табл. 2 приведены условия обработки на отдельных ступенях отбелки и облагораживания. Суммарный расход активного хлора на первой и второй ступенях обработки во всех случаях, кроме схемы 3, составлял 5,5% от веса абс. сухого волокна. В схеме 2 расход хлора на предварительную гипохлоритную ступень был принят равным 1,5% (от веса абс. сухой целлюлозы), чтобы снизить жесткость целлюлозы на 30—35% от исходной [2]. В остальных схемах на долю первой ступени (хлорирование) приходится 4% активного хлора.

Таблица 2

Ступени отбелки и облагораживания	Расход химиката*, % от абс. сухого волокна	Концентрация волокна, %	Температура, °С	Продолжительность обработки, час
Гипохлоритная отбелка в качестве первой ступени	1,5	3,0	18	0,5
Первое хлорирование	4,0	3,0	18	1,0
Первое щелочение	1,5	6,0	70	2,0
Второе хлорирование	1,5	3,0	18	1,0
Второе щелочение	1,0	6,0	70	1,5
Гипохлоритная отбелка	1,5	6,0	38	2,0
Холодное облагораживание	200	5,0	19	1,0
Горячее облагораживание	10	8,0	121	2,0
Добелка двуокисью хлора	1,3	8,0	70	3,0
Кисловка соляной кислотой	0,8	5,0	18	1,0

* Под химикатом понимают активный хлор при отбелке соединениями хлора, HCl — при кисловке, едкий натр — при щелочении и облагораживании.

Показатели целлюлозы после основных ступеней отбелки и облагораживания представлены в табл. 3.

Как видно из табл. 3, отделение мелочи мало влияет на конечный выход облагороженной целлюлозы: по схеме 5 выход составляет 33,50% от древесины, по схеме 1 — 33,84%. Отделение мелочи способствует снижению химических потерь при отбелке и облагораживании; кроме того, резко уменьшается содержание смолы и лигнина в небеленой целлюлозе (табл. 1) и смолы в конечном продукте (табл. 2). Максимальный выход целлюлозы получен по схеме 3, минимальный — по схеме 2. Наибольшее падение выхода естественно наблюдается при

Таблица 3

Ступени отбелки и облагораживания	Схемы отбелки	Выход, %	Вязкость, млз	Содержание, %				Белизна, %	Выход облагороженной целлюлозы, % от древесины	Выход α -целлюлозы, % от древесины
				α -целлюлозы	пентозанов	лигнина	смолы			
Предварительная отбелка	1	95,72	153	88,28	6,81	0,44	—	—	—	—
	2	96,14	209	88,55	6,67	0,34	—	—	—	—
	3	98,04	185	88,87	6,80	0,83	—	—	—	—
	4	99,18	170	88,62	6,61	0,33	—	—	—	—
	5	97,23	169	89,57	6,67	0,21	—	—	—	—
Холодное облагораживание	1	86,25	150	97,16	2,09	—	—	—	—	—
	2	87,35	148	97,67	2,26	—	—	—	—	—
	3	86,91	189	97,46	2,21	—	—	—	—	—
	4	90,24	128	96,92	1,77	—	—	—	—	—
	5	87,82	145	97,75	1,97	—	—	—	—	—
Горячее облагораживание	1	96,30	105	96,53	1,99	—	—	—	—	—
	2	97,10	122	96,69	2,05	—	—	—	—	—
	3	96,26	127	96,70	2,12	—	—	—	—	—
	4	99,20	104	96,81	1,65	—	—	—	—	—
	5	95,93	112	96,66	1,91	—	—	—	—	—
Добелка	1	98,74	85	96,27	1,19	—	0,47	90,0	33,84	32,58
	2	98,74	87	96,16	1,46	—	—	88,4	33,12	31,85
	3	98,49	95	95,80	1,57	—	—	85,2	34,56	33,11
	4	97,17	85	96,38	1,26	—	—	90,0	33,51	32,30
	5	99,24	84	96,15	1,23	—	0,27	91,3	33,50	32,21

холодном облагораживании; на ступени горячего облагораживания падение выхода в среднем составляет 2—3%, несмотря на довольно жесткие условия обработки.

Отделение мелочи увеличило содержание α -целлюлозы в небеленой целлюлозе на 0,5%. Максимальное повышение содержания α -целлюлозы (на 8—9%), как и следовало ожидать, достигается на стадии холодного облагораживания. Наибольшее содержание α -целлюлозы в беленой целлюлозе получено при обработке по схеме 5. Горячее облагораживание несколько снижает этот показатель; минимальное уменьшение содержания α -целлюлозы наблюдалось в схеме 4. В процессе добелки двуокисью хлора и кислотки содержание α -целлюлозы снижается и составляет в конечном продукте 95,8—96,4%.

Холодное облагораживание оказывается весьма эффективным в отношении снижения содержания пентозанов. На ступени горячего щелочного облагораживания происходит очень небольшое снижение их количества.

Отделение мелкого волокна повышает вязкость небеленой целлюлозы (табл. 1). При холодном облагораживании изменение вязкости происходит неодинаково: при обработке по схемам 1 и 3 остается на одном уровне; при отбелке и облагораживании по схемам 2, 4 и 5 — снижается.

Причиной этого, по-видимому, является не только различная предварительная отбелка, но и разное протекание реакций деструкции целлюлозы и растворения низкомолекулярных фракций при самом холодном облагораживании. Горячее облагораживание и добелка способствуют дальнейшему снижению вязкости. Несмотря на различную предварительную отбелку, конечные вязкости беленых образцов в различных схемах получились одного порядка, но сравнительно низкие, что, очевидно, надо объяснять невысокой вязкостью исходной

небеленой целлюлозы. Для получения вязкости в пределах стандартов надо исходить из более жестких небеленых целлюлоз.

Полученная по всем схемам облагороженная целлюлоза отличалась высокой степенью белизны. Наибольшую белизну (91,3%) имел образец, полученный по схеме 5, наименьшую (85,2%) — по схеме 3.

Следовательно, лучшими можно считать схемы 4 и 5; образцы белой целлюлозы, полученной по этим схемам, имеют одинаково высокие белизну и содержание α -целлюлозы при практически одинаковом выходе.

Сделанные по работе выводы носят предварительный характер, так как не учитывают реакционной способности полученных образцов облагороженных целлюлоз.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ю. Н. Непенин, М. П. Музыченко. Журн. «Химическая переработка древесины» № 29, 1965. [2]. А. В. Прохоров. Труды ВНИИБа. Вып. 49, 1964.

Поступила в редакцию
19 апреля 1966 г.

УДК 547.992.3

О ФЕНОЛЬНЫХ КОНДЕНСИРОВАННЫХ ЕДИНИЦАХ ЛИГНИНА

Е. Д. ГЕЛЬФАНД

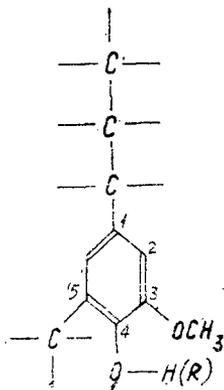
Старший инженер

Б. Д. БОГОМОЛОВ

Доцент, кандидат технических наук

(Проблемная лаборатория Архангельского лесотехнического института)

Среди структурных элементов лигнина значительное место занимают так называемые «конденсированные» элементы [5], представляющие собой замещенные в положении 5 гваяцилпропановые структурные звенья со свободным или этерифицированным фенольным гидроксилом.



По данным Адлера [4], в лигнине хвойных пород конденсированные элементы составляют примерно половину всех структурных элементов, другая половина состоит в основном из неконденсированных гваяцилпропановых элементов с незамещенным положением 5. Как конденсированные, так и неконденсированные элементы лигнина делятся на фенольные (со свободным фенольным гидроксилом) и нефенольные (с этерифицированным фенольным гидроксилом).

Определение всех указанных структурных элементов в лигнине представляет теоретический и практический интерес. Соотношение их в том или ином лигнине определяет его реакционную способность (например, в фенол-лигнин-формальдегидной конденсации [11]) и физические свойства (например, растворимость в различных органических растворителях). В процессе выделения лигнина из древесины или из других растительных материалов это соотношение сильно нарушается, в частности, за счет гидролиза ароматических эфирных связей, приво-

дящего к увеличению числа фенольных единиц, или за счет конденсации лигнина, увеличивающей число конденсированных единиц.

Наибольший интерес представляет определение числа фенольных конденсированных и неконденсированных единиц, поскольку они более реакционноспособны, чем нефенольные единицы.

В настоящее время имеются методики определения общего содержания фенольных единиц в лигнине (по фенольным гидроксилам), поэтому достаточно научиться определять один из типов фенольных единиц — конденсированные или неконденсированные; другой тип может быть найден по разности.

Нами найдена возможность приближенного определения конденсированных фенольных единиц (КФЕ) в лигнине на основе исследований Микавы с сотрудниками [8], [9], [10], установивших на модельных соединениях, что производные гваякола, имеющие в положении 5 углеродную цепь, в отличие от других гваяколовых производных не могут быть оттитрованы кондуктометрически. Мы применили к определению фенольных гидроксидов, входящих в неконденсированные элементы лигнина, метод высокочастотного титрования [3], [2], являющийся разновидностью кондуктометрического. Общее содержание фенольных гидроксидов определяли барий-хлоридным методом [6]*. Разность определений по этим методам принимали за меру содержания в лигнине конденсированных фенольных единиц. Хотя ошибка метода определяемого таким образом содержания КФЕ не может быть пока установлена (для этого требуются опыты на моделях), он отличается высокой воспроизводимостью** и несомненно характеризует содержание КФЕ в лигнине, что подтверждается следующим: 1) содержание КФЕ, найденное по нашему методу в диоксанлигнине, меньше, чем в тиолигнине, а в тиолигнине — меньше, чем в гидролизном лигнине (табл. 1).

Таблица 1

№ образца	Образцы	Содержание КФЕ, мг-экв/г
1	Диоксанлигнин	0,44
2	Тиолигнин	0,85
3	Гидролизный лигнин	2,90
4	Тиолигнин, использованный для получения законденсированного образца	0,52
5	Законденсированный тиолигнин	3,00
6	Тиолигнин (образец 2), фенолированный 2 часа	1,33
7	Тиолигнин (образец 2), фенолированный 6 час	1,42
8	Натронный лигнин, выделенный в начале варки	0,90
9	Натронный лигнин, выделенный в конце варки	1,73
10	Фракция тиолигнина, растворимая в холодном спирте	0,90
11	Фракция тиолигнина, не растворимая в кипящем спирте	2,50

Примечание. При определениях кислых групп методом высокочастотного титрования раствор лигнина предварительно не нагревали.

Это хорошо согласуется с существующими представлениями о конденсации природного лигнина в процессе щелочных варок и, в еще большей степени, в процессе гидролиза древесины; 2) количество КФЕ, найденное по нашему методу в законденсированном тиолигнине (под-

* Этими двумя методами наряду с фенольными гидроксидами определяются также и карбоксильные группы.

** Расхождение в параллельных определениях КФЕ находится в пределах 2%, если результаты метода высокочастотного титрования и барий-хлоридного берутся из двух параллельных определений.

вергнутом 6-часовому нагреванию в 5%-ной соляной кислоте) в 6 раз выше, чем содержание их в исходном образце, и примерно одинаково с содержанием КФЕ в гидролизном лигнине; 3) содержание КФЕ в тиолигнине, подвергнутом фенольной обработке, выше, чем в исходном тиолигнине, и с увеличением времени фенолирования оно возрастает. (ИК спектры фенолированных образцов также показывают увеличение содержания конденсированных единиц по сравнению с исходным лигнином); 4) количество КФЕ в образце натронного лигнина, выделенном в начале варки (температура 120° С), значительно ниже, чем в образце, выделенном в конце варки (температура 180° С), что хорошо согласуется с представлениями о конденсации лигнина в ходе варки; 5) содержание КФЕ во фракции тиолигнина, растворимой в холодном спирте, значительно ниже, чем во фракции того же тиолигнина, не растворимой в горячем спирте. Это вполне логично, если предположить, что при экстракции тиолигнина спиртом лучше всего растворяется низкомолекулярная (наименее конденсированная) часть лигнина и хуже всего — наиболее высокомолекулярная (наиболее конденсированная).

Характеристика образцов лигнина

Диоксанлигнин выделен из освобожденных от экстрактивных веществ еловых опилок путем экстракции по Хергерту [7]. Содержание метоксильных групп в образце — 14,1%, кислых групп по барий-хлоридному методу — 2,44 мг-экв/г. Тиолигнин охарактеризован нами ранее [2].

Гидролизный лигнин получен из технического продукта от варки древесины сосны с разбавленной серной кислотой. Влажный гидролизный лигнин отмучивали от песка, отмывали от кислот, высушивали, измельчали на шаровой мельнице, экстрагировали ацетоном в аппарате Сокслета и обрабатывали сверхконцентрированной соляной кислотой по Вильштеттеру. Образец содержал 12,6% метоксильных групп (по Цейзелю), 4,97 мг-экв/г общих гидроксильных групп (по Верлею в модификации авторов [1]), 4,54 мг-экв/г общих кислых групп (барий-хлоридным методом) и 0,74 мг-экв/г карбоксильных групп (кальций-ацетатным методом).

