

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ СЕДЬМОЙ

4

1964

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. Будька, 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 и лесохозяйственных институтов.

Выходит 6 раз в год.

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

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

ТЕКУЩИЙ ПРИРОСТ БЕРЕЗОВО-ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Ф. В. КИШЕНКОВ

Аспирант

(Брянский технологический институт)

Абсолютный текущий прирост по запасу древостоя является единственным наиболее достоверным показателем продуктивности насаждений и эффективности вмешательства человека в жизнь леса. Однако для сложных и смешанных насаждений он пока недостаточно изучен, что ограничивает его использование в лесохозяйственной практике. В этой связи большой интерес представляет изучение абсолютного текущего прироста березово-еловых насаждений, которые широко распространены на территории Калужской и Брянской областей. К наиболее продуктивным относятся древостой кисличной серии типов леса.

А. И. Тарашкевич [7], В. П. Тимофеев [8], П. В. Алексеев [1], О. А. Трулль [9] и другие выявили, что ель и береза в силу своих биологических свойств способны формировать высокопродуктивные устойчивые насаждения, в которых ель может быть результатом предварительного или последующего возобновления. История происхождения [8] связывается на всем, начиная с формирования насаждений и кончая анатомическим строением древесины. Даже угнетение березовым ярусом ель разного происхождения переносит неодинаково [6], [3], [11]. Итоговым показателем происходящих в лесу процессов является абсолютный текущий прирост по запасу древостоя, на величину которого влияет множество факторов.

В пределах узкого лесорастительного района (Брянский лесной массив) и серии типов леса (кисличники) в зависимости от истории происхождения березово-еловых насаждений мы ставили задачу выявить закономерные связи абсолютного текущего прироста по запасу элементов леса (пород) с возрастом и полнотой и на этой основе составить таблицы текущего прироста.

По происхождению березово-еловые насаждения разделяли на две группы: I — с предварительным возобновлением ели и II — с последующим.

Для выявления зависимости текущего прироста ели от полноты верхнего яруса пробные площади закладывали по трем категориям полнот (0,9; 0,7; 0,5) в насаждениях, где за последние 8—10 лет не было рубок ухода. Эти насаждения в совокупности представляли (в пределах каждой категории полноты) один естественный ряд (от 10 до 70 лет). Всего заложена 41 пробная площадь, распределение которых по возрастам и полнотам приведено в табл. 1.

Таблица 1

Полнота	Число пробных площадей в возрасте, лет						
	10	20	30	40	50	60	70
0,9	—	3	5	2	3	1	1
0,7	1	2	2	2	2	3	1
0,5	—	2	2	2	4	2	1

Размер пробных площадей колебался от 0,1 до 0,4 га в зависимости от возраста и полноты с количеством стволов на пробе не менее 220. Перечет на пробных площадях производили отдельно по элементам леса (породам) с разделением деревьев на две категории по освещенности [4]: освещенные (с повышенным текущим приростом) и неосвещенные (с пониженным).

Абсолютный текущий прирост по запасу древостоя устанавливали двумя способами: а) на 21 пробной площади с помощью рубки 12—20 модельных деревьев; б) на 20 пробных площадях по способу проф. П. В. Воропанова [4] с учетом 13—17 деревьев для каждой породы. Используемые способы [2] дают одинаковую точность определения абсолютного текущего прироста по запасу древостоя, который вычисляли как средний за пятилетие (1961—1957 гг.).

Распределение срубленных модельных и учтенных деревьев приведено в табл. 2.

Таблица 2

Порода	Число деревьев в I группе насаждений		Число деревьев во II группе насаждений	
	модельных	учтенных по способу П. В. Воропанова	модельных	учтенных по способу П. В. Воропанова
Береза	70	175	194	77
Ель	66	186	206	86

Собранный полевой материал тщательно проверяли, устанавливали принадлежность древостоев пробных площадей к одному естественно-му ряду. Характеристика средней высоты пород (рис. 1) показала, что исследуемые древостои состоят из двух ярусов: в первом — береза, во втором — ель. При этом ель предварительного возобновления на 3—9 лет старше березы, а последующего — на 5—14 лет моложе. Как в той, так и в другой группе за основной принят возраст березы. Преобладает береза бородавчатая.

Связь абсолютного текущего прироста по запасу элементов леса с возрастом и полнотой изучали графо-аналитическим методом по группам насаждений.

Выравнивание текущего прироста элементов леса производили по уравнению параболы второго порядка. Для нахождения параметров использовали способ наименьших квадратов и предложение О. А. Трулля [5]. По вычисленным параметрам были установлены конкретные уравнения, которые вернее всего отражают связь абсолютного текущего прироста с возрастом и полнотой. Отклонения фактических значений текущего прироста от выравненных в абсолютном большинстве случаев оказались не более $\pm 10\%$, хотя текущий прирост ели на некоторых пробных площадях имел расхождение до $\pm 20\%$. Величина общего текущего прироста получалась как сумма абсолютных текущих приростов составляющих его элементов леса.

Таблица 3

Возраст, лет	Текущий прирост (ж/га) при относительных полнотах верхнего яруса																	
	1,0			0,9			0,8			0,7			0,6			0,5		
	Б	Е	общий	Б	Е	общий	Б	Е	общий	Б	Е	общий	Б	Е	общий	Б	Е	общий
I группа насаждений																		
20	12,0	0,8	12,8	10,3	1,4	11,7	8,9	1,8	10,7	7,5	2,0	9,5	6,7	2,1	8,8	6,3	2,3	8,6
30	12,3	1,9	14,2	11,1	2,7	13,8	10,2	3,0	13,2	8,9	3,6	12,5	8,3	4,0	12,3	7,3	4,8	12,1
40	11,0	3,2	14,2	10,6	3,8	14,4	10,0	4,5	14,5	9,0	5,4	14,4	8,2	6,3	14,5	6,9	7,1	14,0
50	9,6	3,9	13,5	9,6	4,6	14,2	9,0	5,2	14,2	8,2	6,1	14,3	7,2	6,9	14,1	5,9	7,5	13,4
60	8,5	3,5	12,0	8,4	5,1	13,5	8,0	5,9	13,9	7,1	7,0	14,1	6,2	7,2	13,4	5,0	7,7	12,7
II группа насаждений																		
20	10,4	0,1	10,5	9,2	0,2	9,4	8,1	0,3	8,4	7,4	0,4	7,8	6,8	0,5	7,3	6,5	0,6	7,1
30	12,1	0,3	12,4	10,8	0,6	11,4	9,4	1,1	10,5	8,1	1,5	9,6	7,3	1,8	9,1	6,9	2,1	9,0
40	11,7	0,6	12,3	10,3	1,0	11,3	9,0	1,7	10,7	7,9	2,3	10,2	7,2	2,7	9,9	6,7	3,4	10,1
50	10,8	0,8	11,6	9,5	1,4	10,9	8,4	2,1	10,5	7,2	2,9	10,1	6,4	3,9	10,3	5,9	5,6	11,5
60	9,7	1,4	11,1	8,2	2,0	10,2	7,6	2,5	10,1	6,7	3,1	9,8	5,8	5,0	10,8	5,2	7,3	12,5

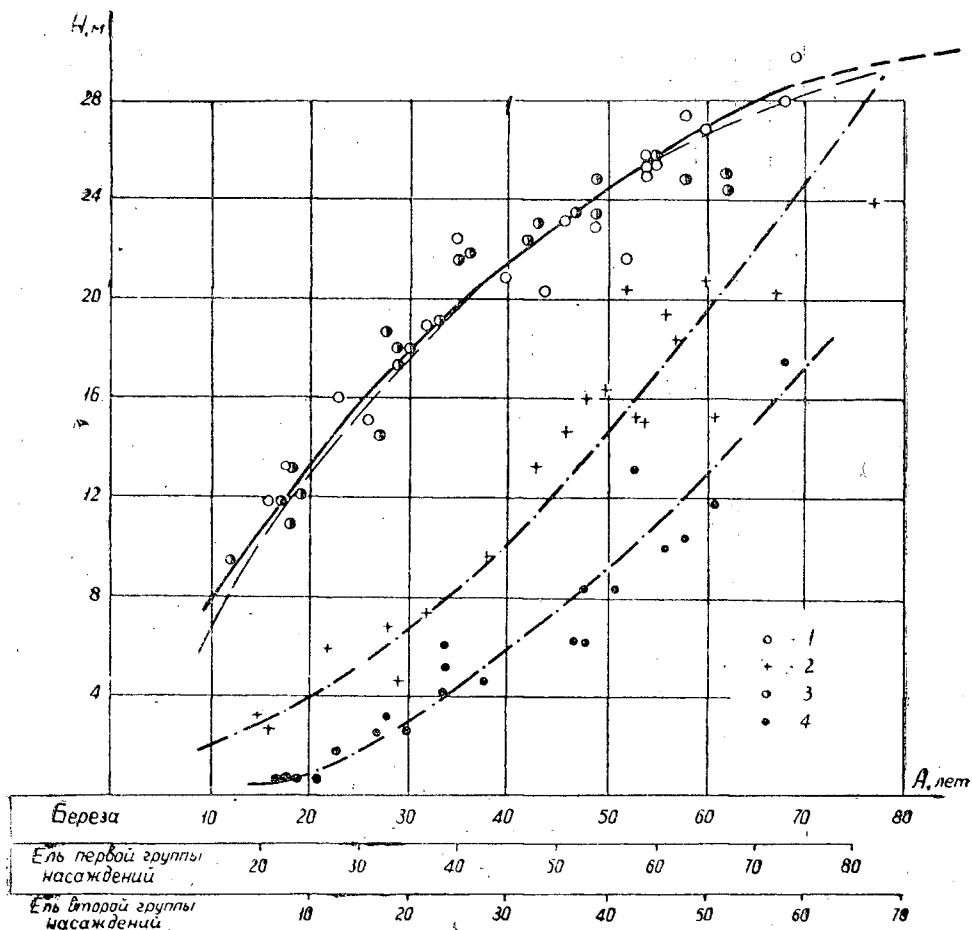


Рис. 1. Соотношение средних высот березы и ели сложных березово-еловых насаждений кисличной серии типов леса Ia класса бонитета.

1 и 2 — береза и ель I группы насаждений; 3 и 4 — береза и ель II группы насаждений; пунктиром показана кривая для Ia класса бонитета березы по А. В. Тюрину.

Выявленные закономерные связи абсолютного текущего прироста с возрастом (рис. 2 и 3) и полнотой (рис. 4 и 5), а также установленный общий прирост насаждения дают возможность составить таблицы текущего прироста двух групп березово-еловых насаждений (табл. 3).

Анализируя цифровой материал табл. 3 (для I группы насаждений), можно сделать ряд обобщений.

1. Абсолютный текущий прирост ели резко уменьшается с повышением полноты верхнего яруса (березы), причем влияние последней с возрастом увеличивается, достигая максимума в 60 лет.

2. До 40 лет (для березы) при полноте верхнего яруса 0,5 наблюдается значительное возрастание абсолютного текущего прироста ели, после чего она практически не прирастает. Дальнейшее увеличение текущего прироста ели может произойти, видимо, только при снижении полноты верхнего яруса.

3. Возраст кульминации абсолютного текущего прироста ели до 60 лет не наступил, за исключением насаждений с полнотой 1,0, где заметна сильная задержка роста и развития второго елового яруса.

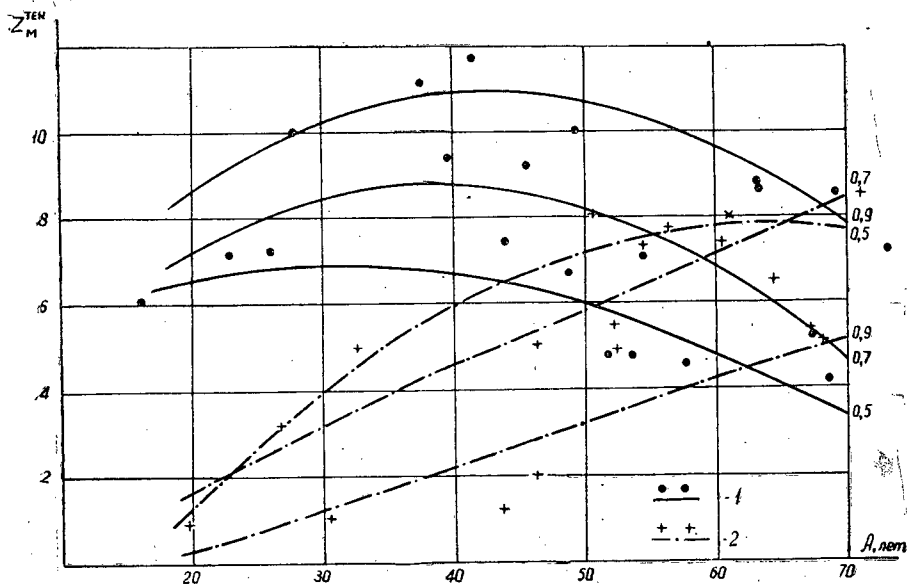


Рис. 2. Зависимость текущего прироста элементов леса по запасу I группы насаждений от возраста при разных полнотах.

1 — береза; 2 — ель.

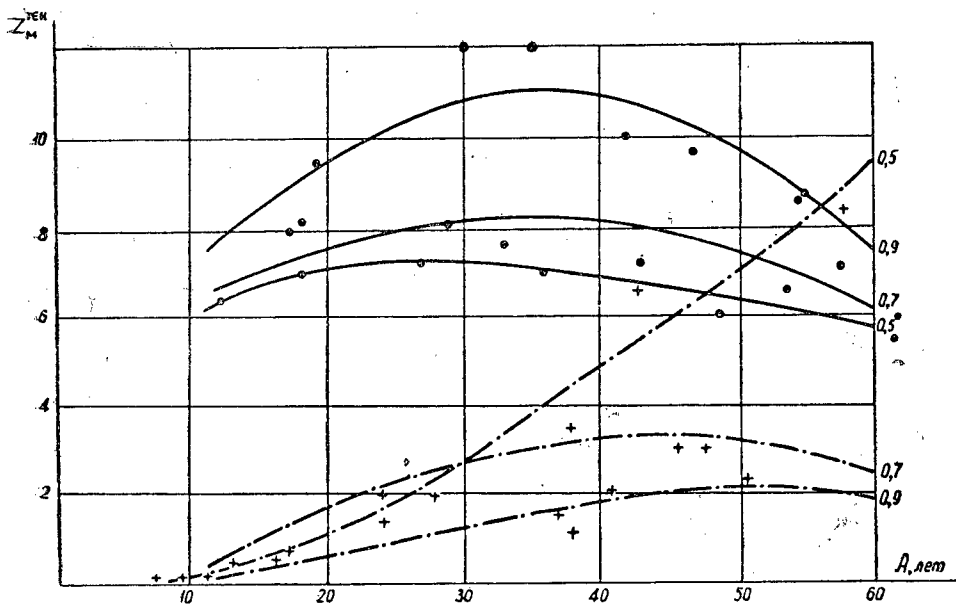


Рис. 3. То же для II группы насаждений.

4. Кульминация абсолютного текущего прироста березы наступает в 30 лет, независимо от полноты верхнего яруса. Повышение полноты сопровождается увеличением прироста. Такая же связь была установ-

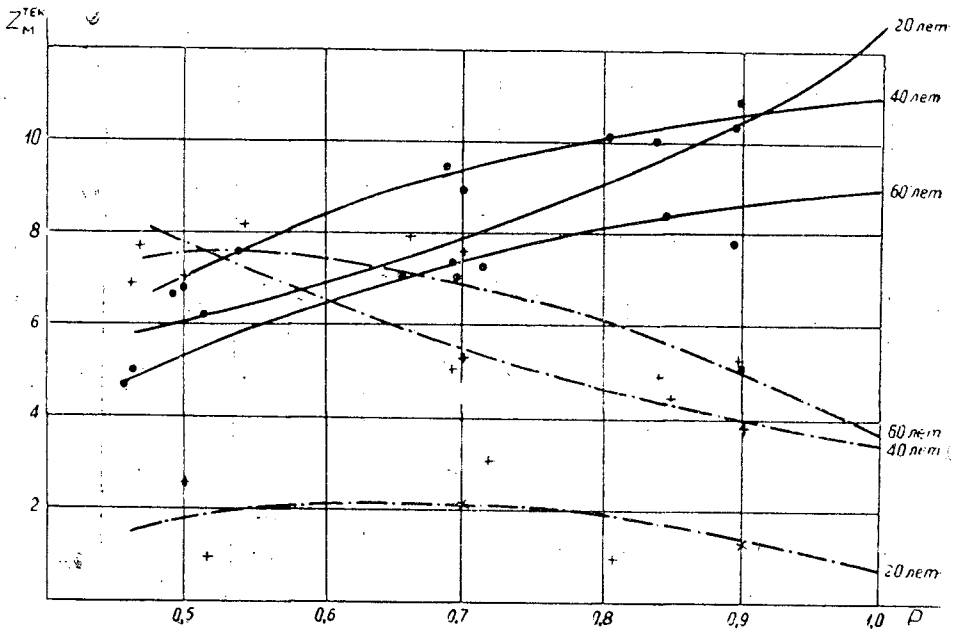


Рис. 4. Зависимость текущего прироста элементов леса по запасу I группы насаждений от полноты в разных возрастах. Обозначения те же

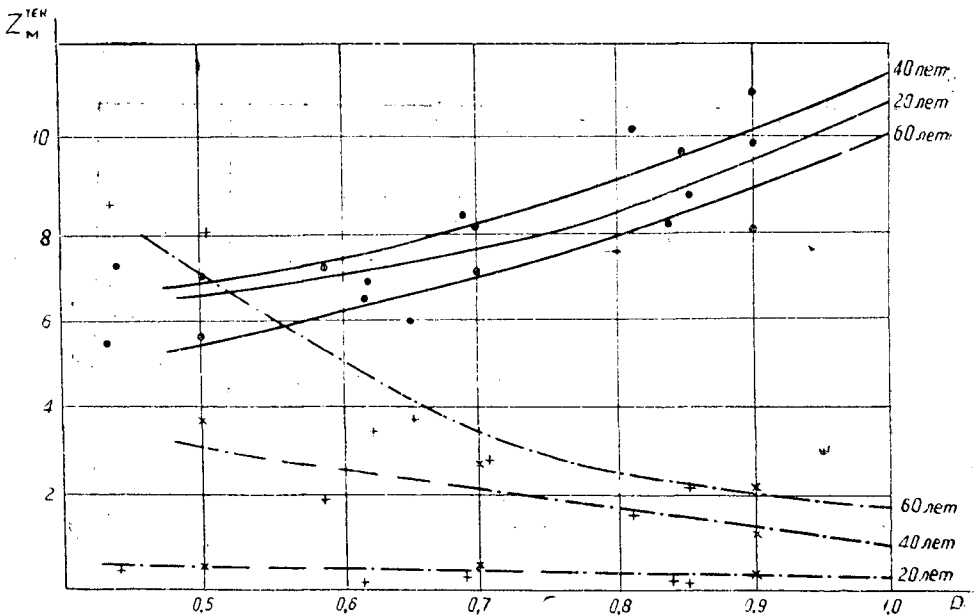


Рис. 5. То же для II группы насаждений.

лена ранее И. М. Науменко [10] для чистых насаждений. В сложных насаждениях абсолютная величина текущего прироста березы оказалась большей, чем в чистых березняках. К примеру, в 40 лет при полноте 1,0 эта величина в сложных равнялась 11,7, в чистых — 10,0 m^3 . По всей вероятности, ель положительно воздействует на рост березы.

5. Кульминация общего текущего прироста наступает в 40 лет. Но максимум его наблюдается при полнотах 0,6—0,9, а с возрастом смещается к полноте 0,7.

6. Пересечение кривых абсолютного текущего прироста по запасу березы и ели происходит при полноте 0,7 примерно в 60 лет, при полноте 0,5 — в 40 лет. Это свидетельствует о повышенном росте ели при низкой полноте березового яруса, в результате чего раньше появляется возможность перевода березово-еловых насаждений в чистые ельники.

Для абсолютного текущего прироста элементов леса II группы характерны те же закономерные связи с возрастом и полнотой. Однако ель в них менее интенсивно прирастает при высоких полнотах верхнего яруса, так как она на 15—20 лет моложе, чем в I группе.

Пересечение кривых абсолютного текущего прироста элементов леса (пород) происходит только в 50 лет при полноте 0,5, когда ель имеет около $5,5 \text{ м}^3$ текущего прироста, что отчасти уже соответствует приросту чистых ельников II класса бонитета с полнотой 0,5. Отсюда появляется возможность перевода березово-еловых насаждений с последующим возобновлением ели более раннего возраста в чистые ельники при определенном режиме хозяйства в них.

Сопоставление абсолютного текущего прироста по запасу у двух групп показывает, что насаждения с предварительным возобновлением ели более продуктивны. Они дают до $14,5 \text{ м}^3$ древесного прироста в год с 1 га, что значительно больше, чем в чистых березовых и даже еловых насаждениях сравнимого класса бонитета.

Из табл. 3 видно, что лесохозяйственные меры должны быть различны для березово-еловых насаждений разного происхождения. Во II группе целесообразно более интенсивное изреживание верхнего полога, чем в I. Однако полная выборка березы в I группе возможна только к 40—45 годам, а во II — к 50—55.

Выявленные закономерные особенности формирования абсолютного текущего прироста элементов леса и общего насаждения имеют важное теоретическое и практическое значение.

Таблицы могут быть применены при таксации березово-еловых насаждений, проведении разнообразных лесохозяйственных мероприятий, направленных на воспитание елового яруса, а также при оценке разносторонних свойств леса.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. В. Алексеев. Рост и развитие елово-лиственных и лиственно-еловых насаждений и особенности хозяйства в них. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук, М., 1952. [2]. А. С. Бабакин. О точности упрощенных способов определения текущего прироста древостоя по запасу. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1962. [3]. П. В. Воропанов. Ельники Севера. Гослесбуиздат, М.—Л., 1950. [4]. П. В. Воропанов. Определение текущего древесного прироста. Гослесбуиздат, М.—Л., 1961. [5]. В. К. Захаров, О. А. Трулль и др. Лесотаксационный справочник. Минск, 1959. [6]. В. П. Крайнев. Особенности генезиса некоторых еловых древостоев и значение их в практике. Журн. «Лесное хозяйство» № 3, 1941. [7]. А. И. Тарашкевич. Развитие и рост елово-лиственных насаждений. Труды по лесному опытному делу в России, вып. 59, 1916. [8]. В. П. Тимофеев. К вопросу о лесоводственных свойствах ели по наблюдениям в Брянском опытном лесничестве. Брянский край, вып. 2, Брянск, 1927. [9]. О. А. Трулль. Смешанные елово-березовые насаждения и динамика их роста и развития. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук, Воронеж, 1955. [10]. А. В. Тюрин, И. М. Науменко, П. В. Воропанов. Лесная вспомогательная книжка. Гослесбуиздат, М.—Л., 1956.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ РИЗОСФЕРЫ ДУБА, БЕРЕЗЫ И ЖЕЛТОЙ АКАЦИИ

В. Н. СМЕРНОВ

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

Е. В. ГРИШКУН

Доцент, кандидат химических наук

В. А. УСЫНИНА

Ассистент

(Поволжский лесотехнический институт)

Важнейшей чертой почвообразовательного процесса является взаимодействие между растениями и горной породой, образующей почву. Наиболее интенсивно оно протекает в зоне ризосферы растений.

Изучение свойств почвы в прикорневой части важно не только для более глубокого познания особенностей воздействия того или иного растения на почву, но также для разработки биологической теории питания растений и направленного агротехнического и лесоводственного воздействия на этот важнейший физиологический процесс, необходимо для изучения взаимоотношений между почвой и растениями. Поэтому исследования свойств почв ризосферы древесных и кустарниковых пород представляют глубокий научный и практический интерес для лесного почвоведения и лесоводства.

Авторы исследовали физико-химические и биохимические свойства дерново-среднеподзолистых суглинистых почв на покровных суглинках, подстилаемых на глубине около 1,5 м пермскими породами, в зоне ризосферы естественного подроста дуба (*Quercus robur* L.) 7—8 лет, березы (*Betula verrucosa* Ehrh.) 7—8 лет и на плантации желтой акации (*Caragana arborescens* Lam.) 5 лет.

Образцы почв прикорневой части дуба, березы, акации и соответственно вне ризосферы взяты 9 августа 1962 г. в Дендрологическом саду Поволжского лесотехнического института.

Каждый образец почвы ризосферы и вне ее представляет собою смешанный из 10 соответствующих индивидуальных, взятых из гумусового горизонта A_1 , где была сосредоточена корневая система исследованных пород*.

* Общая характеристика почвы хвойно-широколиственного насаждения, характерного для Дендросада Поволжского лесотехнического института, дана в одной из опубликованных работ В. Н. Смирнова [7]. Характеристика почв участков, где взяты образцы ризосферы дуба, березы, желтой акации и вне ее (контроль), приведена в табл. 1 и 2.

Физико-химические свойства почвы прикорневой зоны дуба и березы (табл. 1) характеризуются повышенной гигроскопичностью, более высоким содержанием гумуса, большей величиной суммы обменных оснований, близкими величинами обменной кислотности. Гидролитическая кислотность в зоне ризосферы была несколько выше, чем вне ее, что вызвало незначительное снижение степени насыщенности почв ризосферы основаниями.

Таблица 1

Показатели	Дуб		Береза		Желтая акация	
	ризо-сфера	вне ее	ризо-сфера	вне ее	ризо-сфера	вне ее
Гигроскопическая вода, %	1,91	1,53	1,73	1,62	1,70	1,76
Гумус, %	3,52	2,25	3,07	2,86	1,52	1,72
P ₂ O ₅ , мг на 100 г почвы	8,9	4,8	4,5	4,6	3,5	6,1
K ₂ O, мг на 100 г почвы	10,0	7,0	5,0	5,0	2,5	10,0
Сумма обменных оснований, м/экв на 100 г почвы	10,9	7,3	11,5	11,2	9,5	10,7
Обменная кислотность, м/экв на 100 г почвы	0,29	0,30	0,18	0,16	0,27	0,16
Гидролитическая кислотность, м/экв на 100 г почвы	5,2	4,2	3,8	3,4	3,5	3,1
Al активный, мг на 100 г почвы	0,90	1,17	0,54	0,36	0,99	0,45
Степень насыщенности основаниями, %	62,8	63,4	75,0	76,6	72,8	77,9
pH в KCl	4,70	4,55	5,10	5,20	4,55	4,95

Примечание. Содержание гумуса определяли по Тюрину, подвижной фосфорной кислоты — по Кирсанову, подвижного калия — по Пейве. Сумму обменных оснований и гидролитическую кислотность находили по Каппену, обменную кислотность и подвижный алюминий — по Соколову, pH потенциметрически, гигроскопическую воду — высушиванием при 100—105° С.

В почве прикорневой части дуба подвижного алюминия меньше, а в зоне ризосферы березы больше, чем вне ее. На содержание подвижного алюминия приходится обращать особое внимание из-за токсического его действия на корневую систему и микрофлору почв. Подвижных P₂O₅ и K₂O в зоне ризосферы дуба больше, чем вне ее; почва ризосферы березы в этом отношении не отличается от остальной массы.

В целом физико-химические свойства почв ризосферы дуба и березы изменены в лучшую сторону для роста и развития этих пород. Тем не менее нельзя не отметить некоторого подкисления почв в зоне ризосферы дуба и особенно в прикорневой части березы. При густом пронизывании верхних горизонтов корнями дуба и березы в сомкнутых насаждениях лесной зоны это может являться одной из причин возникновения подзолообразования или обострения его в периоды густого стояния дуба и березы. Аналогичное явление мы отмечали и ранее [6], [7].

Физико-химические свойства почвы ризосферы желтой акации хуже, чем вне ее: почва беднее гумусом, подвижными формами фосфора и калия, меньше насыщена обменными основаниями и кислее. Возможно, обеднение почвы ризосферы в момент взятия образцов почвы вызвано использованием питательных веществ ризосферными микроорганизмами. Такие явления отмечает А. И. Ахромейко [1]. Интенсивная деятельность микроорганизмов по разложению органических остатков почвы ризосферы и корневые выделения акации вызвали подкисление среды.

В биохимическом отношении (табл. 2) почвы ризосферы дуба, березы и желтой акации характеризуются, во-первых, большей интенсив-

Объект исследования	Интенсивность дыхания, мг CO ₂ в 1 час на 1 кг сухой почвы	Активность инвертазы, мг инвертного сахара на 1 г сухой почвы	Активность каталазы (мл кислорода)		
			30 сек	1 мин	2 мин
Дуб ризосфера	43,9	16,6	1,14	2,30	3,61
			0,31	0,49	0,92
вне ее	25,1	13,6	1,49	2,50	3,90
			0,45	0,82	1,42
Береза ризосфера	32,7	14,9	1,59	2,56	4,07
			0,41	0,71	1,28
вне ее	28,0	12,3	1,45	2,34	3,66
			0,41	0,73	1,30
Желтая акация ризосфера	18,7	7,6	1,18	2,18	2,34
			0,48	0,88	1,59
вне ее	15,8	6,8	0,88	1,41	2,50
			0,34	0,63	1,16

Примечание. 1) Биологическую активность почв изучали в лабораторных условиях в двухкратной повторности на воздушно-сухих образцах, подготовленных обычным способом для физико-химических анализов. 2) Интенсивность дыхания (учет CO₂, выделяющейся при увлажнении почвы до 60% от полной влажности) определяли по Галстяну, активность каталазы и инвертазы — по Купревичу, аммонификацию и нитрификацию с увлажненным образцов почв до 60% от

ностью дыхания (большей продукцией CO₂), что связано с усиленным развитием микроорганизмов в зоне ризосферы и дыханием корней растений; во-вторых, — большей активностью инвертазы. Активизация этого фермента в зоне ризосферы связана, очевидно, с наличием здесь большего количества свежих, биологически активных форм органических соединений (опад корневых волосков, появление воднорастворимых веществ углеводного характера и др.), поскольку инвертаза участвует в процессах гидролиза углеводов (сахарозы) [3], [4].