Фенолированные тиолигнины получены из тиолигнина [2] обработкой его в растворе кислоты (1% HCl) диоксанфенольной смеси (1:3) при температуре 100° С в течение 2 и 6 час. Образцы содержали 6,53 (при 2-часовой) и 6,55 (при 6-часовой обработке) мг-экв/г общих гидроксильных групп, 4,50 и 4,53 мг-экв/г общих кислых групп, 0,96 и 0,97 мг-экв/г карбоксильных групп.

Натронные лигнины получены при ступенчатой натронной варке еловых опилок. Варку проводили в четыре ступени, на каждой из них время разогрева и время варки составляли 60 мин, температура варки на I ступени — 120° С, на II — 140, на III — 160, на IV — 180° С. Концентрация активной щелочи (г/л) и отношение ее к абс. сухой массе (%) на каждой ступени варки были одинаковыми и составляли 40 и 25 соответственно.

Образцы выделяли из щелоков при 75° С путем нейтрализации 3%-ной соляной кислотой до значения pH = 4,5, тщательно промывали на фильтре горячей дистиллированной водой, затем освобождали от водорастворимых веществ 2-часовым кипячением в дистиллированной воде при гидромодуле 40, экстрагировали петролевым эфиром и высушивали. Содержание метоксильных групп в лигнине, полученном на I (IV) ступени варки, равно 12,6 (12,2) мг-экв/г, общее содержание кислых

групп 2,70 (4,27) мг-экв/г, содержание карбоксильных групп 0,35 (0,43) мг-экв/г.

Законденсированный тиолигнин получен путем пятикратной обработки тиолигнина, состоящей из нагревания в 5%-ной соляной кислоте при модуле 1:10, фильтрования и промывки на фильтре 1%-ной соляной кислотой. При первой обработке нагревание тиолигнина в кислоте длилось 2 часа, при последующих — по 1 часу. Конечный образец промывали горячей дистиллированной водой (до отрицательной реакции на хлорид-ион) и высушивали под вакуумом. В отличие от исходного конечный образец был не растворим в щелочах и в органических растворителях. Общее содержание кислых групп в нем возросло по сравнению с исходным с 2,98 до 4,08 мг-экв/г. Исходный образец тиолигнина получен при варке сосновых опилок в белом щелоке с содержанием активной щелочи 40 г/л и с сульфидностью 10% при гидромодуле 1:6 и температуре 120°С в течение 1,5 час (время подъема температуры до 120°С также составляло 1,5 часа). По окончании варки щелок отделяли от массы и нейтрализовали 1 н. соляной кислотой при 80°С и pH = 4,5. Лигнин отделяли от маточного раствора на центрифуге, промывали сначала диализом (холодной водопроводной водой), затем — декантацией (горячей дистиллированной водой), растворяли в диоксане, высаживали в серный эфир, промывали последовательно серным эфиром, бензолом, петролейным эфиром и высушивали под вакуумом.

Фракция тиолигнина, растворимая в холодном спирте, также как и последующий образец, приготовлена из тиолигнина, выделенного из производственного сульфатного черного щелока (подкислением его 30%-ной серной кислотой до pH = 4,5), тщательно промытого и высушенного до воздушно сухого состояния. Фракция содержала метоксилов 12,2%, общих кислых групп 5,18 мг-экв/г, карбоксильных групп 0,73 мг-экв/г.

Фракция тиолигнина, не растворимая в кипящем спирте, содержала метоксилов 12,3%, общих кислых групп 4,94 мг-экв/г, карбоксильных групп 0,27 мг-экв/г.

Выводы

1. При химической характеристике лигнинных веществ целесообразно приводить данные по содержанию в них конденсированных фенольных единиц.

2. О содержании в лигнинах конденсированных фенольных единиц можно судить по разности определений кислых групп барий-хлоридным методом и методом высокочастотного титрования.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Д. Богомолов, Е. Д. Гельфанд, М. Ф. Берензон. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1963. [2]. Е. Д. Гельфанд. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1964. [3]. Л. Н. Можейко, В. Н. Сергеева, В. Р. Яунземс. Труды Института лесохозяйственных проблем и химии древесины АН Латвийской ССР. Вып. XIX, 1960, 135. [4]. E. Adler. Papperi ja Puu. Nr. 11, 1961, 643. [5]. E. Adler, K. Lundquist. Acta Chem. Scand., 15, 1961, 223—224. [6]. T. Enkvist, B. Alm, B. Holm. Papperi ja Puu. Nr. 1, 1956, 1—6, 8, 12. [7]. H. Hergert. J. Org. Chem., 1960, 405. [8]. H. Mikawa, K. Sato, C. Takasaki, K. Ebisawa. Bull. Chem. Soc. Japan, 29, 1956, 209. [9]. H. Mikawa, K. Sato, C. Takasaki, K. Ebisawa. Bull. Chem. Soc. Japan, 29, 1956, 245. [10]. K. Sato, K. Ebisawa, H. Mikawa. Bull. Chem. Soc. Japan, 31, 1958, 653. [11]. C. Schulerd, J. Doughty. Tappi, 44, 1961, Nr. 11, 823—830.

УДК 62—52 : 674.05

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВИМПУЛЬСНАЯ СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОЙ НАСТРОЙКИ
ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКОВ

Л. Г. МОЛЧАНОВ

Ассистент

(Московский лесотехнический институт)

Настройка деревообрабатывающих станков включает в себя операции по замене инструмента и размерной настройке. Цель последней — установить рабочий орган станка в позицию, обеспечивающую обработку деталей требуемых размеров с заданной точностью. По данным Н. В. Маковского, при ручной размерной настройке многооперационных станков на один станок затрачивается до 20 мин и более.

Чтобы снизить затраты времени на размерную настройку, операции по установке рабочих органов в заданные позиции нужно механизировать и автоматизировать. В станках, имеющих 5—6 суппортов, целесообразно применять системы дистанционной настройки; при этом получается экономия времени, вследствие повышения скорости перемещения и высокой точности установки суппорта в заданную позицию, что исключает корректирование его после обработки пробных деталей.

На рис. 1 представлена блок-схема счетно-импульсной системы дистанционной настройки. Рабочий орган РО перемещается ходовым винтом, который приводится во вращение трехфазным двигателем малой мощности через редуктор. Ход суппорта ограничивается конечны-

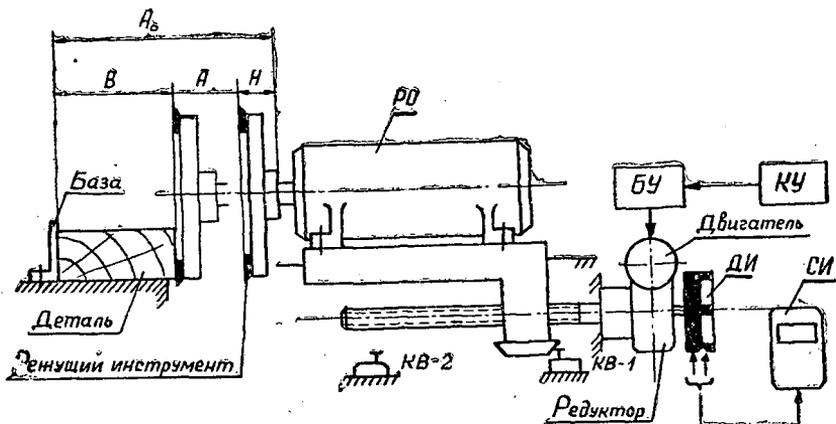


Рис. 1.

ми выключателями КВ-1 и КВ-2. На ходовом винте установлен датчик импульсов ДИ, с которого импульсы поступают на счетчик СИ. Счетчик имеет устройство для визуального отсчета количества импульсов, поступающих с датчика. Импульсы подаются при перемещении рабочего органа на величину Δ_n , которая называется ценой импульса. Она определяется разрешающей способностью системы и для настройки деревообрабатывающих станков может быть принята равной 1 мм.

Для устранения влияния люфтов (в паре винт — гайка) и деформаций (в механизме перемещения суппорта) на точность отсчета перемещения, суппорт подводится к заданной координате только с одной стороны. Направление настроенного движения на деталь принято из исходного положения, наиболее удаленного от базирующей поверхности станка. В исходное положение суппорт устанавливается перед сменой инструмента. Величина перемещения суппорта при неподвижной базе определяется по формуле

$$A = A_0 - B - H,$$

где A_0 — расстояние от базы станка до радиальной базирующей поверхности на шпинделе, когда суппорт находится в исходном положении;

B — размер детали;

H — ширина инструмента от режущей кромки резцов до торцевой установочной поверхности фрезы.

Чтобы установить суппорт в положение, обеспечивающее обработку деталей размером B , необходимо подать $N = A/\Delta_n$ импульсов. После подачи на счетчик N -го импульса оператор отключает двигатель механизма перемещения суппорта.

На рис. 2 (кривая 1) дан график точности при многократной установке суппорта в заданное положение. Исследования дистанционной системы настройки мы проводили в лаборатории кафедры автоматизации производственных процессов. Экспериментальная установка построена на базе агрегатной головки АГ-2. Суппорт перемещается ходовым винтом шагом 3 мм. Винт приводится во вращение трехфазным асинхронным двигателем (мощностью 120 Вт, $n = 1420$ об/мин) через червячный редуктор, с передаточным отношением 1/40. Для снижения выбега суппорта применяется динамическое торможение двигателя. График построен из 100 наблюдений. За начало отсчета принята координата, в которой суппорт находится при прохождении центра N -го импульса. Из рис. 2 видно, что центр поля рассеяния точки остановки суппорта смещен от заданной координаты на 0,39 мм, а вероятное поле рассеяния равно 0,98 мм. Смещение центра рассеяния есть систематическая погрешность настройки, равная среднему значению перемещения суппорта за время подачи сигнала оператором и за время срабатывания аппаратуры управления, а также равная среднему значению выбега суппорта. Систематическая погрешность может быть компенсирована путем смещения шкалы датчика так, чтобы импульс подавался с опережением (относительно момента прохождения суппортом заданной координаты) на величину этой погрешности. Тогда точность настройки будет определяться полем рассеяния координаты остановки суппорта. Как следует из графика, суппорт устанавливается в заданное положение с точностью $\pm 0,5$ мм. Точность установки суппорта зависит от продолжительности реакции оператора на показания счетчика и продолжительности подачи сигнала, от колебаний времени срабатывания аппаратуры управления и величины выбега суппорта. Малая точ-

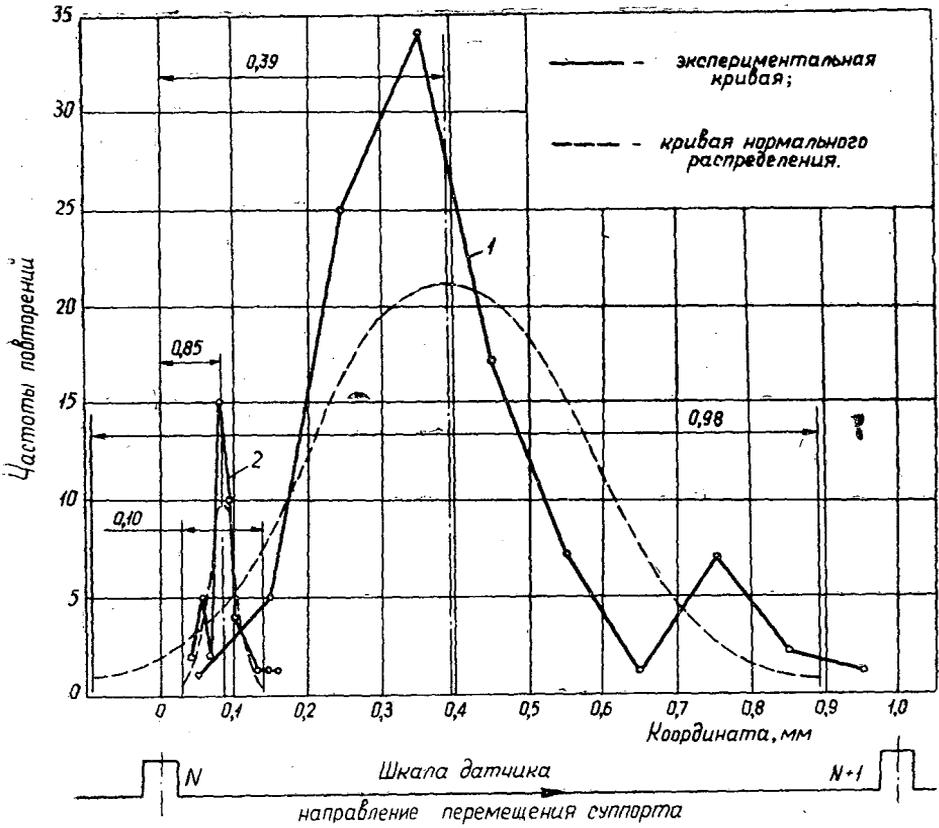


Рис. 2.