По интенсивности каталазы почвы ризосферы указанных пород заметно не отличаются от всей массы гумусового горизонта исследованных лесных почв*. В целом же активность разложения перекиси водорода на воду и молекулярный кислород велика как в зоне ризосферы, так и вне ее (4,5—6 мл кислорода на 1 г почвы). При этом, если принять во внимание лишь ферментативное разложение перекиси водорода, то активность каталазы в зоне ризосферы несколько больше, чем вне ее, во всех исследованных случаях.

Поскольку каталаза позволяет в известной степени судить об окислительных процессах, то из наших данных можно сделать вывод, что напряженность окислительных процессов в зоне ризосферы несколько выше, чем вне ее. Это может быть объяснено лучшей оструктуренностью почвы прикорневой части растений.

Почвы ризосферы дуба, березы и акации отличаются повышенной аммонификацией как до, так и после 15-дневного компостирования почвенных образцов. Это естественно, так как в зоне корней древесных пород количество аммонификаторов весьма значительно [2].

* В табл. 2 в графах «Активность каталазы» в числителе дана суммарная активность разложения H₂O₂, в знаменателе — каталитическая активность по отношению перекиси водорода минеральных веществ (двуокиси марганца, окиси железа и др.).

Таблица 2

на 1 г сухой почвы при экспозиции			Аммонификация и нитрификация, мг азота на 1 кг сухой почвы			
			до компостирования		после 15-дневного компостирования	
3 мин	4 мин	5 мин	NH ₃	NO ₃	NH ₃	NO ₃
4,58	5,26	5,80	91,3	3,5	252,9	7,6
1,33	1,77	2,12				
4,87	5,62	6,20	63,5	3,9	163,1	9,8
1,99	2,48	2,88				
5,03	5,76	6,15	73,5	5,1	183,6	25,3
1,75	2,22	2,58				
4,64	5,40	5,92	68,9	4,4	164,7	21,3
1,81	2,24	2,63				
4,27	5,00	5,53	63,0	5,0	95,1	24,3
2,20	2,75	3,20				
3,32	3,95	4,45	52,8	7,7	71,4	23,3
1,67	2,10	2,50				

полной влагоемкости без компостирования и с 15-дневным компостированием в термостате при температуре 28—30° С. 3) В графах «Активность каталазы» в числителе дроби дана активность каталазы в образцах воздушно-сухой почвы, в знаменателе — в образцах, подвергнутых в течение трех часов воздействию температуры 180° С. Подробнее методика определения биохимических свойств почв изложена в наших работах [4], [5], [8].

Нитрификационная способность почв невелика как в зоне ризосферы, так и вне ее. Хотя компостирование образцов почв увеличило содержание нитратов в 2—5 раз, но оно не изменило резкого преобладания аммиака над нитратами.

Количество нитратов в почве ризосферы дуба и акации, до компостирования образцов, ниже, чем вне ее, по-видимому, вследствие почти полного отсутствия нитрификаторов в зоне ризосферы древесных пород.

Двухнедельное компостирование образцов в благоприятных условиях увлажнения и температуры не дало существенного различия в нитрификации в почвах ризосферы и вне ее, поскольку зона ризосферы бедна нитрифицирующими бактериями.

В целом биохимические процессы в почвах ризосферы дуба, березы и желтой акации интенсивнее, чем вне ее. Наилучшие биохимические свойства имеет дерново-подзолистая почва ризосферы дуба, затем березы.

Физико-химические и биохимические свойства почвы ризосферы желтой акации оказались ниже, чем это можно было ожидать. Впрочем, желтая акация на плантации не имела еще пышного развития, хотя она и произрастала на пашне, предварительно заправленной в 1959 г. смесью торфа (5 T/ga) с известью (1 T CaCO₃ на 1 га). По-видимому, для компенсации разжижения плодородия гумусового горизонта за счет припахивания подзолистого внесенных удобрений оказалось недостаточно.

Особенности взаимоотношения между почвой и указанными древесно-кустарниковыми породами необходимо учитывать и использовать при проведении некоторых лесохозяйственных и лесокультурных работ.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. И. Ахромейко. Физиологические основы выращивания быстрорастущих лесов. Рукопись тезисов на совещании по повышению производительности лесов, М., 1963. [2]. Е. И. Козлова, Ю. А. Горбенко, В. И. Романенко. Сравнительное изучение микрофлоры ризосферы древесных растений и некоторые особенности ее углеродного обмена. Вестник МГУ, сер. VI, № 3, 1963. [3]. И. Киш, И. Балинт. Данные к изучению накопления энзимов в почве. Известия АН СССР, сер. биологическая, № 2, 1959. [4]. В. Н. Смирнов, Е. В. Гришкун, В. А. Усынина. О ферментативной активности и интенсивности дыхания почв в лесу и на пашне. Журн. «Почвоведение» № 1, 1962. [5]. В. Н. Смирнов, Е. В. Гришкун, В. А. Усынина. К физико-химической и биохимической характеристике дерново-подзолистых почв ризосферы сосны, ели и осины. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1962. [6]. В. Н. Смирнов. О происхождении и развитии почвенного покрова Марийской АССР. Изд. ПЛТИ, Йошкар-Ола, 1957. [7]. В. Н. Смирнов. О влиянии некоторых древесных и кустарниковых пород на лесорастительные свойства дерново-подзолистых почв. Сборник трудов Поволжского лесотехнического института № 55, 1961. [8]. В. Н. Смирнов. Методика проведения полевых почвенных исследований в лесу для лесохозяйственных целей. Изд. ПЛТИ. Йошкар-Ола, 1958.

Поступила в редакцию
7 октября 1963 г.

О БИОХИМИЧЕСКОМ ВЗАИМОВЛИЯНИИ СОСНЫ И ЛИСТВЕННИЦЫ

М. В. КОЛЕСНИЧЕНКО

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Воронежский сельскохозяйственный институт)

В. И. ТИХОНОВ

Аспирант

(Уральский лесотехнический институт)

Лиственница Сукачева распространена в лесах Севера Европейской части СССР, Урала и Западной Сибири исключительно как примесь к другим породам, главным образом, к сосне. Регулирование взаимоотношений пород, с целью формирования естественных смешанных насаждений и создания лесных культур наибольшей продуктивности и биологической устойчивости, требует познания сущности взаимоотношений смешиваемых пород для лучшего их использования.

Взаимоотношения древесных пород проявляются в различных формах [3], [4], [6], [8]. Биологическое суммирование многообразных форм отражает специфику внутривидовых и межвидовых отношений. Познание конкретных форм взаимовлияния древесных пород и оценка значения этих форм позволит точнее определить общий характер взаимоотношений пород.

Наименее исследовано биохимическое взаимовлияние древесных пород. Оно возникает в результате воздействия веществ, выделяемых всеми органами растений в процессе метаболизма в окружающую среду. Эти вещества названы фитолинами [3], [4]. Фитолины одной породы могут как стимулировать, так и тормозить различные жизненные процессы другой породы, действуя или непосредственно на активность ферментных систем и метаболизм этой породы, или изменяя состав и активность микроорганизмов ее ризосферы и атмосферы, или отпугивая или привлекая насекомых, специфичных данной породе [3], [4].

Биохимическое взаимовлияние сосны и лиственницы авторы изучали с 17 по 31 августа 1963 г. в Воронежском сельскохозяйственном институте по методу, разработанному и описанному М. В. Колесниченко [2]. В опытах использовали 2- и 4-летние сеянцы сосны и 5-летние сеянцы лиственницы, высаженные в глиняные плошки весной 1963 г. Фотосинтез определяли газометрическим способом при помощи радиоактивного изотопа C^{14} , без нарушения целостности и физиологических отправлений растений. Работу проводили на трех установках, оснащенных радиометрами типа Б-1, Б-2, счетчиками типа МСТ-17, с емкостью ассимиляционной камеры 17,5 л, при начальной концентрации CO_2 —

0,09%. Время световой экспозиции 30 мин при освещенности 5 тыс. лк. Вначале для каждого сеянца определяли нормальный фотосинтез в течение 3—5 дней в одни и те же часы. Затем на каждую из пород действовали фитוליном другой породы. Для получения фитOLIинов кроны и ризосферы использовали 40-летние деревья, растущие в дендрологическом парке института. Результаты измерений фотосинтеза обрабатывали статистически (табл. 1).

Таблица 1

Исследуемая порода	Воздействующая порода, возраст, дата опыта	Температура, °С	№ опытных сеянцев	Фотосинтез, мг CO ₂ на 1 г хвои/час		
				нормальный	при влиянии фитOLIинов кроны	при влиянии фитOLIинов кроны и ризосферы
Сосна	Лиственница, 40 лет, 23—31/VIII-63 г.	22—26	60	2,43 ± 0,01	2,54 ± 0,01	2,79 ± 0,04
		21—25	61	1,94 ± 0,06	1,97 ± 0,07	2,06 ± 0,17
		18—21	62	1,68 ± 0,04	2,18 ± 0,15	2,34 ± 0,06
		20—23	63	2,35 ± 0,08	2,72 ± 0,03	2,59 ± 0,09
	Среднее Отклонение, % Коэффициент достоверности различия			2,10 ± 0,03	2,36 ± 0,04 + 12 5,2	2,44 ± 0,05 + 16 5,2
Лиственница	Сосна, 40 лет, 16—30/VIII-63 г.	19—24	54	4,14 ± 0,12	4,60 ± 0,06	4,62 ± 0,06
		21—25	55	4,50 ± 0,16	5,29 ± 0,29	4,46 ± 0,07
	Среднее Отклонение, % Коэффициент достоверности различия			4,32 ± 0,10	4,95 ± 0,15 + 14 3,5	4,54 ± 0,05 + 5 2,0

Из данных табл. 1 видно, что воздействие фитOLIинов кроны лиственницы вызвало увеличение интенсивности фотосинтеза сосны по всем повторностям без исключения. Суммарное воздействие фитOLIинов кроны и ризосферы лиственницы способствовало еще большему повышению интенсивности фотосинтеза сосны, за исключением одного случая.

ФитOLIины кроны сосны вызвали увеличение фотосинтеза лиственницы. При суммарном воздействии фитOLIинов кроны и ризосферы сосны в одном случае фотосинтез лиственницы был выше, а в другом даже ниже контроля.

Таким образом, биохимические взаимовлияния сосны и лиственницы можно считать положительными. Это явление находит свое подтверждение в природе. В равных условиях местопроизрастания сосново-лиственничные насаждения естественного и искусственного происхождения превосходят по производительности чистые сосновые и часто близки к чистым лиственничникам.

Несколько иная картина биохимических взаимовлияний этих пород наблюдается в молодом возрасте. Весной 1963 г. в Уральском лесотехническом институте В. И. Тихонов проводил опыты по определению влияния фитOLIинов корневых систем на всхожесть семян рассматриваемых пород. Работы аналогичного направления проводили и ранее [1], [5], [7], [9].

Из средних проб семян сосны и лиственницы сбора 1962 г. 1 июня высевали по 100 семян в поллитровые банки с промытым песком. По каждой породе предусматривали три варианта: воздействие фитOLIинов

Таблица 2

Порода	День учета со дня посева	Всхожесть семян, %		
		в контроле	под воздействием фитолинов	
			сосны	лиственницы
Лиственница	16	20	17	29
	30	34	24	38
Сосна	16	46	53	31
	30	77	81	61

ми своей породы, другой и контроль. Результаты опытов приведены в табл. 2.

Из таблицы видно, что воздействие фитолинов сосны повышает всхожесть семян сосны и снижает ее у семян лиственницы и наоборот.

Наилучшие рост и развитие имеют всходы сосны и лиственницы в варианте с воздействием фитолинов своей породы, относительно хуже — в контроле и самый плохой — в варианте с воздействием фитолинов другой породы, где всходы значительно мельче, короче и бледнее.

Таким образом, биохимические влияния у сосны и лиственницы меняются с возрастом.

Проведенное исследование говорит о значительно более сложных взаимоотношениях растений, чем это представлялось ранее, и большом значении биохимических влияний в жизни древесных пород.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. И. Вигоров. О влиянии корневых выделений травянистых растений. Сборник по лесоразведению, Гослесбумиздат, 1950. [2]. М. В. Колесниченко. К вопросу о биохимическом взаимодействии древесных пород. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1960. [3]. М. В. Колесниченко. О формах проявления взаимоотношений древесных растений. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1963. [4]. М. В. Колесниченко. Классификация форм влияния древесных растений и некоторые вопросы методики изучения аллелопатии. Материалы научной конференции 1962 г., Воронежский СХИ, 1963. [5]. Ф. П. Любич. Взаимодействие корневых систем разных видов деревьев при совместном произрастании. Журн. «Агробиология» № 1, 1955. [6]. В. Г. Нестеров. Проблема внутривидовых отношений растений. Изд. Тимирязевской сельскохозяйственной академии, 1954. [7]. Л. К. Поздняков. О влиянии растений живого покрова на прорастание семян и развитие всходов даурской лиственницы. Сб. «Проблемы ботаники», т. 6, изд. АН СССР, 1962. [8]. В. Н. Сукачев. О некоторых современных проблемах изучения растительного покрова. «Ботанический журнал» т. 41, № 4, 1956. [9]. А. С. Щербатюк. Влияние корневых выделений растений на рост лиственницы. Журн. «Лесное хозяйство» № 10, 1963.

Поступила в редакцию
8 февраля 1964 г.

К ВОПРОСУ О БОНИТИРОВАНИИ НАСАЖДЕНИЙ БЫСТРОРАСТУЩИХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

М. В. ДАВИДОВ

Профессор

(Украинская сельскохозяйственная академия)

При изучении хода роста насаждений ветлы и белой акации [1], [2] было обнаружено, что они имеют некоторые особенности в росте и нередко образуют древостой весьма высоких классов бонитета, не предусмотренных существующими бонитировочными шкалами.

Вопрос о составлении особой шкалы для бонитирования насаждений быстрорастущих древесных пород уже назрел. Отсутствие ее в нашей лесохозяйственной практике нередко приводит к недоразумениям, так как одни и те же насаждения разные исследователи нередко относят к различным классам бонитета.

Для составления новой бонитировочной шкалы был использован довольно обширный материал по исследованию хода роста насаждений белой акации, ветлы, осокоря и других видов тополей (64 пробы, данные анализа 400 модельных деревьев).

Новая шкала построена для насаждений семенного и вегетативного происхождения, а в пределах их для двух типов роста: умеренного и с убывающей интенсивностью прироста по высоте.