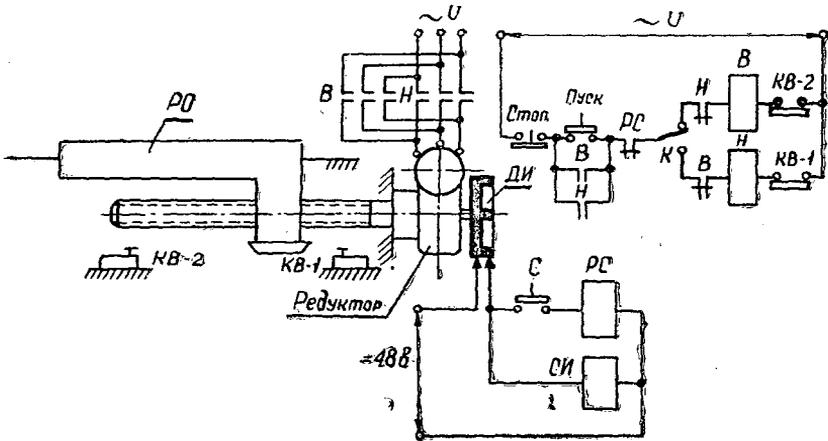


Рис. 3.

ность системы объясняется тем, что время реакции оператора колеблется в значительных пределах.

Для повышения точности настройки нами была предложена схема счетно-импульсной системы, исключающей влияние субъективных

качество оператора на ее точность (рис. 3). Схема дана в упрощенном виде, аппаратура торможения двигателя и сигнализации не показаны. Для остановки суппорта в заданном положении оператор после подачи $(N - 1)$ -го импульса нажимает кнопку С и подготавливает цепь реле РС. Реле срабатывает при подаче N -го импульса и отключает пускатель движения механизма перемещения суппорта. В этом случае точность установки суппорта повышается до $\pm 0,05$ мм (рис. 2, кривая 2) и зависит только от стабильности работы реле РС, пускателя В и выбега суппорта. График построен из 30 наблюдений.

На рис. 4 дан график точности настройки суппорта во всем диапазоне перемещения. Кривая 1 показывает рассеяние точки остановки суппорта в позициях с координатами 1; 5; 10; 30; 50; 70; 90 и 100 мм.

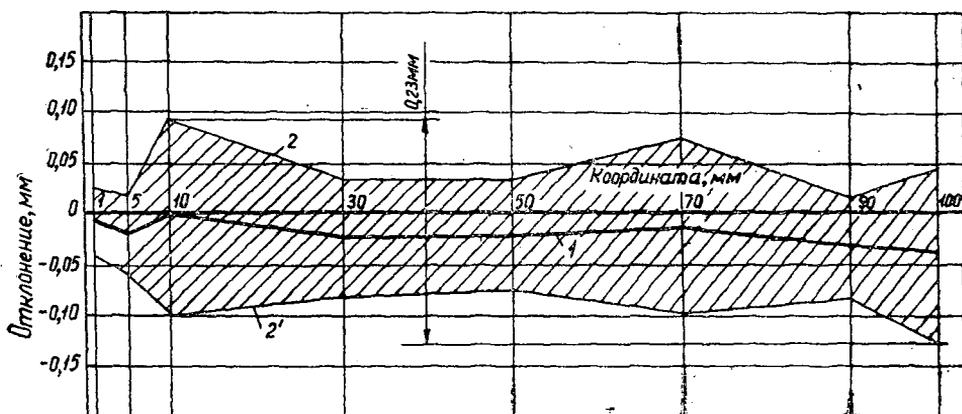


Рис. 4.

В каждое положение суппорт устанавливался 10 раз. Кривые 2 и 2' ограничивают полосу, в пределах которой может колебаться координата точки остановки суппорта в любой позиции. Точность настройки суппорта во всем диапазоне перемещения (из-за погрешностей ходового винта и датчика, а также неравномерности сил сопротивления перемещению суппорта на различных участках) несколько ниже, чем при многократной установке в одно положение, однако ошибка не превышает $\pm 0,1$ мм. С учетом погрешностей изготовления и установки инструмента, счетно-импульсная система дистанционной настройки обеспечивает точность в пределах $\pm 0,18 - 0,20$ мм. Эта точность приемлема для большинства деревообрабатывающих станков.

Наибольшее время настройки суппорта счетно-импульсной системы выражается в виде

$$t_n = \frac{D}{V_c},$$

где D — диапазон перемещения суппорта;
 V_c — скорость перемещения суппорта.

В системах дистанционной настройки скорость перемещения суппорта определяется скоростью потока информации V_n , при которой оператор может правильно сделать отсчет и подать команду на установку до поступления следующего импульса. Тогда допустимая скорость перемещения суппорта имеет вид

$$V_c = V_n \cdot \Delta_n.$$

Известно, что на восприятие информации требуется наименьшее время при подаче ее в цифровой форме. В системах дистанционной настройки применяются счетчики импульсов типа СЭИ-2, имеющие в качестве отсчетных устройств цифровые барабаны с размером цифр $8 \times 4,5$ мм. Счетчик обеспечивает надежную работу в кратковременном режиме при скорости до 8 *имп/сек*. Допустимая скорость потока информации V_n , равная скорости импульсов, была определена экспериментально. С генератора на счетчик подавались импульсы заданной длительности. Скорость импульсов менялась от 0,5 до 5 *имп/сек*. В экспериментах принимали участие 5 операторов. Перед ними была поставлена следующая задача: после поступления заданного количества импульсов отключить счетчик от генератора нажатием на кнопку (обычного типа). Каждый оператор делал по 100 отключений при различных скоростях импульсов. Во время экспериментов счетчик находился прямо перед глазами оператора на расстоянии 0,5—0,6 м. Освещенность шкалы 50 лк. Если показание счетчика отличалось от заданного на единицу и более, то регистрировали количество ошибок, допущенных каждым оператором.

В табл. 1 приведены данные о количестве ошибок.

Таблица 1

Скорость импульсов, сек	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Процент ошибок от общего количества наблюдений	0,0	0	0	0,6	1,6	2,6	4,4	6,0	96,2	99,5

Из таблицы следует, что при скорости 2,5 *имп/сек* и ниже операторы почти не делают ошибок; при скорости 3—4 *имп/сек* с ошибкой производится 4—7% отключений. При увеличении скорости до 4,5—5 *имп/сек* количество ошибок резко возрастает и почти во всех случаях отключения производятся с ошибкой. Следовательно, при больших скоростях работа недопустима, так как оператор не успевает подать команду при поступлении заданного количества импульсов.

Таким образом, скорость перемещения рабочего органа (при разрешающей способности системы 1 мм) не должна превышать 150 мм/мин; при этом время размерной настройки суппорта, имеющего диапазон перемещения 100—150 мм, будет менее одной минуты. Применение систем дистанционной настройки позволит сократить время настройки станка в 3—5 раз по сравнению с ручной настройкой.

УДК 66.047 : 65.011.56

ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗДУШНО-ПАРОВЫХ ЛЕСОСУШИЛЬНЫХ КАМЕР ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ КАК ОБЪЕКТОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

А. А. СМИРНОВ

Доцент

(Ленинградская лесотехническая академия)

Динамические характеристики сушильных камер — разгонные, частотные и импульсные — выражаются графиками изменения выходной величины во времени после вывода камеры из установившегося режима в результате искусственно созданного возмущающего воздействия того или иного вида.

В процессе записи разгонной динамической характеристики камеры по какому-либо виду возмущающего воздействия должны быть устранены возможности возникновения других возмущений.

По целому ряду возмущающих воздействий необходимо учесть перекрестные связи, которые в сушильных камерах очень значительны. Например, возмущение по давлению греющего пара приводит к изменению как температуры, так и влажности агента сушки. Одно и то же количество тепла, подводимого в камеру через калориферы, в разные периоды сушки повышает температуру сушильного агента с различной скоростью — в начальном периоде скорость меньше, чем в конечном. Эта нелинейность обуславливается изменением коэффициента емкости камеры по мере выпаривания влаги в процессе сушки. Для лучшей линеаризации получаемых кривых и возможности использования в инженерной практике результатов расчетов, выполняемых по разгонным динамическим характеристикам, амплитуда отклонения параметра при нулевой частоте выбирается небольшой и должна соответствовать наиболее вероятной величине возмущающего воздействия. Это связано с необходимостью выбора такого коэффициента усиления K , который практически достаточен для подавления возмущающего воздействия по данному каналу возмущения.

Аналитически и графически исследуя разгонную динамическую характеристику, можно определить передаточную функцию сушильной камеры, построить обычную и расширенную амплитудно-фазовые характеристики, выбрать закон регулирования и регулятор, а также рассчитать оптимальную настройку регулятора и определить область устойчивости и кривую переходного процесса.

Наиболее точными динамическими характеристиками регулируемых сушильных камер являются частотные характеристики, однознач-

но определяющие динамические свойства регулируемых камер при действии на их вход возмущения в виде гармонических синусоидальных колебаний, периодических колебаний типа «прямоугольной волны» или колебаний трапецидальной формы. Однако экспериментально определить частотные характеристики камер возможно лишь по тем каналам, где запаздывание и период колебаний выходной величины невелики. В противном случае приходится пользоваться статистическим методом математической обработки записей изменения выходной величины.

Импульсные характеристики сушильной камеры определяются при кратковременном (импульсном) возмущающем воздействии. Снятие этих характеристик требует длительной подготовки эксперимента и соответствующего опыта от исследователя, так как если не исключить посторонние возмущения, то возвращение записываемого параметра к исходному значению становится невозможным, и эксперимент не может считаться удовлетворительным.

Автором исследованы динамические характеристики ряда различных по конструкции паровых сушильных камер периодического действия. Исследование заключалось в снятии разгонных и частотных динамических характеристик по различным каналам возмущения с последующей математической обработкой.

Чувствительным элементом являлся малоинерционный медный термометр сопротивления (без защитной стальной трубки), защищенный одним слоем полистирольной микропленки, оплавленной при 120°C . Элемент был включен в плечо измерительного неуравновешенного моста, напряжение с вершин которого было подведено к специально подготовленному и отградуированному (на узкий диапазон измерения) электронному самопишущему потенциометру.

При создании возмущений принимали меры к исключению сопутствующих возмущающих воздействий, а это значительно усложнило проведение экспериментов.

На рис. 1 и 2 приведены разгонные динамические характеристики реконструированной паровой сушильной камеры (системы В. Е. Грум-Гржимайло) мебельной фабрики. Камера имеет принудительную реверсивную циркуляцию воздуха благодаря использованию двух осевых вентиляторов, размещенных в ее подвальной части. Характеристики снимались при полной нормальной загрузке камеры высушиваемыми пиломатериалами при $W = 15\%$ и возмущающем воздействии $\mu = 20\%$.

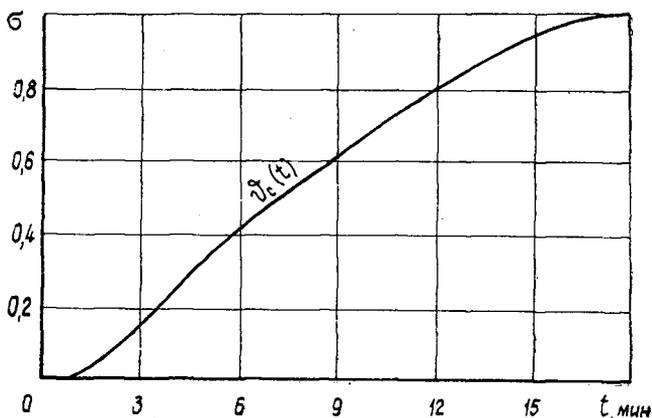


Рис. 1.

На рис. 1 дана характеристика по температуре сухого термометра при возмущении ступенчатым увеличением подачи греющего пара в калориферы. До возмущения температура ϑ_1^c составляла 84°C , по окончании переходного процесса она изменилась до $84,6^\circ\text{C}$. Транспортное запаздывание 60 сек. Длительность переходного процесса 18 мин. Имеется самовыравнивание. Объект является апериодическим звеном.

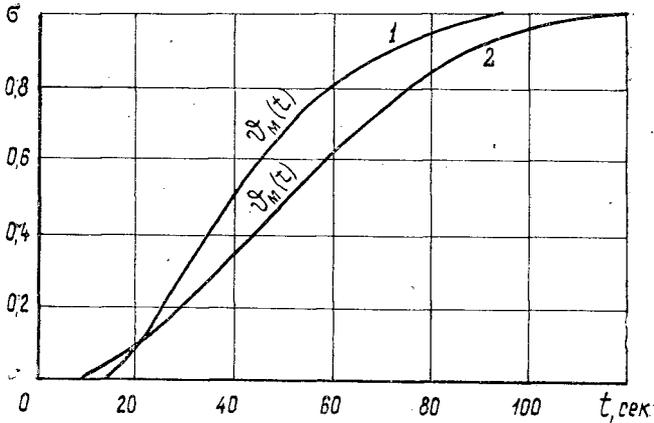


Рис. 2.

На рис. 2 приведена разгонная динамическая характеристика по температуре мокрого термометра ϑ_1^m , перестроенная из импульсной характеристики (кривая 1). Импульсное возмущение $\mu = 20\%$ вносилось частичным открытием вентиля увлажнительной (пропарочной) паровой трубы с последующим его закрытием. Транспортное запаздывание 15 сек, длительность переходного процесса 95 сек. Вследствие негерметичности камеры имеется самовыравнивание. В случае достаточной ее герметичности объект не имеет самовыравнивания и является интегрирующим звеном. На том же рисунке дана характеристика по температуре мокрого термометра при возмущении путем закрытия вытяжногошибера, ранее незначительно открытого (кривая 2). До возмущения ϑ_1^c составляла 85°C , $\vartheta_1^m = 72^\circ\text{C}$; по окончании переходного процесса ϑ_1^c стала равна 86°C , $\vartheta_1^m = 74^\circ\text{C}$. Транспортное запаздывание 10 сек. Длительность переходного процесса 7 мин. Имелось самовыравнивание. Объект является апериодическим звеном.

Соответственно этим трем каналам возмущения передаточные функции имеют следующий вид:

$$W_{10}(p) = \frac{ke^{-p}}{6,35p^3 + 5,65p^2 + 6,35p + 1}; \quad (1)$$

$$W_{20}(p) = \frac{(0,156p + 1) \cdot e^{-0,25p}}{2,3p^2 + 2,9p + 1}; \quad (2)$$

$$W_{30}(p) = \frac{e^{-0,167p}}{1,96p^2 + 2,52p + 1}. \quad (3)$$

На рис. 3, 4 и 5 приведены соответствующие нормальные и расширенные амплитудно-фазовые характеристики эжекционной сушильной камеры мебельной фабрики: на рис. 3 — при возмущении подачи пара в калориферы; на рис. 4 — при возмущении подачи увлажни-

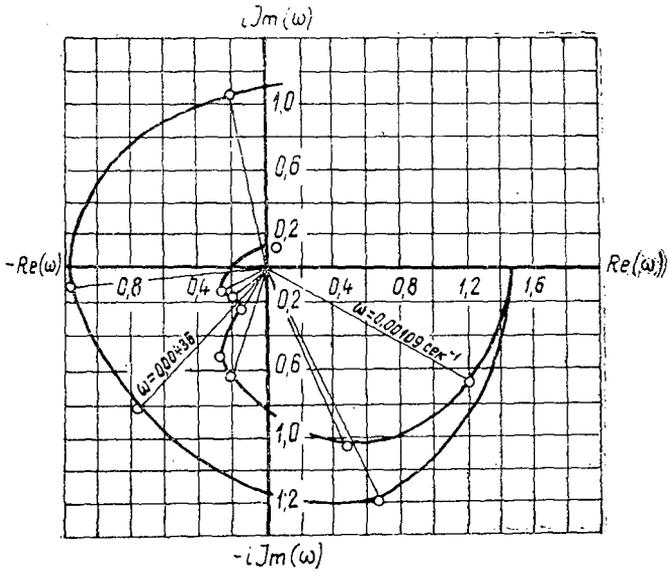


Рис. 3.

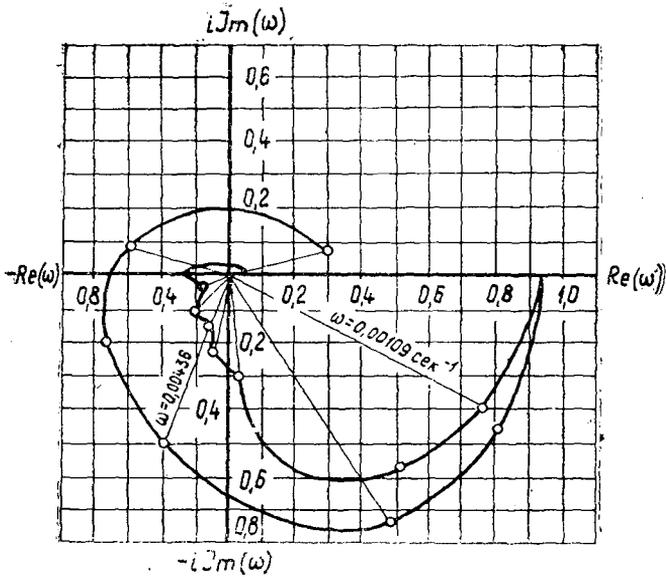


Рис. 4.

тельного пара; на рис. 5 — при возмущении закрытием вытяжного шибера.

На рис. 6 дана разгонная динамическая характеристика (паровой лесосушильной камеры системы Кречетова с принудительной реверсивной циркуляцией воздуха) по температуре сухого термометра при 20%-ном возмущении увеличением подачи греющего пара в калориферы камеры (кривая 1). До нанесения возмущения температура ϑ

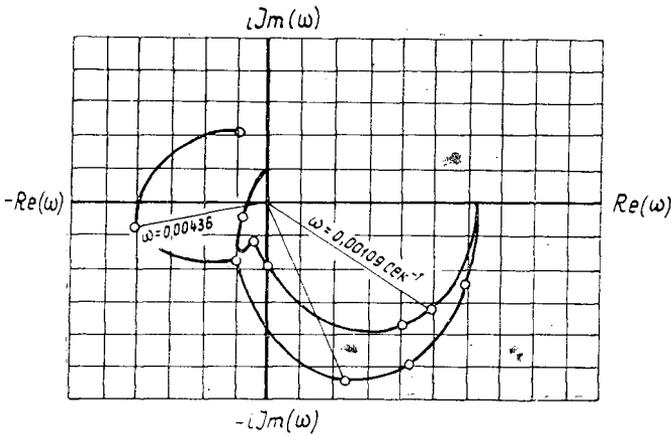


Рис. 5.

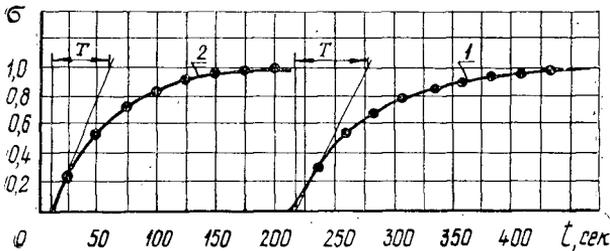


Рис. 6.

составляла 76°C ; по окончании переходного процесса $\vartheta_1^c = 77^{\circ}\text{C}$. Транспортное запаздывание 215 сек. Длительность переходного процесса 440 сек. Имелось самовыравнивание. Объект является апериодическим звеном. На том же рисунке приведена характеристика, перестроенная из импульсной по температуре мокрого термометра при 20%-ном импульсном возмущении посредством частичного открытия, а затем закрытия вентиля увлажнительного трубопровода (кривая 2). До появления возмущающего воздействия величина ϑ_1^c составляла 69°C , $\vartheta_1^m = 56^{\circ}\text{C}$. По окончании переходного процесса, вызванного возмущением, ϑ_1^c стала равна 70°C , а $\vartheta_1^m = 60^{\circ}\text{C}$. Транспортное запаздывание 9 сек. Длительность переходного процесса 206 сек. Вследствие негерметичности камеры имелось самовыравнивание. Объект является апериодическим звеном.

Передаточные функции имеют следующий вид:

$$W_{40}(p) = \frac{(0,2p + 1) e^{-3,33p}}{37p^2 + 1,6p + 1}; \quad (4)$$

$$W_{50}(p) = \frac{(1,3p + 1) e^{-0,16p}}{103p^2 + 2,43p + 1}. \quad (5)$$

Характеристики были сняты при полной нормальной загрузке камеры высушиваемыми пиломатериалами. Соответствующие нормальные и расширенные амплитудно-фазовые характеристики приведены на рис. 7.

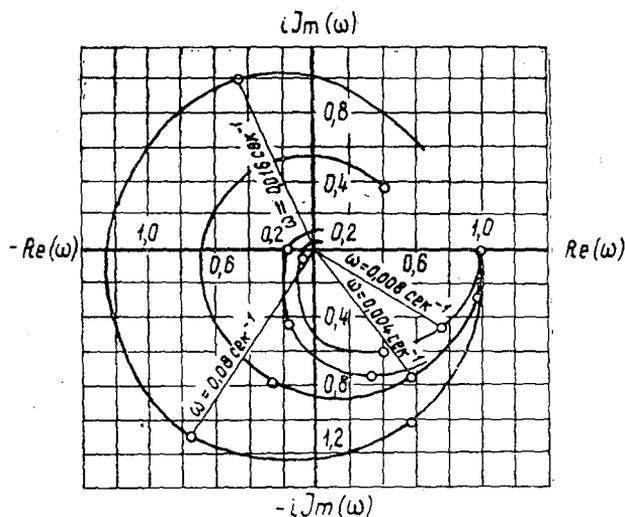


Рис. 7.

Проведенные исследования показали, что в структурной схеме системы автоматического регулирования сушильные паровые камеры являются аperiodическими (инерционными) или интегрирующими звеньями. В разных каналах степень самовыравнивания, запаздывание, коэффициент емкости, а также характер и количество емкостей различные. Этим определяется величина постоянной времени, характер переходной и передаточной функций и порядок дифференциального уравнения сушильной камеры как объекта автоматического регулирования.

Поступила в редакцию
30 марта 1966 г.

УДК 634.0.651 : 634.0.232.31

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

АНАЛИЗ СЕБЕСТОИМОСТИ СЕМЯН, ВЫРАЩИВАЕМЫХ
НА ПОСТОЯННЫХ ЛЕСОСЕМЕННЫХ УЧАСТКАХ

Т. А. КИСЛОВА

Доцент, кандидат экономических наук

(Львовский лесотехнический институт)

В связи с растущим объемом лесокультурных работ в последнее время большое внимание уделяется созданию постоянных лесосеменных участков и плантаций, обеспечивающих устойчивую семенную базу лесоразведения. Однако экономическая сторона этого важного раздела лесного семеноводства до сих пор совершенно не разработана. Изучение экономических показателей лесосеменных участков, на наш взгляд, следует начинать с установления методических основ определения себестоимости семян и всестороннего исследования ее зависимости от различных факторов. Затраты на создание постоянного лесосеменного участка (ПЛСУ) в зависимости от характера их участия в себестоимости семян следует рассматривать дифференцированно. Все затраты на закладку, формирование и выращивание насаждения до начала его эффективного плодоношения носят характер капиталовложений и, следовательно, должны включаться в себестоимость семян аналогично амортизационным отчислениям. Затраты на содержание ПЛСУ (уход за ним, охрану и т. п.) после начала эффективного плодоношения представляют собой ежегодно повторяемые эксплуатационные расходы и включаются в себестоимость семян в размере их полной среднегодовой величины.

Поскольку лесосеменные участки представляют собой значительно изреженные древостой, их продуктивность, естественно, ниже по сравнению с древостоями нормальной полноты. Потери на снижении продуктивности должны включаться в себестоимость семян аналогично капитальным затратам на создание участка.

Таким образом, полная себестоимость C 1 кг семян, полученных на ПЛСУ, состоит из трех элементов затрат: капитальных Z_k , удельных эксплуатационных $Z_э$ и на заготовку и переработку семян $Z_з$, то есть

$$C = Z_k + Z_э + Z_з. \quad (1)$$

Величина Z_k может быть представлена следующим образом:

$$Z_k = \frac{Z_в - P_{пр} + (T_0K - T_y)}{AM}, \quad (2)$$

где $Z_в$ — затраты на выращивание ПЛСУ до начала его эффективного плодоношения, руб.;

$P_{\text{пр}}$ — поступления от реализации лесопродукций, заготовленной на ПЛСУ за период формирования семенного древостоя, руб.;

A — срок эксплуатации ПЛСУ от начала его эффективного плодоношения до возраста главной рубки, лет;

M — средний урожай семян на 1 га ПЛСУ в период его эффективного плодоношения, кг;

T_0 — таксовая стоимость древесного запаса в возрасте главной рубки в обычных условиях, руб.;

T_y — то же для ПЛСУ, руб.;

K — коэффициент оборота рубки (отношение возраста рубки ПЛСУ к возрасту рубки древостоя в обычных условиях).

Второй элемент формулы (1) — величина Z_3 — выражается следующим образом:

$$Z_3 = \frac{Z_y - P_y}{M}, \quad (3)$$

где Z_y — среднегодовые затраты на содержание ПЛСУ, руб.;

P_y — среднегодовые поступления от реализации лесопродукций, заготовленной в порядке проведения ухода за ПЛСУ в период его эксплуатации (после начала его эффективного плодоношения), руб.

Таким образом, себестоимость семян C в развернутом виде может быть представлена так

$$C = \frac{Z_в - P_{\text{пр}} + (T_0 K - T_y)}{AM} + \frac{Z_y - P_y}{M} + Z_3. \quad (4)$$

Совершенно очевидно, что при прочих равных условиях величина первого элемента формулы (4) сокращается по мере удлинения периода эксплуатации лесосеменного участка A и повышения урожайности M ; величина второго элемента — также снижается с ростом урожая семян. Наконец, от этого же фактора зависит и третий элемент формулы Z_3 , так как с повышением урожайности увеличивается норма выработки и соответственно снижается сдельная расценка на заготовку семян. Кроме того, Z_3 зависят еще и от качества, с повышением которого увеличивается процент выхода чистых семян из лесосеменного сырья, благодаря чему снижаются затраты на его переработку.