При построении первой шкалы за основу была взята схема распределения насаждений по классам бонитета, предложенная М. М. Орловым; при этом составленная им шкала была дополнена недостающими более высокими классами бонитета (Ib, Ic и т. д.). Прежде всего необходимо было установить исходный возраст для бонитирования, а также интервалы между классами бонитета для средних высот насаждений по пятилетиям. При разрешении этого вопроса были использованы результаты исследования хода роста насаждений белой акации и ветлы. Как выяснилось [1], к 25—30-летнему возрасту эти древесные породы в основном заканчивают цикл развития. После этого прирост по высоте, как правило, заметно снижается, а насаждения начинают изреживаться.

На этом основании за исходный пункт бонитирования был принят возраст 30 лет. Средние высоты в указанном возрасте по данным исследования следующие: для семенных насаждений в Ie классе бонитета — 23,7 м; Id — 21,5; Ic — 19,2; Ib — 16,9; Ia — 14,6; I — 12,3; II — 10,0; для порослевых соответственно 27,5; 25,2; 22,9; 20,6; 18,3; 16,0; 13,8 м.

В дальнейшем необходимо было правильно наметить границы между классами бонитета в более молодых возрастах по пятилетиям. Исходя из результатов исследования и руководствуясь таблицами хода роста, составленными для белоакациевых и ветловых насаждений, а также привлекая и другие опубликованные материалы, можно было наме-

тить определенные интервалы по высотам между классами бонитета, которые, как оказалось, сравнительно мало отличаются от данных общепринятой шкалы.

После предварительного графического сглаживания кривых, ограничивающих пределы классов бонитета, и последующего математического их выравнивания, полученные данные можно было занести в соответствующую таблицу (табл. 1). Выравнивание высот при этом производили по уравнению вида $y = a + bx^c$, где x — возраст; y — высота; a , b , c — постоянные величины для класса бонитета. Аналогичным путем была построена и другая шкала.

Таблица 1

Распределение насаждений быстрорастущих древесных пород по классам бонитета (обычный тип роста по высоте)

Возраст, лет	Высоты насаждений (м) по классам бонитета						
	Ie	Id	Ic	Ib	Ia	I	II
Насаждения семенного происхождения							
5	7,5—6,6	6,5—5,5	5,4—4,5	4,4—3,5	3,4—2,5	2,4—1,5	1,4—0,6
10	13,1—11,4	11,3—9,8	9,7—8,2	8,1—6,6	6,5—5,1	5,0—3,4	3,3—2,3
15	16,9—15,0	14,9—13,1	13,0—11,2	11,1—9,3	9,2—7,4	7,3—5,4	5,3—4,0
20	20,0—17,9	17,8—15,9	15,8—13,7	13,6—11,6	11,5—9,5	9,4—7,4	7,3—5,6
25	22,6—20,4	20,3—18,3	18,2—16,0	15,9—13,8	13,7—11,6	11,5—9,3	9,2—7,2
30	24,9—22,6	22,5—20,4	20,3—18,1	18,0—15,8	15,7—13,5	13,4—11,2	11,1—9,0
35	26,9—24,6	24,5—22,3	22,2—20,0	19,9—17,7	17,6—15,4	15,3—13,0	12,9—10,8
40	28,8—26,4	26,3—24,2	24,1—21,8	21,7—19,6	19,5—17,2	17,1—15,0	14,9—12,7
Насаждения вегетативного происхождения							
5	9,3—8,3	8,2—7,2	7,1—6,2	6,1—5,2	5,1—4,2	4,1—3,2	3,1—2,2
10	15,0—13,5	13,4—12,2	12,1—10,8	10,7—9,3	9,2—7,9	7,8—6,6	6,5—5,2
15	19,2—17,4	17,3—15,9	15,8—14,2	14,1—12,4	12,3—10,8	10,7—9,2	9,1—7,5
20	22,7—20,8	20,7—19,0	18,9—17,1	17,0—15,1	15,0—13,2	13,1—11,3	11,2—9,5
25	25,9—23,7	23,6—21,7	21,6—19,6	19,5—17,4	17,3—15,3	15,2—13,2	13,1—11,2
30	28,7—26,3	26,2—24,2	24,1—21,8	21,7—19,5	19,4—17,2	17,1—15,0	14,9—12,8
35	31,3—28,8	28,7—26,4	26,3—23,9	23,8—21,5	21,4—19,0	18,9—16,6	16,5—14,2
40	33,7—31,1	31,0—28,5	28,4—25,8	25,7—23,3	23,2—20,7	20,6—18,1	18,0—15,5

Если сопоставить данные новой шкалы с опубликованной шкалой К. Е. Никитина [3], можно убедиться в том, что исследованные насаждения быстрорастущих древесных пород, при умеренном росте, по сравнению с другими породами, растут до 30 лет несколько быстрее, чего, однако, нельзя сказать о более старшем возрасте — 35—40 лет. К этому возрасту как интервалы, так и амплитуда высот по классам бонитета примерно одинаковы в обеих сравниваемых шкалах.

Несколько иная картина наблюдается при сравнении шкал для насаждений, развивающихся по ускоренному типу роста (табл. 2). По новой бонитировочной шкале интервалы между отдельными классами до 20 лет несколько шире, чем по шкале К. Е. Никитина. Соответственно и средние высоты в пределах класса бонитета получились больше — в Ia округленно на 1,5—2,5 м, а в Ib — на 2,0—3,5 м; однако в последующие годы (30—40 лет) они оказались ниже (на 1—4 м).

Новая бонитировочная шкала, несомненно, не безупречна, однако, по нашему мнению, она более верно может отразить особенности роста насаждений некоторых быстрорастущих древесных пород, цикл развития которых ограничивается 30—40 годами.

Предлагая эту шкалу для применения и проверки ее в широкой лесохозяйственной практике, необходимо условиться относительно ин-

Таблица 2

**Распределение насаждений быстрорастущих древесных пород
по классам бонитета (тип роста с убывающей
интенсивностью роста по высоте)**

Воз- раст, лет	Высоты насаждений (м) по классам бонитета				
	Ic	Ib	Ia	I	II
Насаждения семенного происхождения					
5	9,2—8,0	7,9—6,7	6,6—5,4	5,3—4,1	4,0—2,8
10	15,9—13,8	13,7—11,6	11,5—9,5	9,4—7,3	7,2—5,1
15	19,0—16,3	16,2—13,8	13,7—11,4	11,3—9,0	8,9—6,6
20	20,6—17,9	17,8—15,1	15,0—12,6	12,5—10,1	10,0—7,6
25	21,6—18,8	18,7—16,0	15,9—13,5	13,4—10,8	10,7—8,2
30	22,2—19,4	19,3—16,7	16,6—14,1	14,0—11,4	11,3—8,8
35	22,7—20,0	19,9—17,2	17,1—14,6	14,5—11,9	11,8—9,3
40	23,1—20,5	20,4—17,7	17,6—15,0	14,9—12,3	12,2—9,7
Насаждения вегетативного происхождения					
5	9,7—8,4	8,3—6,9	6,8—5,6	5,5—4,2	4,1—2,8
10	16,5—14,4	14,3—12,4	12,3—10,6	10,5—8,7	8,6—6,9
15	20,1—17,7	17,6—15,4	15,3—13,2	13,1—10,9	10,8—8,8
20	20,5—19,8	19,7—17,3	17,2—14,9	14,8—12,4	12,3—10,0
25	24,3—21,5	21,4—18,7	18,6—16,1	16,0—13,4	13,3—10,8
30	25,7—22,8	22,7—19,8	19,7—17,0	16,9—14,2	14,1—11,4
35	26,6—23,8	23,7—20,8	20,7—17,9	17,8—14,9	14,8—11,9
40	27,8—24,8	24,7—21,6	21,5—18,6	18,5—15,4	15,3—12,4

дексов для классов бонитета выше I. В нашей специальной литературе эти индексы отмечают буквами как русского, так и латинского алфавитов. В целях унификации следовало бы остановиться на каком-то одном условном обозначении, например, латинскими буквами: Ia, Ib, Ic, Id и т. д., что и осуществлено в составленной нами бонитировочной шкале.

Очевидно, что переход к бонитированию насаждений с учетом типов роста должен быть постепенным. По мере того, как будет накоплен соответствующий материал (по анализу моделей) и в порядке лесоустройства будут выявлены участки, а в отдельных случаях может быть даже целые урочища, где рост обследуемых насаждений имеет те или иные особенности, можно будет установить, какой бонитировочной шкалой следует руководствоваться в данном конкретном случае.

Впредь же до выявления таких участков и ограничения их в натуре правильный выбор шкалы может быть осуществлен взятием для анализа хода роста по высоте двух-трех моделей в центральных и в более толстых ступенях толщины таксируемого насаждения и сопоставлением полученных результатов с соответствующими данными той или иной бонитировочной шкалы.

Надо полагать, что в районах, где ведется интенсивное лесное хозяйство (УССР, Молдавия, БССР, Центральные районы РСФСР), переход к более совершенной классификации насаждений быстрорастущих пород по классам бонитета — вопрос недалекого будущего.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. М. В. Давидов. Таблицы хода роста белоакациевых насаждений УССР. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1961. [2]. М. В. Давидов. Рост и продуктивность насаждений ветлы. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1962. [3]. К. Е. Никитин. К вопросу бонитирования насаждений. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1960.

Поступила в редакцию
23 апреля 1963 г.

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-СРЕДНЕПОДЗОЛИСТЫХ СУГЛИНИСТЫХ ПОЧВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПОД ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ

С. А. МУРАВЬЕВ

Младший научный сотрудник

(Костромская ЛОС)

Известно, что разнообразные агротехнические приемы существенно изменяют лесорастительные свойства почвы. Однако все сведения о значении этих изменений носят чрезвычайно общий характер и не позволяют конкретизировать требования к системе агротехники лесовозобновления в связи с типом условий местопроизрастания.

Работники Костромской ЛОС с 1957 по 1962 гг. исследовали, как обработка изменяет агрофизические свойства дерново-среднеподзолистых суглинистых почв в условиях ельника чернично-долгомошного. Эксперименты проведены на территории Судиславского лесхоза, расположенного в юго-западной части Костромской области. В качестве объектов исследования взяты два участка лесных культур: № 1 (площадь 8,6 га) расположен на вырубке 1953 г., № 2 (27,6 га) — на вырубке 1959 г. Состав срубленного древостоя 6ЕЗБ1Ос, ед. С. Почва —

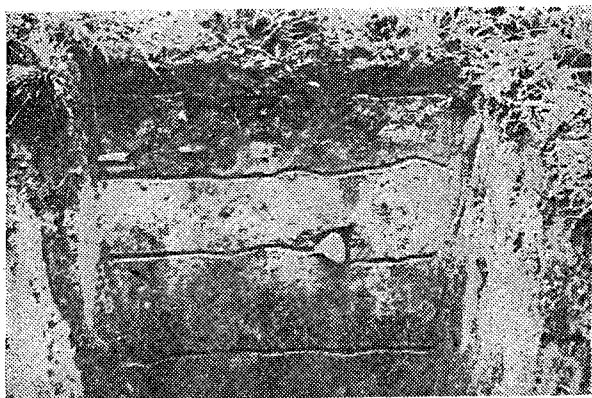


Рис. 1.

дерново-среднеподзолистый суглинок со следами слабого заболачивания. Для морфологической характеристики почвы приводим описание разреза на участке № 2 (рис. 1):

A ₀	0—2 см	лесная подстилка, состоящая из полуразложившихся листьев.
A ₁	2—17 »	темно-серый свежий средний суглинок мелкокомковатой структуры, сложение рыхлое, обилие корней. Переход в следующий горизонт ясный по цвету.
A ₂	17—32 »	светло-серый свежий средний суглинок, бесструктурный, обилие железисто-марганцевых включений.
A ₂ B	32—50 »	неравномерно окрашенный свежий средний суглинок плотноватого сложения.
B	50—82 »	бурый свежий суглинок, сложение плотное, комковато-глыбистой структуры. Встречаются камни диаметром от 1 до 5 см. Переход в следующий горизонт постепенный.
С 82 см и ниже		влажная глина желто-коричневого цвета.

На участке № 1 почву под лесные культуры обрабатывали в мае 1958 г. по следующим вариантам: а) нарезка пластов плугами ПКБ-56 и ПЛ-70 в сцепе с трактором С-80; б) создание укрупненных площадок размером 6—8 м² корчевателем-собирателем Д-210В. На участке № 2 почва подготовлена в июне 1960 г. путем нарезки борозд плугами ПЛП-135 и ПКЛ-70 на предварительно расчищенных полосах и на нераскорчеванной площади. Исследование лесорастительных свойств почвы проведено в слое мощностью 25 см, в котором сосредоточена основная масса корней 2—3-летних сеянцев. Плотность почвы определяли плотномером конструкции И. Ф. Голубева. При определении объемного веса пользовались стаканчиками Качинского, имеющими объем 250 см³. Повторность определения 10—12-кратная. Показатели физических свойств почвы в посадочных местах приведены в табл. 1.

Таблица 1

Место взятия образцов	Глубина, см	Плотность, кг/см ³	Объемный вес, Г/см ³	Порозность, %
Участок № 1				
Пласт ПКБ-56	0—7	11,6	1,07	60,0
	15—22	5,3	0,54	78,5
Пласт ПЛ-70	0—7	16,3	1,09	68,4
	15—22	10,0	0,44	81,4
Борозда	0—7	15,0	1,29	51,4
	15—22	20,6	1,42	46,4
Укрупненные площадки	0—7	17,3	1,25	52,7
	15—22	28,0	1,35	50,0
Необработанная почва	1—8	7,3	0,70	72,4
"	16—23	23,6	1,06	60,0
Участок № 2				
На расчищенных полосах				
Пласт ПЛ-135	0—7	12,6	1,36	46,0
	16—25	11,8	1,25	52,0
Борозда "	0—7	19,3	1,31	52,0
	15—24	24,8	1,39	48,0
Пласт ПКЛ-70	0—7	7,6	1,21	53,0
"	15—22	5,3	0,79	69,0
На нераскорчеванной площади				
Пласт ПЛП-135	0—7	14,6	1,32	51,0
	16—25	6,6	0,32	87,0
Борозда "	0—7	18,6	1,45	46,0
	15—22	25,0	1,43	45,0
Пласт ПКЛ-70	0—7	8,2	1,25	53,0
	15—22	4,6	0,62	75,0
Необработанная почва	1—8	3,5	0,76	67,0
"	15—23	9,6	1,13	56,0

Таблица 2

Варианты	Глубина, см	Гумус по Тюрингу, %	Н ₂ О по Пейве, мг/100 г почвы	P ₂ O ₅ по Кирсанову, мг/100 г почвы	Азот по Тюрингу	Сумма поглощенных оснований по Каппену, мг/экв	Обменная кислотность по Соколову, мг/экв		Гидролитическая кислотность по Каппену, мг/экв	Степень насыщенности основаниями, %
							общая	А1		
На расчищенных полосах										
Плост ПЛП-135	0-7	1,01	3,74	2,50	0,02	5,52	1,31	11,8	3,75	59,5
" "	16-25	1,76	7,00	2,81	0,09	6,61	1,31	11,8	4,89	57,4
Борозда	0-7	0,10	3,12	1,25	0,00	6,71	1,70	15,3	4,26	61,1
" "	15-24	0,72	4,36	1,87	Не опр.	5,27	3,49	31,3	4,19	56,7
Плост ПКЛ-70	0-7	2,74	10,0	2,00	0,01	8,29	0,97	8,74	5,53	59,9
" "	15-22	4,75	13,5	2,50	0,10	14,03	Не опр.	Не опр.	5,45	72,0
На нераскорчеванной площади										
Плост ПЛП-135	0-7	0,52	3,00	0,93	0,03	3,84	1,47	13,3	4,38	46,7
" "	16-25	7,35	34,0	5,00	0,34	20,1	Не опр.	Не опр.	7,58	72,5
Борозда	0-7	0,31	3,74	1,25	0,08	4,83	1,85	16,7	5,02	49,0
" "	15-22	0,46	1,86	1,56	Не опр.	5,86	2,75	24,5	6,06	49,3
Плост ПКЛ-70	0-7	2,56	4,36	0,93	0,10	7,80	0,89	8,05	6,64	54,0
" "	15-22	6,51	13,5	4,37	0,21	17,7	0,75	6,77	9,03	66,2
Необработанная почва	1-8	4,31	10,0	3,12	0,11	10,4	1,15	10,4	6,30	62,2
" "	15-22	0,47	1,86	1,25	0,03	3,64	1,86	16,8	5,15	41,4

При рассмотрении корневых систем деревьев, растущих в различных посадочных местах, ярко выделяется различие в их развитии. Корневая система сеянцев сосны, высаженных в пласты, к концу второго года сильно разветвлена, кора окрашена в светло-бурый цвет. Вес их корней в воздушно-сухом состоянии в 1,5—2 раза больше, чем у сеянцев, высаженных в дно борозды. Очевидно, снижение плотности и повышение порозности почвы в пахотном горизонте способствует более мощному развитию корневых систем деревьев.

Изучение агрохимических свойств почвы проведено в смешанных образцах (составленных из 12—15 равновеликих индивидуальных проб) различных вариантов обработки.

Результаты определения агрохимических свойств почвы на участке № 2 приведены в табл. 2.

Аналогичные данные о распределении питательных веществ в посадочных местах получены на участке № 1. Содержание питательных веществ в пахотном слое пластов значительно выше, чем на дне борозды. Укрупненные площадки по количеству питательных веществ в слое почвы мощностью 0—25 см занимают среднее место.

Результаты учета лесных культур даны в табл. 3.

Таблица 3

Порода	Приживаемость, %		Прирост, см			
	в пластах от плуга ПКБ-56	в укрупненных площадках	на дне борозды	в пластах от плуга ПКБ-56	в укрупненных площадках	на дне борозды
Сосна . .	93,9	—	88,0	5,8	—	4,0
	85,0		50,0	6,7		2,2
Ель . .	90,5	86,0	81,4	3,9	2,8	2,6
	65,8	75,8	60,2	6,2	3,5	3,4

Примечание. В числителе — данные учета в конце первого года; в знаменателе — в конце второго года.

На основании результатов исследования можно сделать следующие выводы.

1. При частичной механизированной обработке дерново-среднеподзолистых почв наиболее существенные изменения агрофизических свойств происходят в верхнем слое. В пахотном горизонте значительно уменьшается плотность почвы и содержание подвижного алюминия и параллельно увеличивается количество питательных веществ — калия, фосфора и азота.

2. В плужных пластах создается лучшая микросреда, чем на дне борозд и на укрупненных площадках. Сеянцы древесных пород здесь лучше приживаются (94%), быстрее растут и развиваются. Вес корневых систем в воздушно-сухом состоянии к концу второго года у сеянцев, посаженных в пласты, в 1,5—2 раза больше, чем у сеянцев, высаженных в дно борозды.

3. Учитывая характер изменения лесорастительных свойств дерново-подзолистых суглинистых почв при частичной механизированной обработке, следует рекомендовать посадку сеянцев в пласт.

К ВОПРОСУ О ДИАГНОСТИРОВАНИИ ЭНТОМОУСТОЙЧИВОСТИ СОСНЫ В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА *

В. А. РАХОВ

Аспирант

(Поволжский лесотехнический институт)

В нашей стране осуществляется огромное гидростроительство; площадь водохранилищ непрерывно растет. В связи с этим изменение гидрологического режима береговой зоны в значительной степени влияет на состояние прибрежных лесов. Незначительный подъем уровня воды может повышать жизнеспособность насаждений, а при длительном и сильном подтоплении происходит усыхание древостоев.

Отрицательное влияние подтопления на жизнеспособность насаждений усугубляется появлением очагов вредных насекомых [1].

В связи с необходимостью проведения в насаждениях береговых зон водохранилищ рубок ухода, санитарных, лесовосстановительных и других нельзя обойтись без правильного диагностирования состояния деревьев и насаждений.

На Всесоюзном совещании по защите растений, на II и III экологических конференциях, Всесоюзном энтомологическом совещании и т. д. диагностика состояния и энтомоустойчивости деревьев признана одной из первоочередных проблем.

Диагностирование деревьев тем более важно, что они зачастую испытывают двойное влияние: от близкого залегания грунтовых вод и от наличия подкоровой фауны как следствия подтопления.

Патофизиологическое направление в лесной энтомологии выдвинул проф. П. А. Положенцев в 1938 г. Он впервые установил, что деревья, ставшие в результате тех или иных заболеваний уязвимыми в отношении вторичных вредителей, отличаются от здоровых устойчивых деревьев по ряду показателей (по температуре, влажности, кислотности, осмотическому давлению, наличию крахмала в паренхимных клетках, смолыделению из искусственных ран и др.).

Впоследствии под руководством П. А. Положенцева патофизиологическое направление разрабатывали М. Г. Ханисламов [5] — по дубу, С. Ф. Негруцкий [3] и Д. И. Здрайковский [2] — по сосне.

В Германии Кремер и Дитрих [6], проводя исследования по энтомоустойчивости ели, установили зависимость между заселением короедками ослабленных деревьев ели и осмотическим давлением хвои и дуба.

* Работа выполнена под руководством доктора биологических наук, проф. И. С. Аверкиева.

Перед нами стояли две задачи: характеристика состояния деревьев на участках сосновых насаждений, подтопленных Куйбышевским водохранилищем, при помощи «живичного индикатора», предложенного П. А. Положенцевым и М. Г. Ханисламовым [4], и выявление некоторых физиологических признаков жизнеспособности дерева (количества сока в лубе, процента сухих веществ в клеточном соке луба и в живице, количества выделяющейся живицы, толщины и веса луба).

Для изучения реакции древесных пород на подтопление в Куйбышевском лесхозе Татарской АССР в сосновом бору, расположенном в Волжско-Камской пойме, были заложены пробные площади. (В связи с созданием Волжской ГЭС им. В. И. Ленина и затоплением поймы в 1957 г. данный сосновый бор стал островом.)

Наблюдения проводили в июне 1963 г. на двух пробных площадях в кварталах 120 и 134 Алексеевского лесничества.

По внешним признакам деревья разделяли на следующие категории:

- 1) внешне здоровые с нормальным ростом;
- 2) больные I стадии, имеющие по сравнению со здоровыми приглушенный рост майских побегов;
- 3) больные II стадии, характеризующиеся незначительным приростом майских побегов, ажурностью вершин крон и бледным оттенком хвои. Эти деревья обычно испытывают значительное влияние подтопления;
- 4) больные III стадии; ажурность кроны доходит до 30—50%. Деревья испытывают влияние сильного подтопления и заселяются вторичными вредителями;
- 5) мертвые.

Пробная площадь № 1 размером 0,31 га заложена в квартале 134. Состав насаждения — 10С; класс возраста — II; средний диаметр — 19,8 см; средняя высота — 19,5 м; полнота — 0,8; почва — оподзоленная супесь. Уровень залегания грунтовых вод (в период проведения работ) колебался от 50 до 100 см в разных местах пробной площади.

Пробная площадь № 2 размером 1,30 га заложена в квартале 120. Состав насаждения — 10С; класс возраста — VI; средний диаметр — 38,3 см; средняя высота — 31,5 м; полнота — 0,6; почва — свежая супесь. В связи с холмистым рельефом пробной площади глубина залегания грунтовых вод колебалась от 50 до 250 см.

Ранение наносили высечкой с южной стороны ствола на высоте груди. Диаметр раны 1,6 см. Через 1 час после ранения выделение живицы отмечали баллами в соответствии с нижеприведенной таблицей, предложенной проф. П. А. Положенцевым.

Результаты наших исследований приведены в табл. 1.

Из приведенных в таблице показателей видно, что внешний вид деревьев в основном соответствует их физиологическому состоянию. Однако это наблюдается не всегда. Так, например, на пробе № 1 семь внешне здоровых деревьев имели балл 2; два дерева — балл 1, а одно совсем не выделило живицы.

Результаты данных пробных площадей № 1 и 2 в основном тождественны. Заметно некоторое снижение среднего балла у первых трех категорий деревьев пробы № 2. Очевидно, здесь сказывается возраст насаждения и ослабление его жизнеспособности. Таким образом, для более полной выборки больных деревьев в подтопленных участках сосновых насаждений метод «живичного индикатора» вполне применим.

Таблица 1

Состояние деревьев	Число пораненных деревьев	Число деревьев, выделивших живицу, по баллам					Средний балл
		4	3	2	1	0	
Внешне здоровые	101	75	16	7	2	1	3,69
	126	74*	24	15	11	2	3,24
Больные I стадии	38	26	9	1	—	2	3,50
	84	37	27	10	7	3	3,04
II "	20	9	7	2	1	1	3,10
	59	19	21	13	4	2	2,86
III "	39	4	8	9	8	10	1,69
	60	7	19	15	12	7	2,11
Мертвые	8	—	—	—	—	8	0
	4	—	—	—	—	4	—
Итого	206	114	40	19	11	22	—
	333	137	91	53	34	18	—

Примечание. В числителе — данные пробной площади № 1, в знаменателе — № 2.

Объектом для исследования физиологических показателей жизнеспособности деревьев являлась пробная площадь № 1. Полученные данные помещены в табл. 2.

Таблица 2

Состояние деревьев	Вес луба в высечке площадью 2,51 см ² , г	Количество сока, см ³	Процент сухих веществ в клеточном соке луба	Количество живицы, выделяемой за 3 час, г	Процент сухих веществ в живице	Толщина луба, см
Здоровые	0,422	0,74	13,00	2,910	91,50	0,27
Больные I стадии . .	0,393	0,58	10,00	2,260	88,50	0,25
II "	0,257	0,37	8,20	1,410	86,20	0,18
III "	0,231	0,24	5,10	0,700	82,10	0,14

Из таблицы видно, что физиологические показатели у здоровых деревьев выше, чем у больных разных стадий и особенно заселенных вторичными вредителями (III стадия). Следовательно, эти показатели являются диагностическими признаками состояния деревьев при определении их жизнеспособности в насаждениях, испытывающих влияние измененного гидрологического режима в береговой зоне.

Проведенная работа позволяет прийти к следующим выводам.

1. Внешний вид сосны на подтопленных участках в основном характеризует физиологическое состояние дерева. Точнее оно определяется количеством сока в лубе, процентом сухих веществ в клеточном соке луба и в живице, количеством выделяющейся живицы, толщиной и весом луба.

2. Дальнейшее изучение метода установления состояния дерева путем определения количества живицы, вытекающей за единицу времени при ранении ствола, позволит выявить более точные внешние признаки, что будет иметь практическое значение при проведении санитарных и других видов рубок в условиях подтопленных насаждений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. С. Аверкиев, Л. В. Окунев. К вопросу о влиянии подтопления и затопления на санитарное состояние насаждений в береговой зоне Куйбышевского водохранилища. Сборник трудов ПЛТИ № 55, 1961. [2]. Д. И. Здрайковский. К вопросу о диагностировании энтомоустойчивости сосны в очагах корневой гнили. Научные записки Воронежского лесотехнического института, т. XXI, 1960. [3]. С. Ф. Негруцкий. Болезни сосны и борьба с ними в Хреновском бору. Диссертация, 1954. [4]. П. А. Положенцев, М. Г. Ханисламов. Новые приборы для прижизненной диагностики состояния деревьев. Сборник трудов Башкирской ЛОС, вып. II, 1948. [5]. М. Г. Ханисламов. Поражаемость дуба вторичными вредителями в связи с его физиологическим состоянием. Диссертация, 1950. [6]. G. Kretzer, Dietrich. Die Kritischen Grenzen der Brutbaumdisposition für Borkenkäfer befall an Fichte (*Picea excelsa* L.). Angew. Ent., 34 № 4, 1953.

Поступила в редакцию
9 января 1964 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОСЕВА ЕЛИ ПО ТАЮЩЕМУ СНЕГУ*

П. М. МАЛАХОВЕЦ

Аспирант

(Архангельский лесотехнический институт)

В последние годы в Архангельской области были проведены посевы ели по снегу, однако результаты их неизвестны. С целью проверки их эффективности мы обследовали посевы ели по тающему снегу на свежих гарях в Онежском леспромхозе и в Исакогорском учебно-опытном лесхозе АЛТИ.

Лесокультурная площадь в Онежском леспромхозе расположена в квартале 173 Онежского лесничества и представлена вырубкой 1955 г., пройденной пожаром в июне 1960 г. Бывший тип леса — ельник-черничник. Рельеф местности несколько всхолмленный. Микрорельеф выражен. Почва среднеподзолистая среднесуглинистая на тяжелом моренном суглинке. На 1 га насчитывается около 900 слаборазложившихся пней, захламленность до 20—25 м³/га. Естественное возобновление в год обследования (1963) представлено березой — 12500 шт./га (высота 5—10 см), осинкой — 16100 шт./га (5—15 см), 2-летним самосевом сосны — 6170 шт./га. В напочвенном покрове преобладают иван-чай (60%), луговик извилистый (10%), герань лесная (10%). Степень покрытия почвы 0,5.

Посев семян ели сбора 1961—1962 гг. (техническая всхожесть 83%) был проведен по снегу с 19 по 22 апреля 1962 г. на площади 11,0 га. Ходовые линии располагались через 2 м. Семена высевали вразброс по обе стороны от ходовых линий. Норма высева 1 кг/га.

В Исакогорском учебно-опытном лесхозе лесокультурная площадь представлена вырубкой 1956 г. (квартал 1). Бывший тип леса — сосняк-черничник. Рельеф местности несколько возвышенный со слабым уклоном в южном направлении; микрорельеф выражен слабо. Почва сильноподзолистая легкосуглинистая на тяжелом моренном суглинке. Количество слаборазложившихся пней на 1 га — около 750 шт., захламленность до 15 м³ на 1 га.

В июле 1960 г. вырубка была охвачена пожаром, в результате которого уничтожен живой напочвенный покров и древесно-кустарниковая растительность.