Чтобы установить характер и степень влияния указанных факторов на величину себестоимости семян в целом и на ее структуру, произведены соответствующие расчеты для сосны обыкновенной и дуба черешчатого, семена которых собирают до и после их опадения. Величина затрат на создание постоянных лесосеменных участков Z_k и ежегодный эксплуатационный уход за ними Z_3 приняты по данным типовых проектов «Агролеспроекта» [2], затраты на заготовку и переработку семян Z_3 исчислены в соответствии с действующими нормами выработки и расценками на эти работы. Количество семян на 1 га и их выход из лесосеменного сырья при различной урожайности (табл. 1) приняты по данным Е. П. Заборовского [1]. Возраст восстановительной рубки ПЛСУ принят на два класса выше возраста главной рубки обычных древостоев той же породы. Полнота насаждения на семенном участке принята 0,5, аналогичного древостоя вне участка — 0,8, разряд такс — III, лесотаксовая зона — II (лесостепная).

Сосновый ПЛСУ создан посадкой сеянцев; возраст, в котором начинается эффективное плодоношение, — 30 лет; возраст рубки участка — 120 лет; средняя продолжительность периода эффективного плодоношения — 90 лет. По данным типового проекта, затраты на создание 1 га такого участка составляют 294 руб., на ежегодный эксплуатационный уход за ним — 5,60 руб. Поскольку при указанном способе создания лесосеменного участка заготовка реализуемой продукции не производится, величина $P_{\text{пр}}$ — формулы (2) и (4) — равна нулю; величиной P_y — формулы (3) и (4) — из-за

Таблица 1

Порода	Урожайность		
	средняя	хорошая	очень хорошая
Сосна обыкновенная	$\frac{2,0-2,5}{1,0}$	$\frac{3-4}{1,2}$	$\frac{8,9}{1,6}$
	—	$\frac{5-7}{1,4}$	$\frac{10 \text{ и выше}}{1,8}$
Дуб черешчатый	$\frac{200-400}{95}$	$\frac{500-700}{96}$	$\frac{800 \text{ и выше}}{97}$

Примечание. В числителе — урожай, кг на 1 га; в знаменателе — выход чистых семян, %.

Условия заготовки семян	Урожай семян		Затраты на 1 кг			
	баллы	кг на 1 га	капитальные		эксплуатационные	
			руб.	%	руб.	%
На постоянном лесосеменном участке	4	3	2,27	16,4	1,86	13,4
		4	1,71	13,3	1,40	10,9
		5	1,37	11,2	1,12	9,2
		6	1,14	10,9	0,93	9,0
		7	0,97	9,6	0,80	7,9
	5	8	0,85	10,2	0,70	8,4
		9	0,76	9,3	0,62	7,6
		10	0,68	8,4	0,56	7,0
		15	0,45	6,6	0,37	5,4
		Обычные: со стоящих деревьев	3	2	—	—
со срубленных деревьев	3	2	—	—	—	—

* Себестоимость в процентах к оптовой цене семян II класса (9 руб.).

ее незначительности также пренебрегаем. Потери на снижении продуктивности древостоя на ПЛСУ определены в 320 руб.

Дубовый ПЛСУ создан путем изреживания естественного древостоя в возрасте 15—20 лет; затраты на создание участка — 1596 руб., на ежегодный эксплуатационный уход — 34 руб. Получаемая при создании участка ликвидная лесопродукция оценивается в сумме 1144 руб. Возраст рубки ПЛСУ — 160 лет; эффективное плодородие наступает в возрасте 40 лет; продолжительность эксплуатационного периода — 120 лет. Потери на снижении продуктивности древостоя на семенном участке — 570 руб.

Себестоимость семян анализируемых пород, ее соотношение с отпускной ценой, структура себестоимости и ее зависимость от урожайности и условий заготовки семян показаны в табл. 2 и 3.

Семена, выращиваемые на ПЛСУ, относятся к I классу сортности, в обычных условиях — ко II. Вопросы качества семян и его влияния на себестоимость и ценность выращиваемого древостоя в настоящей статье из-за недостатка места подробнее не рассматриваются.

На основании произведенных расчетов можно сделать следующие выводы и рекомендации.

1. Величина первоначальных затрат не оказывает заметного влияния на себестоимость семян и с этой точки зрения не может служить критерием при выборе способа и технологии создания семенного участка.

2. Для пород, семена которых собирают до их опадения, элементом, значительно повышающим себестоимость семян, являются затраты на их заготовку, тогда как остальные категории затрат существенной роли не играют.

Следовательно, для указанных пород первостепенное значение имеет всемерное сокращение затрат на заготовку семян. С этой целью необходимо либо закладывать ПЛСУ в молодняках, еще не достигших большой высоты, либо создавать плантации с тем, чтобы воспитать насаждение из относительно невысоких деревьев с хорошо развитой и низко опущенной кроной.

3. В себестоимости семян, собираемых после их опадения, большой удельный вес занимают затраты по уходу за семенным участком. Несмотря на то, что их влияние значительно ослабляется с повышением урожайности, они вызывают удорожание семян, выращиваемых на

Таблица 2

чистых семян				Изменение себестоимости в зависимости от урожая семян и условий их заготовки, %	Себестоимость, % к оптовой цене семян I класса (9,90 руб.)
на заготовку и переработку		всего			
руб.	%	руб.	%		
9,73	70,2	13,86	100,0	100,0	140,0
	75,8	12,84	100,0	92,6	129,7
	79,6	12,22	100,0	88,1	123,4
8,34	81,1	10,41	100,0	75,1	105,1
	82,5	10,11	100,0	73,0	102,1
6,79	81,4	8,34	100,0	60,1	84,2
	83,1	8,17	100,0	58,9	82,5
6,04	84,6	8,03	100,0	57,9	81,1
	88,0	6,86	100,0	49,4	69,3
12,65	100,0	12,65	100,0	91,2	140,5*
5,70	100,0	5,70	100,0	41,1	63,5*

Таблица 3

Урожай желудей		Затраты на 1 кг чистых семян								Изменение себестоимости семян в зависимости от урожая и условий их заготовки, %	Себестоимость, % к оптовой цене семян I класса (15 коп.)
баллы	кг на га	капитальные		эксплуатационные		на сбор и переработку		всего			
		коп.	%	коп.	%	коп.	%	оп.	%		

На постоянном семенном участке

4	500	1,7	11,7	6,8	46,9	6,0	41,4	14,5	100,0	100,0	96,6
	600	1,4	10,7	5,7	43,5		45,8	13,1	100,0	90,3	87,3
	700	1,2	9,9	4,9	40,5		49,6	12,1	100,0	83,4	80,6
5	800	1,1	10,1	4,2	38,5	5,6	51,4	10,9	100,0	75,1	72,6
	900	0,9	8,7	3,8	36,9		54,4	10,3	100,0	71,0	68,6
	1000	0,8	8,2	3,4	34,6		57,2	9,8	100,0	67,5	65,3

В обычных условиях

3	200	—	—	—	—	6,7	100,0	6,7	100,0	46,2	51,5*
---	-----	---	---	---	---	-----	-------	-----	-------	------	-------

* Себестоимость в процентах к оптовой цене семян II класса (13 коп.).

семенном участке, по сравнению с собираемыми в обычных условиях. Следовательно, при выборе способа создания ПЛСУ для указанных пород необходимо руководствоваться наименьшей величиной эксплуатационных затрат. С этой точки зрения, напротив, экономически более целесообразно создавать ПЛСУ в средневозрастных древостоях путем их изреживания, так как получаемая при этом ликвидная лесопродукция возмещает значительную часть затрат не только на создание семенного участка, но и на уход за ним.

4. Длительный срок эксплуатации приводит к значительной условности исчисленной величины удельных капитальных затрат. Однако, как показывают произведенные расчеты, доля этих затрат в себестоимости семян рассмотренных пород настолько мала, что независимо от степени условности практического значения не имеет. К тому же значительная часть этих затрат (для дуба и сосны в нашем примере свыше половины) относится к потерям на снижении древесного запаса на семенном участке, которые скажутся в будущем.

5. В общей сумме затрат на заготовку семян львиная доля приходится на операции по их сбору. Поэтому эти затраты являются одним из основных элементов себестоимости семян. Следовательно, повышение производительности труда на этой операции имеет огромное значение. Трудоемкость сбора семян, как известно, понижается с повышением урожайности и концентрации семян на ограниченной площади. Имеющиеся литературные данные [1] свидетельствуют о том, что производительность труда на сборе семян при урожайности, оцениваемой баллами 4 и 5, повышается в гораздо большей степени, чем это предусмотрено действующими нормами выработки. В соответствии с этими нормами выработки по сбору семян в условиях лесосеменных участков должны быть увеличены.

6. При заготовке семян на постоянных лесосеменных участках себестоимость в ряде случаев оказывается выше действующей отпускной цены на семена. Совершенно очевидно, что действующие цены, рассчитанные на заготовку семян в обычных условиях, не всегда покрывают более высокую себестоимость семян, выращиваемых на ПЛСУ. Чтобы устранить это несоответствие, необходимо повысить цены на семена I класса ряда пород.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Е. П. Заборовский. Плоды и семена древесных и кустарниковых пород. Гослесбумиздат, М., 1962. [2]. Типовые проекты. Семенные участки сосны, дуба, лиственницы и лещины в лесах европейской части СССР. Проектно-изыскательское объединение «Агролеспроект» при Госплане СССР, М., 1961.

Поступила в редакцию
14 сентября 1966 г.

УДК 632.954 : 582

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

ДЕЙСТВИЕ ГЕРБИЦИДОВ АТРАЗИНА И СИМАЗИНА НА ТРАВЯНИСТУЮ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ СТАРЫХ ВЫРУБОК ПАПОРОТНИКОВЫХ ТИПОВ КЕДРОВЫХ ЛЕСОВ ЗАПАДНОГО САЯНА

Р. И. ЛОСКУТОВ, Т. С. КУЗНЕЦОВА

Младшие научные сотрудники

(Институт леса и древесины СО АН СССР)

В связи с ежегодным увеличением объема лесовосстановительных работ на вырубках кедровых лесов возникает необходимость в проведении подготовки почвы под лесные культуры на больших площадях. Для изучения возможности подготовки площадей под культуры при помощи гербицидов в 1962—1963 гг. проведены исследования по влиянию симазина и атразина на травянистую растительность.

Экспериментальные работы проводили в среднегорной части Западного Саяна на 13-летней вырубке с чередованием двух ассоциаций — крупнотравно-щитовниковой и крупнотравно-страусниковой — в одноименных типах леса папоротниковой группы.

Первая образует основной фон растительного покрова на вырубке, вторая занимает наиболее пологие и вогнутые участки склона на мощных и увлажненных почвах. Опытные участки располагали в средней части склона северной экспозиции, крутизной 15—20°, с абсолютной отметкой высоты около 600 м.

В обеих ассоциациях в небольшом количестве встречается подрост березы бородавчатой. Отдельные кусты ивы козьей, смородины красной и черной, черемухи, рябины не образуют сомкнутого кустарникового яруса. Очень хорошо развит травянистый ярус (покрытие до 100%), состоящий из крупнотравья и крупных папоротников (страусника, папоротника женского, щитовника игольчатого, борца, реброплодника, молочая, леона и др.) со значительным участием вейников тупоколоськового и Лангсдорфа. Под их пологом встречаются таежные виды: кисличка, ветреница байкальская, вороний глаз, подмаренник Крылова, папоротник фегоперис и др. Моховой покров не развит.

Обработка травяного покрова симазинном и атразином проведена в конце июня 1962 г., в фазе массовой бутонизации и цветения доминирующих растений. Учетные площадки размером 2 м² обрабатывали гербицидами из расчета 10, 20 и 40 кг/га действующего начала, с соблюдением не менее трехкратной повторности. Контролем служили площадки, обрабатываемые чистой водой.

С конца июня до последних чисел августа 1962 г. проводили количественный учет побегов, а также вели наблюдения за состоянием надземных частей доминирующих растений через каждые 5 дней. Отмирание листьев и побегов растений учитывали по следующей шкале: 25% — частичное, 26—50% — значительное и свыше 50% — массовое. В июле 1963 г. был проведен повторный учет.

Исследования показали, что через месяц после обработки травяного покрова крупнотравно-щитовниковой ассоциации атразином в дозе 10 кг/га никаких изменений в состоянии травяного покрова не произошло. При дозе атразина 20 кг/га наблюдалось массовое отмирание побегов кипрея и папоротника женского, пожелтение побегов у вейника тупоколоськового и щитовника игольчатого. При дозе атразина 40 кг/га отмечалась массовая гибель побегов папоротника женского, кипрея, вейника тупоколоськового.

При дозе симазина 10 кг/га состояние травянистого яруса не изменилось. С увеличением нормы до 20 кг/га наблюдалось частичное отмирание побегов у папоротника женского, а доза 40 кг/га привела к массовой гибели папоротника женского, кипрея и частичной — орляка и чемерицы.

На участках крупнотравно-страусниковой ассоциации внесение в почву атразина из расчета 10 кг/га не привело к изменению травянистого покрова. При норме действующего начала вдвое большей наблюдалось частичное отмирание побегов реброплодника, вейника тупоколоскового, василистника, борца, папоротников городчатого и женского. Применение атразина с нормой 40 кг/га привело к значительной гибели побегов страусника, папоротника женского, герани и борца.

В той же крупнотравно-страусниковой ассоциации при дозе симазина 10 кг/га наблюдалось частичное усыхание листьев у молочая и кипрея, а доза в 20 кг/га вызвала частичное отмирание побегов молочая, кипрея, папоротника женского и борца. При дозе симазина 40 кг/га отмечалась массовая гибель побегов папоротника женского, василистника, реброплодника, вейника Лангсдорфа и частичное — страусника, осота. Уменьшалась высота растений (на 8—10 см), снижалась их жизненность, желтели и скручивались листья, отмирала часть побегов.

Многочисленные папоротники с мощно развитыми корневищами и жесткими листьями (страусник, щитовник игольчатый) пострадали незначительно. Папоротники с нежными листьями, но мощно развитым корневищем (папоротник женский) оказались сильно поврежденными лишь в надземной части.

Учет 1963 г. показал, что упомянутые виды полностью восстановились в количественном отношении, но с несколько пониженной жизненностью.

Если на вырубках сосновых лесов Красноярского Приангарья, с преобладанием в живом напочвенном покрове злаков (вейники лесной и наземный) и осочки большехвостой, обработка травяного покрова гербицидами дала положительные результаты*, то в условиях влажных районов Западного Саяна, с господством папоротниковых типов леса и соответственным преобладанием на вырубках крупных папоротников и видов крупнотравья с мощно развитыми корневищами и корневыми системами, даже при внесении в почву вдвое большего количества действующего начала гербицидов, положительных результатов получить не удалось.

* М. И. Прозорова. Испытание гербицидов в разнотравных и крупнотравных сосняках Красноярского Приангарья. Сб. «Рубки и возобновление в лесах Сибири», Красноярск, 1963.

УДК 634.0.892.6 : 674.032.475.8

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О СТРОЕНИИ СМОЛОНОСНОЙ СИСТЕМЫ КЕДРА СИБИРСКОГО (*Pinus sibirica* Rupr.)

Э. И. АДАМОВИЧ

Профессор, доктор биологических наук

Л. В. МОЧАЛОВ

Старший преподаватель

(Пермский сельскохозяйственный институт)

За последний период подсобной промышленностью осваиваются обширные лесные массивы на Севере и Востоке страны с одновременным вовлечением в подпочку новых древесных пород. Такой перспективной породой для подпочки является кедр сибирский.

Для рациональной организации терпентинного промысла в кедровых лесах знание смолоносной системы — основы подпочки имеет весьма важное значение. Поэтому вполне понятно, что изучению вопросов анатомии и физиологии смолоносной системы кедра уделяется много внимания.

Мы имеем некоторые сведения о смоловместилищах, расположенных в древесине кедра, в ее коре и в хвое. Однако нет еще данных о смоловместилищах, расположенных в очень существенных органах кедра — в шишках и корне, а также об образовании патологических смоляных ходов.

Наши исследования показали, что большое количество патологических вертикальных смоляных ходов кедра возникает от ударов по стволу, нанесенных колотом при заготовке шишек. Особенно много ходов наблюдается в древесине наплывов, развивающихся в результате ударов колотом. Появление наплыва обычно сопровождается усилением смолоистечения из раны. Однако оказывается, что и сам наплыв выделяет смолистое вещество, главным образом, из внутренней стороны его, обращенной к стволу. Такое выделение смолистых у кедра продолжается длительное время, по-видимому, не один год.

Вертикальные и горизонтальные смоляные ходы, находящиеся в древесине, с течением времени, обычно с переходом их из заболони в ядро ствола, отмирают. В процессе отмирания смоляных ходов оболочки эпителиальных клеток утолщаются, а сами клетки раздуваются и закрывают каналы смоляных ходов. Такая закупорка смоляного хода по длине представляется в виде отдельных пробок, чередующихся с открытыми участками канала.

В корнях кедра сибирского смоляные ходы — вертикальные и горизонтальные — имеются лишь в древесине. В коре корней самостоятельные ходы отсутствуют, а встречающиеся в ней смоловместилища округлой формы являются всего лишь проникшими сюда булавовидными окончаниями горизонтальных смоляных ходов.

Первичные центральные смоляные ходы всегда присутствуют в древесине корней кедра сибирского в постоянном количестве: в главном корне их 5, в боковых — по 4 (рис. 1).

У шишек кедра сибирского смоляные ходы имеются в оси (стержне) и чешуях. Сравнительно много их в чешуях; на поперечном срезе каждой из них на самой широкой части насчитывается до 25—30 смоляных ходов. Характер расположения и анатомическое строение их показаны на рис. 2.

В чешуях шишки диаметр смоляных ходов колеблется от 0,2 до 0,6 мм, длина также различна. Одни ходы (из расположенных в центре чешуи) идут от самого

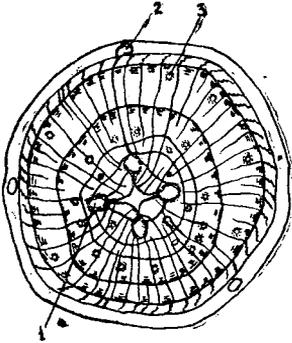


Рис. 1. Смоляные ходы на поперечном срезе бокового четырехлетнего корня кедра сибирского.

1 — центральные первичные смоляные ходы;
2 — булавообразное окончание горизонтального смоляного хода; 3 — вертикальный смоляной ход в древесине.

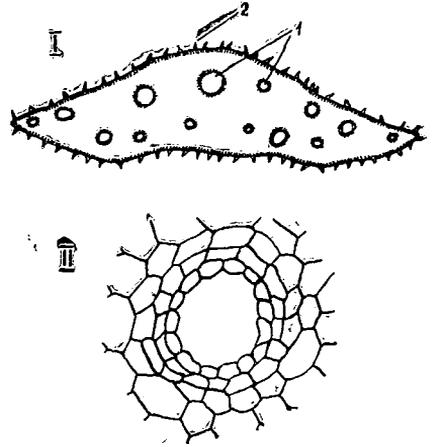


Рис. 2. I — расположение смоляных ходов на поперечном срезе семенной чешуи шишки кедр сибирского.

I — смоляные ходы; 2 — волоски.

II — анатомическое строение смоляного хода чешуи на поперечном срезе.

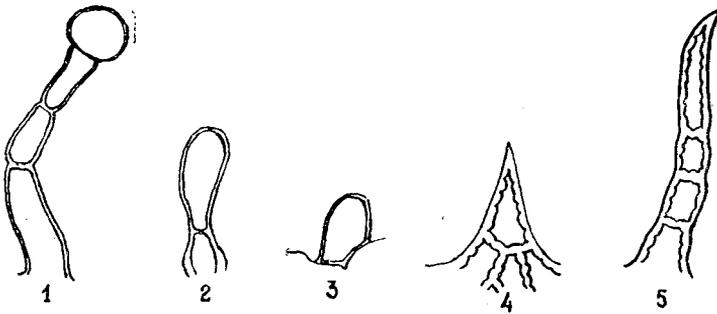


Рис. 3. Типы волосков на чешуях шишек кедр сибирского.

1, 2 и 3 — железистые волоски, выделяющие смоляные вещества;
4 и 5 — толстостенные волоски, не выделяющие смоляных веществ.

основания до вершины, где почти упираются в эпидермис; другие, более короткие, в одном случае соединяются нижними концами с первыми смоляными ходами, в другом — изолированы, то есть оканчиваются слепо вверху и внизу. Некоторые смоляные ходы проникают в коровую часть оси шишки, где вступают в соединение с имеющимися там ходами. Что касается ходов, расположенных в оси (стержне) шишки, то в совокупности они напоминают картину смолоносной системы 1—2-летнего нормального стебля: здесь в коре и древесине имеются смоляные ходы типичного для стебля строения, но в меньшем количестве и меньшего диаметра.

Шишки кедр обладают способностью обильно выделять живицу. Но обильное смолывыделение происходит только у созревающих или созревших шишек осенью в сухие теплые дни.

Причина и механизм выделения смолистых веществ из чешуй шишек кедр сибирского неизвестны. Результаты наших исследований дают основание сообщить по этому поводу следующее. Семенные чешуи несут на себе различные волоски. На открытой поверхности чешуи преобладают длинные многоклеточные, главным обра-

зом, толстостенные заостренные волоски. Среди них располагаются разбросанные кое-где по одному, тонкостенные булавовидные железистые волоски (рис. 3).

На закрытой поверхности, то есть на месте прилегания чешуи одна к другой, волоски короткие, чаще одноклеточные, большинство которых представлены здесь отдельными тонкостенными, раздутыми в виде сосочков клетками. Участки кожицы, составленные из тонкостенных одноклеточных волосков, представляют собой не что иное как смолывыделительную ткань.

Появление капелек смолы на чешуях шишки объясняется присутствием железистых смолывыделительных волосков кожицы. Во время созревания шишки кожица подсыхает, выделение смолы усиливается, и ее капельки, сливаясь между собой, образуют на чешуях смоляную пленку.

Если после созревания шишек стоит сухая погода, то наблюдается обильное выделение смолы. В этом явлении участвуют и смоляные ходы, которые прорываются наружу обычно на пункте чешуи. Дело в том, что толстые мясистые чешуи обладают сильно развитыми смоляными ходами. Крупные ходы проникают глубоко в пучок чешуи, почти упираясь в кожицу. В осенние дни чешуи созревших шишек подсыхают, сморщиваются (сжимаются). Чем толще и сочнее чешуи, тем сильнее они подвергаются усушке (сокращению объема) и больше сдавливают заключенные в них смоляные ходы. В результате смола прорывает кожицу и изливается наружу. Это явление мы наблюдали у шишек на дереве, а также вызывали искусственно в лабораторных условиях при подсушивании шишек вместе с ветками.

Поступила в редакцию
18 апреля 1966 г.

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

ЛЕСНОЙ ИНСТИТУТ О ЗНАЧЕНИИ ТРУДОВ

профессора Г. Ф. МОРОЗОВА

(По архивным материалам)

Деятельность Г. Ф. Морозова как профессора Петроградского Лесного института оборвалась в 1917 году. Еще в конце сентября он выступал с докладом о лесном образовании на Всероссийском съезде лесоводов, будучи почетным председателем съезда, но тяжелый недуг давно подтачивал его силы.

На заседании Совета института 19 октября 1917 г. было выражено соболезнование по поводу постигшего его апоплексического удара, опасной болезни, потребовавшей неотложного и длительного лечения в условиях мягкого климата*.

На заседании Совета 5 марта 1918 г. было заслушано письменное ходатайство Г. Ф. Морозова поручить экзамены по общему лесоводству в текущем полугодии асс. В. В. Гуману и В. В. Матренинскому, на что Совет дал свое согласие**.

В тяжелом состоянии Г. Ф. Морозов был отправлен в Крым, откуда ему уже не суждено было вернуться. Но Лесной институт ждал его возвращения, и кафедра общего лесоводства оставалась вакантной до 1921 года.

На заседании Совета института 4 февраля 1921 г. ректор В. Н. Оболенский сообщил, что от Л. Н. Морозовой получено известие о кончине ее мужа Г. Ф. Морозова, последовавшей 26 апреля 1920 г.***. Умер он не от той болезни, которой страдал много лет, а от случайной инфекции — от тифа, после тяжелых физических мучений****.

После его смерти Лесной институт возбудил ходатайство о материальном обеспечении семьи покойного. В результате, его дочерям была установлена персональная пенсия в размере 1-й ставки 17-го разряда ответственных работников и академический паек. Младшая дочь Елена решением Петроградского губернского суда утверждена законной наследницей отца в отношении прав на печатание его трудов*****.

Заслуживает особого внимания отзыв о деятельности и значении трудов проф. Г. Ф. Морозова, направленный Лесным институтом в Главпрофобр 5 мая 1923 г. за № 799, в ответ на запрос от 24 апреля 1923 г. за № 4512*****.

Ниже приводится полный текст означенного отзыва.

«Покойный профессор Петроградского Лесного института Г. Ф. Морозов, имя которого всегда будет занимать одно из первых мест среди наиболее выдающихся русских ученых, отдал всю свою жизнь и все силы русскому лесному хозяйству и лесному образованию.

Двадцатисемилетняя работа на этом поприще сделала его имя не только известным каждому русскому лесоводу и естествоведнику, но и его идеи широко распространились за границу и там вызвали к себе живейший интерес. Начав свою деятельность в качестве преподавателя Лесной школы в Воронежской губернии, он уже тогда начал заниматься научной работой, сразу же проявив себя ценными исследованиями по важнейшему для юга России лесоводственному вопросу, по лесным культурам.