Минерализация почвы, как и в Онежском леспромхозе, наиболее сильная у пней, валежника, одиночных деревьев и подростов. В пространствах между ними прогорание подстилки среднее, напочвенный покров полностью прекратил развитие в 1961 г.

* Научный руководитель канд. сельскохозяйственных наук, доц. Ф. Б. Орлов.

В настоящее время на площади имеется самосев хвойных пород не свыше 150 шт./га, лиственных не более 700 шт./га. В напочвенном покрове господствующее положение занимают иван-чай (50%), мышиный горошек (10%), луговик извилистый (10%). Степень покрытия почвы 0,6.

Посев ели на площади 5,25 га был проведен во второй половине апреля 1962 г. Ходовые линии прокладывали на лыжах также через 2 м. Семена высевали вразброс, норма посева — 1,2 кг/га. Для посева использовали семена местного сбора, имеющие техническую всхожесть 99%.

На обоих участках в сентябре 1963 г. было проведено обследование. Для учета сеянцев равномерно по площади закладывали учетные площадки 2 × 2 м каждая. Результаты обследования посевов ели приведены в табл. 1.

Таблица 1

Место проведения посева	Количество 2-летних сеянцев на 1 га, шт.		
	общее	в пространствах между пнями и валежником	около пней и валежника
Онежский леспромхоз	5360	930	4430
Исакогорский учебно-опытный лесхоз	4000	850	3150

Из таблицы видно, что количество двухлетних сеянцев на 1 га на гаях сравнительно незначительно, и по площади они распределяются неравномерно.

Наиболее благоприятные условия для проникновения семян к почве и их прорастания создаются около пней, валежника, групп подроста, где почва минерализована лучше, а температурные колебания меньше, чем в других местах. Н. Е. Декатов [2] отмечает, что даже мелкие порубочные остатки, разбросанные по площади, повышают температуру воздуха на 2—3° С.

Около пней и валежника в большей степени развивается напочвенный покров из иван-чая (рис. 1), который при небольшой сомкнутости



Рис. 1.

крон (0,5—0,6) не только положительно влияет на рост сеянцев [1], [4], [5], но и предохраняет их от воздействия крайних температур [3].

Приведенные в таблице данные показывают, что основная масса двухлетних елочек приурочена к пням и валежнику. Здесь сеянцы располагаются группами, а между пнями и валежником — одиночно и в большинстве случаев под прикрытием травянистой растительности.

На значительной части учетных площадок (в первом случае на 53,9 и во втором на 34,5%) всходы вообще отсутствуют.

Большое влияние на прорастание семян и сохранность сеянцев ели оказало время посева. При оттаивании почвы семена быстро прорастают, и всходы подвергаются воздействию поздних весенних заморозков. Так, в 1963 г. при посеве в подготовленную почву даже в начале мая появившиеся всходы на открытых местах полностью погибли от заморозков, наступивших в конце месяца.

Из литературы известно, что культуры и самосев больше всего повреждаются заморозками в период, когда высота растений не превышает 0,5 м. Наши наблюдения показали, что в условиях Архангельской области побивание морозом молодых побегов ели в одинаковой мере наблюдалось как у сеянцев, так и у подроста и взрослых деревьев. Что касается сосны, то в большинстве случаев заморозки не оказывали влияния на 2—3-летние сеянцы, а у молодняка старшего возраста, вышедшего из-под полога травянистой растительности, молодые побеги часто повреждались.

Таким образом, рассмотренные данные показывают, что посев ели по тающему снегу на свежих гарях дал неудовлетворительные результаты.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. В. Алексеев. К проблеме лесных культур в условиях Севера. Сб. «Некоторые вопросы ведения лесного хозяйства на Севере», Архангельск, 1953. [2]. Н. Е. Декатов. Простейшие мероприятия по возобновлению леса при концентрированных рубках. Гослестехиздат, Л., 1936. [3]. Н. Е. Декатов. Мероприятия по возобновлению леса при механизированных лесозаготовках. Гослесбумиздат, М., 1961. [4]. А. М. Молчанов, И. Ф. Преображенский. Леса и лесное хозяйство Архангельской области. Изд-во АН СССР, М., 1957. [5]. Ф. Б. Орлов. Особенности ухода за лесными культурами на Севере. Журн. «Лесное хозяйство» № 5, 1957.

Поступила в редакцию
22 января 1964 г.

К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ЕЛОВО-ЛИСТВЕННЫХ МОЛОДНЯКОВ

Л. Б. КАЛИНИН

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

В настоящей работе приведены некоторые результаты изучения процессов формирования елово-лиственных и лиственно-еловых молодняков и светового режима в них.

Исследования проводили в 1963 г. в Лисинском учебно-опытном лесхозе ЛТА в наиболее распространенных ельниках-черничниках в кварталах 1, 2, 16, 197, 198. Объектом изучения послужили смешанные молодняки II класса бонитета, возникшие после вырубki черничных ельников 110—120-летнего возраста, имевшие полноту 0,7—0,8 и средней состав 7Е2Б1Ос.

Опытные объекты подбирали с преобладанием в составе: 1) деревьев ели; 2) лиственных (березы, осины).

В каждом из этих рядов были изучены три возрастные группы молодняков (8—10, 14—16, 22—24 года), имеющие однородные почвенно-гидрологические условия и происхождение. Всего заложено 18 пробных площадей. Исследование провели в трехкратной повторности.

Для детального изучения молодняков на каждой пробной площади выделены учетные площадки размером от 0,2 до 0,05 га с таким расчетом, чтобы на каждой было не менее 700—900 жизнеспособных деревьев. На учетных площадках производили сплошной пересчет всех деревьев с измерением высоты, диаметра (на высоте 1,3 м), расстояния до живой кроны и мертвых сучьев, определяли возрастную структуру, площадь питания деревьев и т. д. Наряду с этим описывали подлесок, живой напочвенный покров и почву по горизонталам. Освещенность в молодняках находили люксметром Ю-16.

Характеристика объектов исследования приведена в табл. 1.

Таблица 1

№ пробных площадей	Площадь учета, га	Древостой	Возраст, лет	Состав молодняка по сумме площадей сечения	Полнота
1	0,03	Елово-лиственный	8—10	6Е3Ос1Б	0,7
2	"	"	"	6Е2Б2Ос	"
3	"	"	"	7Е2Ос1Б	"
4	0,02	Лиственно-еловый	7—9	6Ос3Е1Б	"
5	"	"	"	5Ос3Б2Е	"
6	"	"	"	7Ос3Е+Б	"

Продолжение табл. 1

№ пробных площадей	Площадь учета, га	Древостой	Возраст, лет	Состав молодняка по сумме площадей сечения	Полнота
7	0,04	Елово-лиственный	14—16	6Е3Ос1Б	0,8
8	"	" "	"	8Е1Б Ос	"
9	"	" "	"	7Е2Ос1Б	"
10	0,03	Лиственный-еловый	"	5Ос2Е3Б	"
11	"	" "	"	4Ос3Е2Б	"
12	"	" "	"	5Ос3Е2Б	"
13	0,05	Елово-лиственный	21—23	6Е3Ос1Б	"
14	"	" "	"	7Е2Ос1Б	"
15	"	" "	"	6Е2Ос2Б	"
16	"	Лиственный-еловый	22—24	5Ос3Б2Е	"
17	"	" "	"	4Ос4Б2Е	"
18	"	" "	"	5Ос4Б1Е	"

Как видно из табл. 1, пробные площади в пределах каждого объекта вполне сопоставимы по возрасту, составу и полноте молодняков (разница по составу составляет 1—2 единицы, по полноте — 0,1—0,2).

Таблица 2

№ пробных площадей	Древостой	Возраст, лет	Порода	Число деревьев на 1 га		Средняя площадь питания, м ²	Состав молодняка по числу деревьев
				жизнеспособных	сухих		
5	Лиственный-еловый	7—9	Е Б Ос	5800	50	0,28	17Е 38Б 450с
				12900	100		
				15550	300		
		Всего		34250	450		
11	" "	14—16	Е Б Ос	6893	533	0,31	22Е 38Б 460с
				12446	900		
				13100	2380		
		Всего		32439	3763		
16	" "	22—24	Е Б Ос	3920	980	0,48	20Е 34Б 460с
				7760	1300		
				5800	4300		
		Всего		17480	6580		
1	Елово-лиственный	8—10	Е Б Ос	15730	60	0,33	56Е 16Б 380с
				1700	20		
				10600	120		
		Всего		28030	200		
7	" "	14—16	Е Б Ос	13400	760	0,42	62Е 7Б 310с
				1500	120		
				6350	640		
		Всего		21250	1520		
13	" "	22—24	Е Б Ос	7840	960	0,50	59Е 8Б 330с
				1100	80		
				4900	660		
		Всего		13840	1700		

В напочвенном покрове преобладают вейники, постепенно они уступают место чернике. Моховой покров (*Hylocomium proliferum*, *Pleurozium Schreberi*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Dicranum undulatum* и др.) сокращает площадь своего распространения только в первые годы после рубки. По мере появления молодняка мхи разрастаются. Почвы описываемых молодняков грубогумусовые среднеподзолистые суглинистые свежие на валунном суглинке.

Анализ данных табл. 2 позволяет отметить, что в объектах лиственнично-еловых и елово-лиственничных молодняков 8—10-летнего возраста число деревьев со временем значительно уменьшается и к 22—24 годам составляет почти половину первоначального количества.

Из данных табл. 2 видно также, что общее число сухостойных деревьев (в особенности осины) значительно увеличивается с возрастом. Так, в 14—16-летнем молодняке количество отмерших деревьев осины в первом варианте по составу — 10,2%, а во втором — 18,2% от общего числа всех деревьев, то есть в елово-лиственничных молодняках этот процесс протекает несколько слабее.

Деревца березы опадают медленнее, что обуславливается особенностями фотосинтеза ее листьев, которые ассимилируют CO_2 с положительным балансом при значительно меньшей освещенности (1—2% от освещенности открытого места *).

В обоих вариантах меньше всего отпада среди деревьев ели. Это обусловлено их большей теневыносливостью (по сравнению с лиственничными), а также тем, что колебание листьев осины вызывает образование небольших кратковременных солнечных микробликов, содействующих фотосинтезу отставших в росте деревьев ели.

Таким образом, уменьшение числа деревьев с возрастом молодняка и увеличение количества отмерших деревьев (табл. 2) обусловлено как биологическими свойствами самих пород, так и микроклиматическими условиями молодняков (и прежде всего условиями светового режима в них). Освещенность под пологом и в кронах деревьев в разных по возрасту молодняках весьма различна (в особенности в лиственнично-еловых). Так, по нашим данным, в 8—10-летних сомкнутых лиственнично-еловых молодняках освещенность в июне, в 13 час, при ясной погоде составляет: под пологом в среднем 6—10 тыс. лк, или 9—16%, а на уровне середины живой кроны — 32—46 тыс. лк, или 48—70% от освещенности открытого места. С возрастом освещенность уменьшается и в 14—16-летних сомкнутых молодняках составляет соответственно 2—3 тыс. лк (3—5%) и 14—28 тыс. лк (21—42%).

В дальнейшем (к 22—24 годам) освещенность значительно снижается. По нашим данным, под древесным пологом она равна 750—1000 лк (1,2—1,6%), а на уровне середины живой кроны — 6,4—8 тыс. лк (9,7—12% от освещенности открытого места).

В 14—16-летних елово-лиственничных и лиственнично-еловых молодняках возобновление преимущественно следующее (при возрасте лесосеки 14—16 лет число деревьев старше этого возраста составляет: в первом варианте 38,2%, а во втором — лишь 5,1% общего числа всех деревьев). Объясняется это тем, что подрост ели в большинстве своем был уничтожен при лесозаготовках. Сохранился он в основном в тех местах, где была конная трелевка. Подрост ели на 5—15 лет старше лиственничного. Такая разница, как известно, существенно влияет на процесс роста и формирование молодняков с участием ели в 1 ярусе.

* Л. А. Иванов. Свет и влага в жизни наших древесных пород. Изд-во АН СССР, М.—Л., 1945.

Результаты перечета всех деревьев по породам, ступеням высоты и диаметра (на высоте 1,3 м) позволяют отметить, что во втором варианте наибольшее количество деревьев ели имеют сравнительно незначительную высоту (1,5—2,0 м). Диаметры их находятся в пределах 0,5—2,0 см, то есть эти деревья наиболее тонкомерны. Подсчет годовичных слоев показал, что их возраст равен 10—12 годам. Таким образом, эта категория молодого поколения ели (результат последующего возобновления) значительно отстает в росте от деревьев ели двух других более старших категорий. Число елочек высотой от 2 до 3,5 м примерно в 2 раза меньше. Диаметры их на высоте груди составляют 1,5—4,0 см. Эти деревья 16—18-летнего возраста появились под пологом бывшего насаждения за 2—4 года до вырубки древостоя и участвуют в строении древесного полога смешанных по составу молодняков, испытывая заглушение деревьями лиственных пород в связи с их большей высотой.

Деревца ели более высокие (4—5 м) и толстомерные (3,5—6,0 см), 20 лет и старше, предварительного происхождения составляют 3—5% общего количества (6800 шт. на 1 га). По высоте они превосходят деревья березы и осины на 0,5—2 м. Кроны этих елок на протяжении 1/3—1/4 длины не заглушены соседними деревьями лиственных пород. Но ель не может занять ведущее место в формировании смешанных молодняков, так как в этом возрасте ее количество незначительно.

Изучение высоты, диаметра (на высоте 1,3 м) и возраста елово-лиственных молодняков подтверждает указанные данные о значении этого елового поколения как эдификатора в формировании молодняка с преобладанием ели.

В заключение можно сказать следующее.

Процесс роста и формирования лиственно-еловых молодняков различного состава сильно динамичен и проявляется по-разному как в отдельных фрагментах, так и в целом в молодых поколениях леса. К факторам, обуславливающим закономерности развития указанных молодняков, относятся сроки появления, возраст, высота деревьев разных пород при совместном их произрастании.

Приведенные данные показывают, что в смешанных лиственно-еловых молодняках, в которых преобладает ель последующего возобновления, к 15-летнему возрасту необходимо проводить осветление и прочистки во избежание снижения роста ели. В елово-лиственных молодняках эти лесохозяйственные мероприятия не нужны, так как в них насчитывают большое количество хорошо растущей ели предварительной генерации.

Поступила в редакцию
23 марта 1964 г.

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАСАЖДЕНИЙ ПСЕВДОТСУГИ
ТИССОЛИСТНОЙ В ЗАПАДНЫХ ОБЛАСТЯХ УССР**

Т. М. БРОДОВИЧ

Доцент

(Львовский лесотехнический институт)

Одним из методов повышения продуктивности лесов и сокращения сроков выращивания древесины является внедрение в лесные насаждения быстрорастущих ценных древесных пород.