Командировка его за границу, заведывание Каменноостепным опытным лесничеством содействовали еще более развитию его исключительных способностей.

* Г. Н. Боч. Георгий Федорович Морозов. Известия Лесного института, вып. XXXIV, изд. ЛЛЛ, 1927.

** Арх. Окт. рев. Ф. 6397, оп. 2, ед. хр. 1, л. 78.

*** Там же. Ед. хр. 27, л. 44.

**** Г. Н. Боч. Георгий Федорович Морозов. Известия Лесного института, вып. XXXIV, изд. ЛЛЛ, 1927.

***** Арх. Окт. рев. Ф. 6397, оп. 2, ед. хр. 80, л. 13.

***** Там же. Ед. хр. 80, л. 12.

Избрание его в 1901 году на кафедру в Лесной институт открыло перед ним широкие возможности как для научной, так и для педагогической деятельности. Он вступает на поле уже широко общественной деятельности, он имеет возможность оказывать влияние на все направление ведения русского лесного хозяйства.

Наибольшей заслугой Г. Ф. Морозова является создание им учения о типах лесных насаждений, учения, с которым имя его войдет в историю и которое ныне является наиболее характерным вообще для русского лесоводства.

Идеями, положенными в основу этого учения, не только заинтересовались лесоводы, агрономы, почвоведы и ботаники, не только это учение приобрело мировую известность, но оно оказало могучее влияние на всю лесохозяйственную мысль; типы насаждений кладутся в основу пересоставляемых лесоустроительных инструкций, они являются руководящей нитью при всякого рода лесокультурных работах...

Г. Ф. Морозов в полном смысле слова создал русское лесоводство и провел свои новые идеи через всю лесотехническую жизнь.

Редактирование им в течение долгого времени основного русского лесоводственного органа «Лесного журнала» позволило ему популяризировать эти идеи.

Вся лесоводственная литература, все области лесного хозяйства за последние два десятилетия отражают влияние Г. Ф. Морозова и этих идей его.

Другой важнейшей заслугой Г. Ф. Морозова перед русским лесом, перед всей страной является его деятельность по лесному опытному делу. В течение ряда лет он был идейным руководителем всего лесного опытного дела в России. При его непосредственном участии создается сеть опытных лесничеств, он дает направление для работ многих из них.

Наконец, не меньшей заслугой Г. Ф. Морозова перед государством является его почти двадцатилетняя педагогическая деятельность. Блестящий лектор, вдохновенный учитель, он создал целую школу русских лесоводов и этим, вместе со своими научными книгами и статьями, он в большой степени содействовал проведению в жизнь своего учения. И ныне каждая конференция, каждый съезд русских лесоводов начинается и кончается с обращения к памяти и к идеям учителя многих поколений русских лесоводов.

Г. Ф. Морозов принадлежал к тем немногим русским ученым, которые оказали глубокое влияние как на все дальнейшее развитие своей науки, так и на практическую жизнь страны и которыми Россия всегда будет гордиться».

Составителями этого отзыва по поручению Совета были профессор В. Сукачев и Н. Третьяков.

Вышеприведенный отзыв полностью отразил отношение Лесного института к Г. Ф. Морозову и с исчерпывающей полнотой иллюстрировал масштабы и значение его научной и педагогической деятельности.

На заседании Совета института 15 июля 1921 г. было заявлено, что при рассмотрении трудов кандидатов на заведывание кафедрой общего лесоводства конкурсная комиссия исходила из того, что «подлежащая замещению кафедра должна сохранить идейную преемственность и тот характер, который придал ей покойный профессор Г. Ф. Морозов»*.

С 1921 г. заведывать кафедрой стал его последователь и ученик проф. М. Е. Ткаченко, занимавший эту должность до конца жизни (1950 г.).

Традиции Морозовской школы продолжают быть в Лесотехнической академии основной развития специальных дисциплин лесохозяйственного профиля.

* Арх. Окт. рев. Ф. 6397, оп. 2, ед. хр. 49, л. 131.

Б. Д. Абутков.

Доцент.

(Ленинградская лесотехническая академия).

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ
НА ЛЕКЦИЯХ ПО КУРСУ «ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ»

Педагогическая наука рассматривает программированное обучение как управляемую систему, на которую распространяются общие законы управления сложными системами, выявленные и исследуемые кибернетикой. Эти законы имеют количественное выражение, что позволяет вводить в учебный процесс точные количественные методы. Принципы прямой и обратной связи дают возможность организовывать обучение в приближении к оптимальному варианту.

Программированное обучение не отрицает установившиеся методы, называемые иногда классическими или традиционными, а является их дальнейшим развитием. Различие между ними заключается в том, что при программировании широко используются методы усиления обратной связи педагога со студентами, вводятся элементы индивидуального обучения, применяются технические средства, постоянно совершенствуется учебный процесс.

Большое значение имеет программированное обучение в лекционной работе. В настоящее время на лекциях часто используют иллюстративный материал, кинофильмы, магнитофонные записи и редко — методы и способы повседневного самоконтроля и контроля за усвоением учебного материала. Особенно слабо разработаны методы и способы программирования лекций по биологическим наукам, в которых большая часть понятий пока имеет описательный характер.

Мы применяли безмашинное программированное обучение на лекциях по курсу «Лесные культуры» для студентов третьего и четвертого курсов лесохозяйственного факультета Сибирского технологического института по методу многовариантного ответа. Была составлена структурная схема курса, по которой он разбивался на логически законченные разделы. На каждую программированную лекцию составляли структурную схему и обучающий алгоритм.

Структурная схема и обучающий алгоритм лекции или ее отдельных частей (тем) позволяли полнее и нагляднее выявить связь лекции с курсами, уже прослушанными студентами (обеспечивающими), и с курсами, которые предстояло прослушать (обеспечиваемыми). Это дало возможность точнее определить содержание лекции, установить главные и второстепенные ее части, исключить дублирование отдельных доз учебной информации, повысить логическую связь отдельных частей учебного материала и излагать его на современном уровне знаний.

На каждую программированную лекцию составляли по 25 вопросов, которые распределяли по пяти вариантам учебных карточек, и по 100 ответов к ним. Один ответ был оптимальный, а остальные в разной степени приближались к нему. Вопросы подбирали так, чтобы сосредоточить внимание студента на главном, определяющем для данной дозы информации и стимулировать активную мыслительную работу, направленную не столько на заучивание изложенных на лекции фактов, сколько на развитие способности принимать оптимальные решения на основе полученных знаний.

На первой вводной лекции была проведена короткая беседа о программированном обучении и особенностях работы над программированной лекцией.

За 8—10 минут до окончания лекции студентам выдавали учебные карточки с пятью вопросами и с четырьмя готовыми ответами на каждый.

Студенты представляли свои ответы в контрольной карте-матрице условным знаком. В процессе работы над вопросами и ответами они контролируют, насколько глубоко и правильно усвоены ими учебный материал, а также приобретают первый опыт использования полученных знаний при решении поставленных вопросов. При этом они ищут оптимальные ответы, развивают способность мыслить, творчески использовать полученные знания.

Для оценки ответов использовали пятибалльную систему, а для сравнения — двухбалльную. Оптимальный ответ по пятибалльной системе оценивался единицей, а приближающиеся к нему — долями единицы: 0,7, 0,5 и 0,3. За ложные ответы, которые встречались редко, ставили оценку 0. Для проверки ответов по пятибалльной системе требовалось около 3 минут на каждого студента, а по двухбалльной — около минуты.

На следующей лекции в течение 8—10 минут проводили разбор основных ошибок. Оптимальные ответы записывали в конспект, если они там были изложены неточно.

Обсуждение результатов контроля полученных знаний проводили так, чтобы оно служило связью между предыдущей и последующей лекциями и помогало студентам постепенно войти в рабочее состояние. Преподаватель также получал сигналы о недостатках в лекции, которые надо исправить, чтобы повысить ее качество или доступность понимания.

Систематический контроль и самоконтроль за усвоением учебного материала и быстрое сообщение результатов, поощрение за ответы способствовали активизации учебного процесса, повышали интерес к изучаемому предмету, усиливали внимание студентов на лекции. Если внимание студентов на лекции отвлекалось и какой-то материал пропускался, это выявлялось во вре-

мя работы над вопросами и при разборе ошибок в ответах, и студент не только запоминал пропущенное, но и вносил соответствующие дополнения или поправки в свой конспект.

На экзаменах лучшие знания показали те студенты, которые часто посещали лекции.

На последней лекции всем студентам были предложены два дополнительных вопроса, на которые они должны были дать ответы на отдельных листках без указания фамилии. Первый вопрос: что вы думаете о системе программирования по методу многовариантного ответа? Второй: почему на вопросы последних билетов вы ответили лучше, чем на вопросы первых билетов?

Большинство студентов (97,4%) дали положительный отзыв о программированных лекциях. В своих ответах они писали, что применение элементов программированного обучения способствовало более глубокому усвоению учебного материала и закреплению полученных знаний, заставляло думать о материалах лекции, помогало замечать пробелы и восполнять их, повышало интерес к занятиям, к посещению лекций, к составлению конспектов.

На второй вопрос студенты ответили, что они стали более внимательно и с большим интересом слушать лекции, полнее вести записи, лучше усваивать материал, правильно отвечать на вопросы и быстро мыслить, аккуратнее посещать лекции.

А. Ф. Лисенков.

*Доцент, кандидат
сельскохозяйственных наук
(Сибирский технологический
институт).*

В ГЕОГРАФИЧЕСКОМ ОБЩЕСТВЕ СССР

Ученый Совет Географического общества СССР присудил золотую медаль имени выдающегося русского путешественника Н. М. Пржевальского профессору Ленинградской лесотехнической академии Г. Г. Самойловичу за капитальный труд „Применение аэрофото- съемки и авиации в лесном хозяйстве“.

Редакция „Лесного журнала“ поздравляет уважаемого Георгия Георгиевича и желает дальнейших успехов на научном поприще.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

О КАЧЕСТВЕ КНИГ ПО ТЕХНОЛОГИИ КЛЕЕНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ДРЕВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ И ПЛИТ

За последние годы по вопросам производства древесных пластиков, клееных материалов и плит было издано три книги*.

Издание литературы такой тематики, освещающей последние достижения науки и практики, крайне необходимо. К сожалению, эти учебные пособия не отвечают указанным требованиям. На книгу В. С. Лебедева была помещена рецензия (журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 7, 1965) Ю. В. Васечкина, в которой показано, что это пособие изобилует ошибками и может дезориентировать читателя.

Рассмотрению книги Н. Т. Романова «Практические и лабораторные работы по технологии древесных пластиков и плит» посвятила заседание секция научно-технического Совета Министерства высшего и среднего специального образования** 8 апреля 1965 г. В результате обсуждения принято решение о невозможности использования этой книги в качестве учебного пособия, так как она содержит большое количество грубых ошибок. Кроме того, было выявлено (вероятно, данные эти неполны), что в пособие включен текст объемом 153 стр. из книг 15 авторов. Так, например, взят текст из книги А. В. Андресена (Пособие к практическим занятиям по курсу «Фанерное производ-

во». МВО СССР, ЛТА им. С. М. Кирова, Л., 1952, 39 страниц), Н. М. Кириллова (Расчет процессов тепловой обработки древесины при интенсивном теплосбмене. ГЛБИ. М.—Л., 1959, 11 страниц), В. А. Веселова (Оборудование для переработки пластических масс в изделия. Машгиз, М., 1961, 15 страниц), Л. Д. Гольмана (Современные конструкции гидравлических прессов. Трудрезервиздат. М., 1957, 8 страниц).

В книге даны примеры расчетов как по производству клеящих смол, так и по технологии производства древесных пластиков. К сожалению, расчеты имеют путаные задания, неверные исходные данные, неправильно выбраны величины из справочников.

В примерах по производству смол ошибок так много и они так разнообразны, что их невозможно сгруппировать и привести в рецензии. Укажем, для примера, ряд ошибок в технологических расчетах. На стр. 90 и 93 приведены ошибочные формулы по определению времени зажима чурака шпинделями, а на стр. 91 — по определению времени на оцилиндровке и лущении. На стр. 93 время прямых затрат при лущении шпона за 7-часовую смену принято равным 27000 сек, а известно, что в 7 час всего 25200 сек. На стр. 144 вместо изгибающего момента определяют момент сопротивления площади при изгибе. Тепловой расчет пресс-форм с паровым обогревом (стр. 147—148) приведен с отступлением от современных направлений.

Следует остановиться еще на рекомендуемых автором единицах измерений. На стр. 131 давление дано в единицах измерения массы кг вместо $кг/см^2$. На стр. 146 изгибающий момент измеряется в единицах измерения интенсивности равномерно распределенной нагрузки кг на 1 см вместо $кг\ см$; расход электроэнергии (стр. 61) и вольтаж (стр. 292) — в единицах мощности, то есть кВт; на стр. 147 коэффициент теплопередачи измеряется в ккал на $1 м^2$ вместо $ккал/м^2\ час^{\circ} С$;

* Н. Т. Романов. Практические и лабораторные работы по технологии древесных пластиков и плит. Учебное пособие для технологических и лесотехнических вузов. Гослесбумиздат, М., 1963.