Псевдотсуга тиссолистная (*Pseudotsuga taxifolia* Britt.) в лесных насаждениях Западной УССР в возрасте 40 лет дает около 500 м³ высококачественной древесины на 1 га. В этих условиях по скорости роста она уступает только тополю.

Исследования показали, что климатическо-почвенные условия Западной УССР весьма благоприятны для лесной растительности и в частности для псевдотсуги тиссолистной.

№ пробы	Лесхоз, лесничество, урочище	Квартал	Площадь пробы, га	Возраст культуры, лет	Высота над уровнем моря, м	Количество выпадающих осадков, мм	Почва	Тип условий местопроизрастания
1	Турия-Реметский, Турия-Ремет,	5/84	0,25	42	400—450	850	Бурый лесной суглинок, залегающий на андезите	C ₂
2	„Канапей“ Велико-Безрезнянский, Мирча, „Мальована путь“	26	0,20	38	600—620	900—950	Лесной суглинистый бурозем на продуктах выветривания андезита	C ₂ —D ₂
3	Велико-Безрезнянский, Люта, „Чапако“	14/39	0,20	53	1000	1000	Лесной бурый суглинок на карпатских андезитах	C ₂ —3
10	Ставенский, Ставне, „Воротичный“	25/78	0,01	8	700—720	950—1000	Лесной суглинистый бурозем	C ₂
9	Львовский, Винники, „Лесинице“	20	0,10	45	300—310	700	Темно-серый средний лесной суглинок на лессах	D ₂
7	Романовский, Старее-Село, „Довче“	23	0,10	53	300	700	Серый лесной средний суглинок на лессах	„

Это подтверждается превосходным ростом ее культур в лесных насаждениях на относительно больших площадях (табл. 1).

На пробной площади № 9 были срублены модельные деревья самых быстрорастущих пород: псевдотсуги и лиственницы, ход роста которых виден на рис. 1 и 2.

Рост хвойных пород в возрасте 45 лет на опытном дендроучастке в одинаковых условиях произрастания приводим в табл. 2.

Культуры псевдотсуги везде растут очень хорошо. Необходимо отметить, что эта порода хорошо выносит морозы. В 1928/29 г. в Закарпатье и западных областях УССР была очень суровая зима (до -40°C). На пробных площадях № 7, № 9 и других бук, пихта, а частично и ель вымерзли на 50—70% (особенно в Предкарпатье). Псевдотсуга же от морозов не пострадала.

Ход роста псевдотсуги по запасу в западных областях УССР и в Северной Америке приведен на рис. 3.

Физико-механические свойства древесины псевдотсуги, произрастающей в западных областях УССР, и других хвойных пород приведены в табл. 3.

Как видно из приведенных данных, по физико-механическим свойствам псевдотсуга близка к лиственнице. Ее кора в возрасте 40 лет содержит до 80% пробки.

Плодоношение псевдотсуги в древостоях западных областей УССР начинается с 25—35 лет, семенные годы повторяются через 2—4 года, шишки созревают в конце сентября и уже в первой половине октября (в зависимости от погоды) начинают раскрываться.

На основе исследований мы установили, что с 1 га насаждений псевдотсуги можно получить от 8 до 20 кг чистых семян. В западных

Таблица 1

Состав насаждения при переучете	Полнота	Класс бонитета (по М. М. Орлову)	Число стволов на 1 га, шт.	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Максимальный диаметр, см	Сумма площадей сечения, м ²	Запас на 1 га, л ³	Видовое число	Самосев и подрост
7Пс3Е	0,6—0,7	1 в	516	30,0	31,0	5,8	37,0	484	0,435	1—3-летний самосев—237 тыс. шт. на 1 га
10Пс+Е, Бк	0,7—0,8	"	905	26,0	24,0	48	38,9	457	0,460	1—3-летний самосев—52 тыс. шт. на 1 га
10Пс+Е	1,0	"	885	31,0	30,5	58	65,9	875	0,432	1—2-летний самосев—96 тыс. шт. на 1 га
10Пс, ед.Е	—	—	—	2,75	3,5	—	—	—	—	Отсутствует
10Пс	0,6	1 в	—	27,3	29,5	43	—	—	0,445	1—2-летний самосев—4 тыс. шт. на 1 га
1 ярус: 10Пс, 2 ярус: 8Гр2Бк	"	"	—	28,8	35,0	54	—	—	0,465	1—2-летний самосев—4 тыс. шт. на 1 га

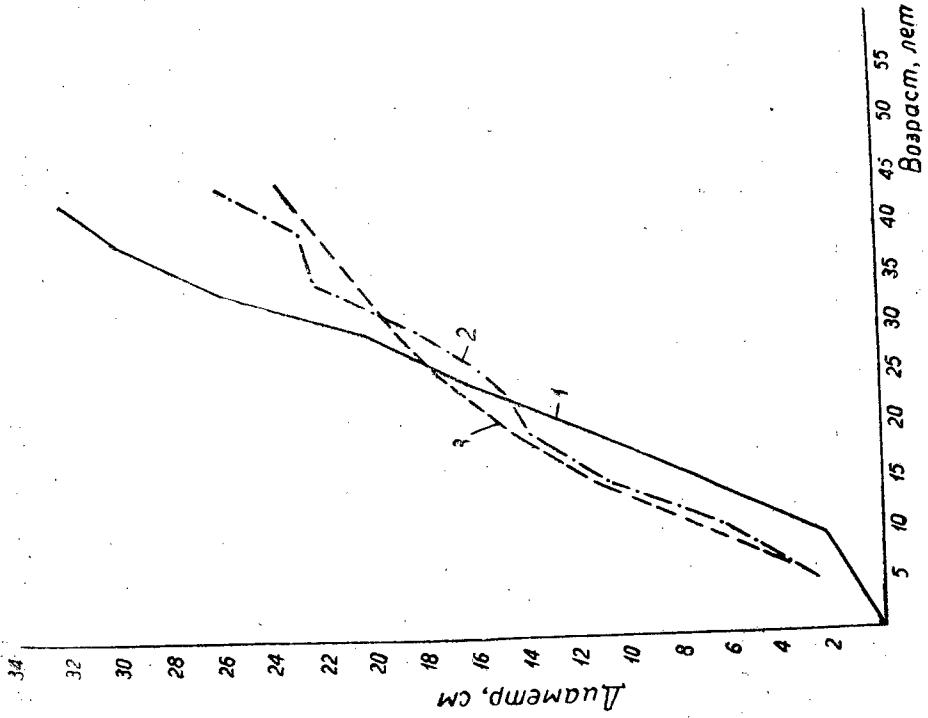


Рис. 1. Ход роста по диаметру.

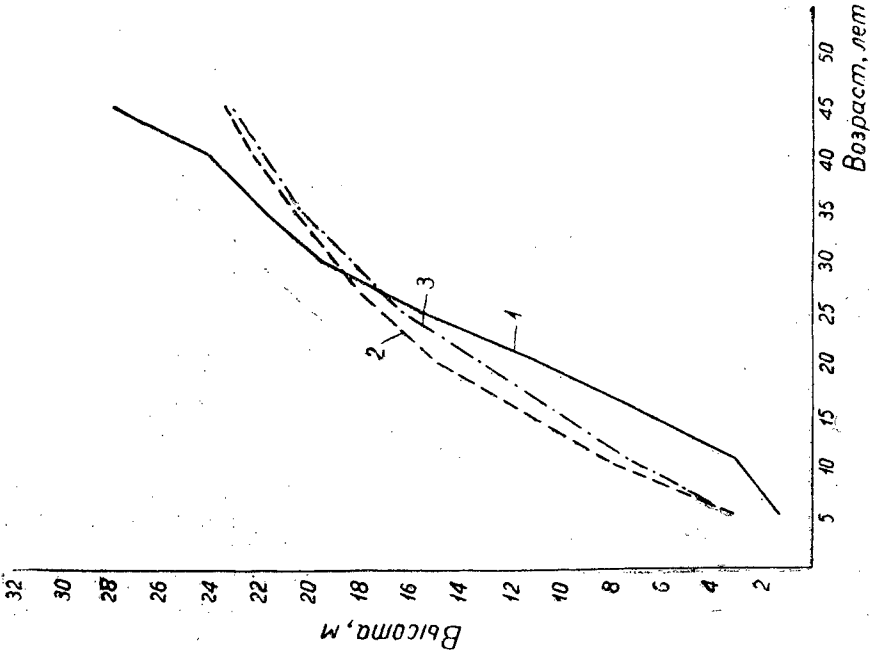


Рис. 2. Ход роста в высоту. Обозначения те же.

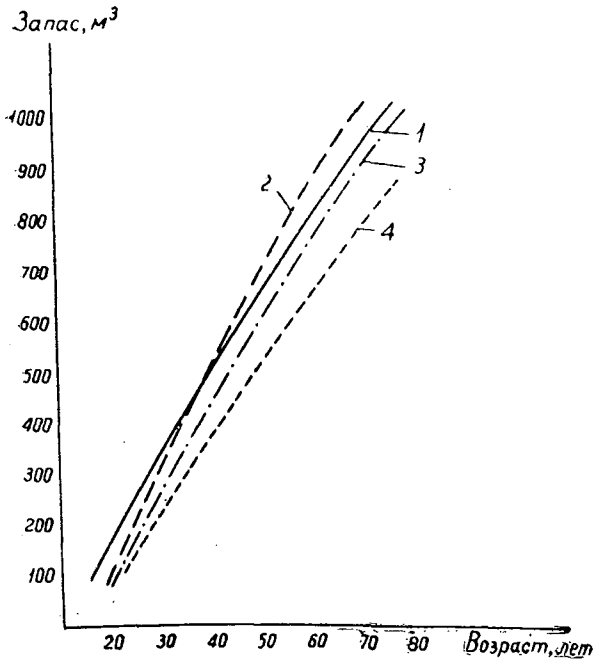


Рис. 3. Ход роста псевдотсуги по запасу.

1 — по нашим данным; 2 и 3 — по данным США соответственно для I и II разрядов; 4 — по данным М. Е. Ткаченко.

Таблица 2

Порода	Диаметры, см			Средняя высота, см	Класс бонитета (по М.М. Орлову)
	средний	максимальный	минимальный		
Псевдотсуга тиссолистная	29,5	43,0	21,7	27,3	IV
Лиственница европейская	26,8	38,0	18,0	23,0	IIa
Лиственница японская	27,2	36,0	20,0	23,0	IIa
Сосна обыкновенная	28,3	34,0	16,0	21,5	I

Таблица 3

Порода	Объемный вес древесины при 10%-ной влажности, кг/м³	Сопротивление сжатию вдоль волокон, кг/см²	Сопротивление статическому изгибу, кг/см²	Твердость, кг/см²
Пихта европейская	370	310	560	340
Ель обыкновенная	440	360	560	320
Сосна обыкновенная	510	260	500	420
Лиственница европейская	460	410	600	480
Псевдотсуга тиссолистная	426	340,5	597,4	439

областях УССР эта порода хорошо возобновляется естественным путем: на пробных площадях № 1, 2, 3 и 4 — до 200 тыс. шт. на 1 га.

Для изучения агротехники выращивания псевдотсуги в Турья-Реметском лесничестве заложены опытно-производственные культуры

1 — псевдотсуги тиссолистной; 2 — лиственницы европейской.

№ опытного участка	Урочище	Квартал	Площадь участка, га	Экспозиция и крутизна склона	Высота над уровнем моря, м	Количество осадков за год, мм	Почва	Тип леса	Время и место закладки культуры
1	„Бистрик“	3 (23)	2,5	Северовосточный склон крутизной 25°	500	850	Темно-бурый лесной суглинок (глубиной 60—80 см) на андезите	Влажно-ватая бучина	Весна 1949 г., на свежей лесосеке из-под букового насаждения I класса бонитета
2	„Пикуй“	18	3,0	Северовосточный склон крутизной 15—20°	550	900	Бурый лесной суглинок (глубиной 50—60 см)	Богатая свежая суббучина	Весна 1950 г., на свежей лесосеке из-под букового насаждения I—II классов бонитета
3	„Ростоки“	2(5)	2,0	Юго-западный склон крутизной 25°	400	850	Бурый лесной суглинок со щебнем (глубина около 40 см)	Свежая суббучина	1951 г., на свежей лесосеке из-под букового насаждения II класса бонитета

на трех участках (табл. 4). Для посадки использовали двухлетние сеянцы, выращенные в питомнике лесничества, а также 2—3-летние дички из-под полога семенного участка.

Рост культуры на всех трех участках показан в табл. 5.

На основании исследований мы можем дать следующие рекомендации. Все насаждения, куртины и отдельные деревья псевдотсуги необходимо закрепить как семенники для заготовки посевного материала; шишки заготавливать осенью в стадии физиологической зрелости, так как при полной спелости лучшие семена выпадают.

Таблица 4.

Первоначальный состав культур	Состояние лесосеки перед посадкой	Способ подготовки почвы	Способ посадки	Уход за культурами	Примечание
10Пс	Во время посадки на лесосеке был подрост и самосев бука, единично граба, явора и березы бородавчатой (всего 12 тыс. на 1 га), поврежденный на 60% во время рубки и трелевки леса. В подлеске — лещина, малина, бузина красная и шиповник; травяной покров редкий — осока волосистая, местами ясменник, копытень, папоротник женский, шалфей и др.	Ручная площадью 0,4×0,4 м (6 тыс. посадочных мест на 1 га)	Двухлетними сеянцами весной, в свежую почву, в ямку под мотыгу	Рыхление почвы вокруг каждого сеянца в течение первого года 3 раза, четвертого — 1 раз с одновременным освещением	Культуры растут хорошо, в пятилетнем возрасте сомкнулись, прирост по высоте более 80 см в год
"	Во время посадки лесосека была равномерно покрыта 3—5-летним подростом бука с примесью березы и явора (10 тыс. шт. на 1 га), поврежденным на 50%. В подлеске — единично лещина, бузина красная, малина, ива козья; в травяном покрове — единично орляк, медуница широколистная, папоротник мужской, женский, кислица, шалфей и др.	"	"	Чрезмерное освещение в конце зимы 1954 г., в результате чего верхние побеги пострадали от поздних заморозков	Культуры имеют хороший здоровый вид, полнота 0,8—0,9
"	На лесосеке перед посадкой был 3—6-летний подрост бука с примесью березы, граба и явора (около 10 тыс. шт. на 1 га). В подлеске — единично лещина, малина, ива козья; в травяном покрове — орляк, медуница узколистная, папоротник мужской, шалфей, майник и др.	Площадками 0,4×0,4 м, размещение 1,5×1 м	2—3-летним самосевом из-под полога леса под мотыгу	Рыхление почвы на протяжении трех лет вокруг каждого сеянца 3 раза в год	Культуры отстают в росте и имеют больший отпад, чем на первых двух участках; нуждаются в допосаждении и освещении

Таблица 5

№ участка	Возраст культур, лет	Высота, м		Прирост по высоте, см			Диаметр, см	
		средняя	максимальная	минимальный	средний	максимальный	средний	максимальный
1	5	2,60	4,1	1,7	52	81	2,2*	4,2
2	4	2,40	3,6	1,3	60	90	1,9*	4,0
3	3	0,78	1,7	0,5	26	63	1,8**	3,5

* На высоте 1,3 м; ** у корневой шейки.