В. С. Лебедев. Технология клееных материалов и плит. Учебное пособие для лесотехнических вузов. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1964.

Н. Т. Романов. Технология древесных пластиков и плит. Учебное пособие для лесотехнических специальностей высших учебных заведений. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1965.

** Журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 4, 1966.

удельная теплоемкость на стр. 58 дана в ккал/град вместо $\text{ккал/кг}^\circ\text{C}$, а расход электроэнергии на стр. 167 измеряется в киловольтчасах, то есть в совершенно непонятной единице измерения.

Испытания древесностроистых пластиков и клееной фанеры рекомендуется проводить по отмененным ГОСТам. Марка фанеры ФСВ, указанная в книге, не существует.

В разделе «Режимы оклейки сухим горячим способом» (стр. 112—115) следовало бы дать формулы для определения продолжительности склеивания фанеры разных марок, так как приведенные в таблицах цифровые данные не раскрывают сути происходящих процессов. В этом же разделе совершенно отсутствуют режимы склеивания фанеры марки ФК, хотя известно, что в последнее время карбамидные смолы широко применяются для изготовления клееной фанеры.

На стр. 282—283 не указан способ определения влажности стружки с помощью влагомеров ДИ-2М и ДИ-8, которые специально разработаны и изготавливаются для цехов по производству древесностружечных плит. В книге совершенно отсутствует описание методов определения физико-механических показателей древесностружечных плит.

В 1965 г. была издана вторая книга Н. Т. Романова «Технология древесных пластиков и плит». Даже при поверхностном ознакомлении с этим пособием видно, что в нем имеются те же недостатки, что и в предыдущем. Например, текст страниц 25—31 книги В. А. Веселова (Оборудование для переработки пластических масс в изде-

лия, Машгиз, 1961) помещен в книгу Н. Т. Романова (стр. 417—422). Однако Н. Т. Романов не указал этот первоисточник в списке использованной литературы.

Во вновь изданной книге имеются положения, которые являются технически неграмотными, например, на стр. 72 строганая фанера названа ножевой. (ГОСТ 2977—51 предусматривает название «строганая фанера»). Сила по системе МКГСС при переводе стала равна давлению по системе СИ, динамическая вязкость названа «вязкости коэффициент», а в другом случае — «вязкости коэффициент динамический». Удельная теплоемкость названа просто «теплоемкость», а коэффициент теплопроводности — «теплопроводностью».

Совершенно неясно, почему килограмм-масса равна килограмм-силе; килограмм-сила приведена автором весьма некстати.

Как могло Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР в качестве учебных пособий утвердить книги, которые фактически являются браком, а издательство «Лесная промышленность» издать их, да еще в весьма короткий срок?

Н. Т. Романова уже критиковали (журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 5, 1959) как автора книги, написанной на низком теоретическом и практическом уровне. Почему же не предъявляются соответствующие требования к таким авторам?

Необходимо срочно изменить положение, при котором недостаточно грамотные книги получают путевку в жизнь.

И. А. Отлев.

Доцент, кандидат технических наук.

(Брянский технологический институт).

И. Н. Векман.

Старший инженер.

(Всесоюзный проектно-конструкторский и технологический институт мебели).

СОДЕРЖАНИЕ

П. И. Войчалъ. Сто лет со дня рождения Г. Ф. Морозова	3
---	---

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

В. М. Иванюта. Определение числа стволов в ступенях толщины при помощи вероятностного закона Пуассона	6
В. А. Гурмаза. Динамика воды и воздуха в лесных почвах под культурами дуба различной продуктивности	8
В. Я. Попов. К вопросу о сезонном развитии сосны обыкновенной разного географического происхождения в условиях Архангельской области	10
Т. Н. Келеберда. Биохимические и некоторые физико-химические свойства почв ризосферы древесных пород на обыкновенном черноземе в степи УССР	14
Л. Ф. Ипатов, В. И. Левин. К вопросу изучения особенностей строения и роста основных молодняков Европейского Севера	17
Т. М. Бродович. Опыт разведения псевдотсуги прививками в УССР	23
О. А. Неволин. О корреляции диаметров крон с диаметрами деревьев в смешанных сосново-березовых древостоях	27
В. В. Тарасов. О применении гербицидов в лесных культурах степной зоны Украины	31
И. В. Трещевский, В. Г. Шаталов. К вопросу о лесорастительных условиях поймы Среднего Дона	36
С. А. Дыренков. Состояние и рост тонкомера и подроста ели на концентрированных вырубках	39
Н. В. Еремин. Опыт применения гетероауксина при подготовке семян ели обыкновенной (<i>Picea excelsa</i> Link.) к посадке	42
А. В. Поляков. Варьирование выхода сортиментов из деловых стволов в древостоях осины	46

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

А. А. Дебердеев. Определение угловой скорости свободно падающего дерева	50
А. Л. Радюк. О взаимодействии потоков в русле с неоднородной шероховатостью по ширине	59
В. Я. Харитонов. Перекатывание бревен по двум параллельным направляющим	67
Л. А. Гоберман. Взаимодействие гусеничного хода погрузчиков с деформируемым основанием	72
В. Г. Козлов. К вопросу определения объемных весов древесины в производственных условиях	80
А. В. Яценко. Укрепление грунтов древесной газогенераторной смолой для дорожных целей	83
М. П. Скуратовский. Метод измерения равнодействующей сил тяговых сопротивлений навесных машин в вертикально-продольной плоскости	89

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Г. Е. Шалтыко, З. Н. Соколова, М. Н. Крестенко. Механические свойства древесины, антисептированной сланцевыми смолами	92
Г. М. Гернет, Ю. И. Юрьев, В. А. Коновалов. Определение усилия, воспринимаемого впередирамной тележкой в момент удара бревна о вальцы лесопильной рамы	95
Е. Д. Добрынин. Исследование прочности места спая ленточных пил	98
В. И. Никанов. Выход пиломатериалов из березового пиловочника	100
В. Н. Юрчишко. Расшифровка записей сравнительно низкочастотного динамометра	103
А. Ф. Кулиничев. Влияние размеров образцов при испытаниях на изгиб лигноуглеводных пластиков	109

К. Ф. Дьяконов, Т. М. Коноплева. Влагопоглощение древесины сосны после температурного воздействия	112
В. Е. Шуйн. Исследование силовых параметров и кинематики плющильно-формовочной головки автомата ПФАТ-1	115

ХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

В. М. Никитин. О механизме образования лигносульфоновых кислот	122
Г. Ф. Прокшин, Б. Д. Богомолов. К вопросу о сере в тиолигнине	126
В. В. Фефилов, М. Б. Саморянова. Модификация целлюлозы диметил-олднамидом адипиновой кислоты	129
Н. Н. Калинин, А. И. Киприанов, С. Я. Коротов. Механизм разгонки древесной пирогенной смолы в трубчатых печах. Сообщение 2	135
М. П. Музыкаченко, Ю. Н. Непенин, Е. П. Маслова. Исследование некоторых схем получения облагороженной сульфатной целлюлозы	141
Е. Д. Гельфанд, Б. Д. Богомолов. О фенольных конденсированных единицах лигнина	145

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Л. Г. Молчанов. Имаульсная система дистанционной настройки терево-обрабатывающих станков	149
А. А. Смирнов. Динамические характеристики воздушно-паровых лесосушильных камер периодического действия как объектов автоматического регулирования	154

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Г. А. Киселова. Анализ себестоимости семян, выращиваемых на постоянных лесосеменных участках	160
--	-----

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Р. Н. Лоскутов, Т. С. Кузнецова. Действие гербицидов атразина и симазина на травянистую растительность старых вырубок палоротинковых пинов кедровых лесов Западного Саяна	165
Э. И. Адамович, Л. В. Мочалов. Некоторые данные о стрессии смолонозной системы кедра сибирского (<i>Pinus sibirica</i> Rupr.)	167

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Б. Д. Абултков. Лесной институт о значении трудов профессора Г. Ф. Морозова (по архивным материалам)	171
--	-----

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

А. Ф. Лисенков. Примененное программированное обучение на лекциях по курсу «Лесные культуры»	172
--	-----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

И. А. Отлев, И. Н. Векман. О качестве книг по технологии клееных материалов, древесных пластинок и плит	174
---	-----

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ «ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 1 (Год издания десятый)

Страна: СССР. Год: XII 1966 г. Подписано к печати: I кв. 1967 г. Форм. бум. 70 × 108 мм.
Печ. л. 15,1. Условн. Физл. л. 11. Уч. лат. л. 11,61.
Тираж 1700. Сд. 09015. Заказ 2566. Цена 1 руб.

Типография им. Сталина, г. Архангельск, Набережная В. П. Давыда, 80.

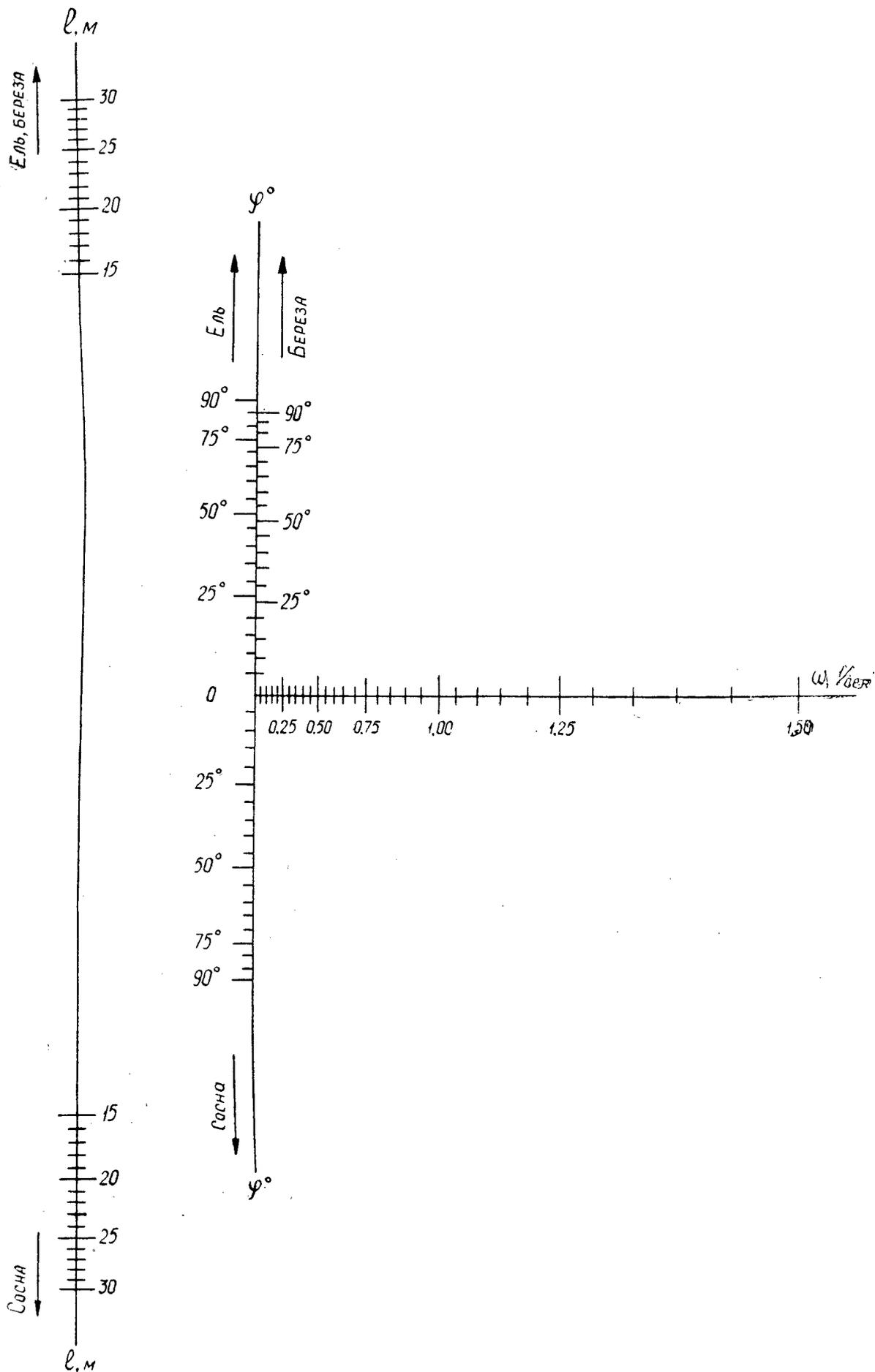
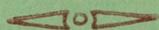


Рис. 2. Номограмма для определения угловой скорости дерева с учетом сопротивления воздуха.

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ
ЖУРНАЛ



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

**Подписывайтесь
на журнал на 1967 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР**

Р а з д е л

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 6 руб. Цена отдельного номера — 1 руб.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплекты журналов и отдельные номера за 1958, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965 и 1966 гг. высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».