Посев семян в питомниках нужно проводить осенью (защищая их от вредителей и вымывания осадками) или же весной после 4—5-недельной стратификации.

Для лесных культур лучше всего употреблять 2—3-летние сеянцы, а для дополнений — саженцы этого же возраста. Можно также использовать 2—3-летний самосев, предварительно помещенный в школу на один-два года.

В оптимальных условиях произрастания культуры смыкаются в возрасте 4—5 лет, создавая насаждение средней высоты около 3 м. Псевдотсугу надо вводить в смешении с теневыносливыми подгоночными породами (граб, липа, клен, бук и др.).

Под культуры необходимо выбирать богатую свежую суборь, переходящую в сугрудок (субучину), свежий сугрудок (субучину, сурамень, судубраву), в неморозобойных местах — влажный сугрудок (субучину, судубраву, сурамень), свежие и влажные груды (бучины, дубравы, рамени). Для создания семенных участков и опытных посадок эту породу нужно высаживать в богатых сугрудках (субучинах, сураменях, судубравах) и свежих грудях (бучинах, дубравах, рамениях). В горных районах западных областей УССР лучше всего вводить ее на северных, северо-восточных и северо-западных склонах.

Поступила в редакцию
14 мая 1963 г.

НОВОЕ В РАСЧЕТЕ ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСОМ В ЛЕСАХ II ГРУППЫ

В. П. КОВТУНОВ

Доцент

(Львовский лесотехнический институт)

Основной целью ведения лесного хозяйства в лесах II группы должно являться сохранение и сбережение насаждений, повышение их производительности при постоянном и полном удовлетворении потребностей народного хозяйства и населения в древесине и других продуктах леса при расширенном воспроизводстве запасов древесины.

Для осуществления этой задачи в первую очередь необходимо установить размер главного пользования лесом, обеспечивающий расширенное воспроизводство запасов древесины.

Кроме общеизвестных методов установления расчетной лесосеки для лесов II группы, мы рекомендуем следующие способы.

1. Метод установления расчетной лесосеки, контролируемый приростом и обеспечивающий расширенное воспроизводство запасов древесины

По этому методу всю лесопокрытую площадь и запасы делят на две части.

А. Молодняки и средневозрастные насаждения составляют древостой с лесоводственным запасом древесины.

Назначение их — продуцирование запасов за счет увеличения прироста. Часть его изымается путем рубок ухода, санитарных и рубок реконструкции (не более половины), а остальная значительная часть идет на увеличение запасов древесины.

Средний прирост устанавливают по данным лесоустройства на основании таблиц классов возраста.

Б. Перестойные, спелые и приспевающие насаждения составляют древостой с эксплуатационным запасом. Назначение их — обеспечивать постоянное получение спелой древесины путем проведения рубок главного пользования.

При этом размер ежегодной расчетной лесосеки по массе равен двойному среднему общему приросту этой части хозяйства, а по площади — частному от деления полученной массы на запас с 1 га эксплуатационного фонда.

Если за расчетную лесосеку принять один прирост, то создается накопление перестоя. Второй прирост берут за счет уменьшения площади спелых насаждений, чем устраняется опасность накопления перестоя.

Такой размер лесосеки обеспечивает неистощимое пользование лесом и расширенное воспроизводство запасов древесины за счет увеличения прироста.

В качестве примера приводим расчет по хвойному хозяйству Ивано-Франковского учебно-опытного лесхоззага.

Возраст рубки принимаем 81—100 лет. Исходя из этого, будем иметь следующее распределение площадей и запасов по группам возраста, а также величину различных лесосек (табл. 1).

Таблица 1

Категории насаждений и лесосек	Площадь, га	Запас, м ³	Общий средний прирост, м ³
Молодняки	1037,9	147690	6220
Средневозрастные	678,6	201060	3957
Приспевающие	678,2	236-80	3435
Спелые	364,0	132860	1379
Итого	2758,7	718590	14991
В том числе с лесоводственным запасом	1716,5	358750	10177
с эксплуатационным запасом	1042,2	359840	4814
Лесосека по спелости	18,2	6650	—
первая возрастная	26,0	9500	—
вторая возрастная	28,7	10470	—
по среднему приросту	41,1	14990	—
по обороту рубки 100 лет	27,6	10070	—
по двойному приросту эксплуатационного запаса	26,4	9630	—
расчетная	26,0	9500	—

Следовательно, расчетная лесосека по двойному приросту древостоев с эксплуатационным запасом близка к первой возрастной, которую и целесообразно принять за расчетную. При этой лесосеке спелые древостои будут вырублены за 14 лет, а через 10 лет 339 га приспевающих насаждений перейдут в спелые, и будет обеспечено дальнейшее пользование спелым лесом. Из этого примера видна возможность проверки правильности установления расчетной лесосеки приведенным методом.

При наличии значительных площадей перестойного леса, что может быть только в исключительных случаях, и при угрозе потери ими технического качества определяют лесосеку по перестойности путем деления площадей и запасов этих насаждений на продолжительность реви-зионного периода. В этом случае площади перестойного леса исключают из приведенного расчета, а общая лесосека по хозяйству будет равна сумме этих лесосек.

При участковом методе лесоустройства размер пользования следует определять, исходя из состояния каждого участка, но общая величина его не должна превышать двойного размера среднего или текущего прироста перестойных, спелых и приспевающих насаждений. Наиболее правильно в высокоинтенсивных хозяйствах ежегодную лесосеку по массе регулировать не средним, а текущим приростом как наиболее верно отражающим результаты хозяйственной деятельности и изменения, происходящие в течение определенного отрезка времени.

**II. Метод определения годичной расчетной лесосеки,
основанный на принципе нормального леса и неустойчивости
пользования лесом в лесах II группы**

В методике, предложенной Н. П. Анучиным*, не обосновано применение технической и количественной спелостей.

Мы предлагаем деление площади хозяйства на две части по следующему принципу:

1) часть площади хозяйства, имеющая нормальное распределение древостоев по классам или группам возраста. В совокупности эти площади будут представлять собой «нормальную» часть хозяйства, соответствующую принципу нормального леса (под таковым понимают хозяйство, в котором все классы возраста, в пределах принятого возраста рубки, представлены равновеликими площадями наиболее высокопроизводительных насаждений, высших классов бонитета и с наибольшими приростами);

2) «анормальная» часть, куда входят насаждения низших классов бонитета и низшей производительности.

Ежегодную расчетную лесосеку находят следующим образом.

А. По первой части хозяйства размер ежегодной расчетной лесосеки по площади определяют делением лесопокрытой площади на оборот рубки (это нормальная лесосека). Оборот рубки устанавливают применительно к возрасту технической спелости или же по двойному среднему возрасту нормальной части хозяйства.

Б. По второй части хозяйства ежегодную расчетную лесосеку находят обычным способом, в зависимости от распределения этой части хозяйства по классам возраста, с регулированием лесосеки по массе двойным средним или текущим приростом спелых, перестойных и приспевающих насаждений, как это было указано выше.

Годичная лесосека по хозяйству будет равна по площади сумме этих двух лесосек, а по запасу — произведению запаса на I га эксплуатационного фонда на площадь лесосеки.

В табл. 2 приведено распределение покрытой лесом площади по классам возраста.

Таблица 2

Часть хозяйства	Распределение покрытой лесом площади (га) по классам возраста						
	I	II	III	IV	V	VI	Итого
Нормальная . . .	161,0	161,0	161,0	161,0	161,0	161,0	966,0
Анормальная . . .	156,9	559,0	517,6	517,2	42,0	—	1792,7
Итого . . .	317,9	720,0	678,6	678,2	203,0	161,0	2758,7

В табл. 3 показаны результаты исчислений по методам автора и Н. П. Анучина.

По таблице Н. П. Анучина для сосны I класса бонитета техническая спелость наступает в 80 лет, количественная — в 60 лет, оборот рубки — 80 лет (четвертый класс возраста).

При расчете по методу автора, техническая спелость равна 81—100 годам, средний возраст нормальной части хозяйства — 60 лет. При

* Н. П. Анучин. Метод определения размера главного пользования в лесах II и III групп. МЛТИ, М., 1960.

Таблица 3

Автор метода	Распределение площади (га) по частям насаждения			
	нормальная	анормальная	истощенная	итого
В. П. Ковтунов	966,0	1792	—	2758,7
Н. П. Анучин	2084,4	—	674,3	2758,7

этих условиях оборот рубки можно принять в пределах от 80 до 120 лет (в среднем 100 лет).

Для нормальной части хозяйства нормальная лесосека по площади равна $966 : 100 = 9,66$ (принимаем 9,7 га). Для анормальной части лесосека по спелости составляет 2,1 га; первая возрастная — 13,9; вторая возрастная — 17,9; по обороту рубки — 17,9; по среднему приросту — 26,6 га. Наиболее целесообразно за расчетную принять среднюю из двух возрастных лесосек 15,9 га. Общая по хозяйству лесосека равна 25,6 га. Исчисленная по этому методу лесосека по площади очень близка к принятой расчетной.

Поступила в редакцию
11 мая 1963 г.

ЧЕТЫРНАДАТИЛЕТНИЕ ЛЕСНЫЕ ПОЛОСЫ УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА «КОММУНИСТ»

Б. Ф. ОСТАПЕНКО

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Харьковский сельскохозяйственный институт)

В учебно-опытном хозяйстве «Коммунист» Харьковского сельскохозяйственного института с 1949 г. начаты работы по выращиванию защитных лесных насаждений различными способами. К настоящему времени создана система ветрозащитных и противозэрозионных лесных полос на площади полей около 3000 га. Анализ состояния и роста 13—14-летних лесных полос весьма важен как для оценки способов их выращивания, так и для разработки мероприятий по повышению их эффективности.

В настоящем сообщении имеется в виду показать особенности роста ветрозащитных дубовых лесополос старше десяти лет, созданных гнездовым посевом желудей.

Учебно-опытный лесхоз «Коммунист» расположен в лесостепной зоне Украины. Полосы заложены на мощных черноземах. Гнездовые посадки дуба 1949 г. были проведены в апреле под лопату на глубину 6—8 см. На метровых площадках в полосе № 65 желуди высевали по 7—8 шт. в пять лунок, в полосе № 66 — по 4 шт. в девять лунок.

Метровые ленты с гнездами дуба и высаженными между ними подгоночными породами до смыкания дубков в гнездах содержали рыхлыми и чистыми. Смыкание наступило к концу третьего вегетационного периода. До этого момента проведено 10 уходов. Четырехметровые междурядия использовали под сельскохозяйственные культуры. В полосе № 65 три года подряд высевали зерновые, а на четвертый год посадили три ряда желтой акации. Уход после ввода кустарников проводили в течение двух лет. В полосе № 66 кустарники не высаживали. Сельскохозяйственное использование междурядий продолжалось 6 лет.

В десятилетнем возрасте, хотя гнезда дуба в междурядиях еще и не сомкнулись, полосы представляли собой плотную непродуваемую стену высотой 4,5 м, состоящую из трех сомкнувшихся рядов гнезд дуба. В этом возрасте дубки лучше росли в девятилуночных гнездах, при более равномерном загущенном состоянии. В десятилетнем возрасте гнезда дуба полосы № 65 изреживали (в них было по пять деревцев). При этом оставляли лучшие дубки, независимо от того, в каких лучках они находятся. К десяти годам в гнездах дуба формируется устойчивая благонадежная группа из 4—5 наиболее развитых дубков, мало отличающихся друг от друга в последующие четыре года по росту в высоту. Дифференциация этих же дубков по диаметру идет усиленно.

Весьма существенно замедление роста лучших дубков в гнездах, особенно густых. В полосе № 66, где гнезда остаются нетронутыми с момента посева, отмечается притупление роста лучших дубков по высоте и толщине. Если за первые десять лет среднегодовой прирост этих дубков по высоте составлял 51 см, а по толщине 0,57 см, то в период с десяти до четырнадцати лет он снизился соответственно до 10 и 0,27 см.

В это же время ранее отстававшие в росте дубки изреженных пятилуночных гнезд в период с десяти до четырнадцати лет на 18 см обогнали по высоте лучшие дубки девятилуночных неизреженных гнезд. Темп их роста за последние четыре года был выше по высоте в два, а по толщине — в три раза. Причину этого, при всех прочих равных условиях, видимо, следует искать в густоте гнезд. Ранее сделанный нами* вывод о том, что искусственное изреживание гнезд в 3—6-летнем возрасте не оказывает благотворного влияния на рост оставшихся в гнезде лучших дубков, остается верным до десяти лет. В этот период оптимальная густота гнезд обеспечивается естественно. К тому же она не играет существенной роли в жизни лучших дубков.

С десятилетнего возраста, несмотря на то, что дифференциация дубков в неизреженных гнездах проходит не менее интенсивно, чем раньше, естественное самоизреживание уже не обеспечивает оптимальной густоты, которой до 4 лет надо считать 18—25 дубков в гнезде. Устанавливается она к концу первого года жизни и при оптимальных условиях роста и перезимовок обычно не меняется до смыкания дубков в гнездах, что происходит в третьем — четвертом вегетационном периоде. Причем в это время даже значительные колебания в густоте гнезд (от 15 до 30 дубков) не оказывают существенного влияния на рост лучших дубков.

В последующие годы, до десятилетнего возраста, отклонение от оптимальной густоты до 10 дубков в сторону загущения гнезд существенно не сказывается на росте лучших дубков. Поэтому нет необходимости изреживать гнезда, тем более, что техника прочисток трудоемка, а полученную продукцию можно использовать лишь в качестве дров.

После десяти лет густота гнезд начинает влиять на рост дубков. Несколько лучше растут дубки в гнездах с пятью деревцами.

В неизреженных гнездах к периоду 10—14 лет сохраняется около половины дубков от числа оставшихся к концу первых лет жизни.

В полосе № 66, где к концу третьего года в гнездах было в среднем по 25 дубков, к 10-летнему возрасту сохранилось в каждом гнезде по 19 шт., а в 14-летнем — по 13 шт.

При установлении степени изреживания гнезд прежде всего нужно решать задачу повышения защитного действия лесных полос. Она, в первую очередь, определяется их высотой и продуваемостью. Поэтому рост дубков (полос) в высоту надо считать решающим показателем состояния защитных насаждений, считая, что вопрос состава в гнездовых полосах решен положительно.

Между тем, в период с 1959 по 1962 гг. в учебно-опытном лесхозе «Коммунист» наблюдается общее притупление роста дубков в лесных полосах как в гнездовых изреженных, так и в рядовых.

За последние три—четыре года прирост дубков по высоте как в гнездовых, так и рядовых полосах был, примерно, в два раза ниже, чем в период с 7 до 9—10 лет.

* Б. Ф. Остапенко, Ф. Г. Волошаненко. Десятилетние гнездовые посева дуба. Журн. «Агробиология» № 4, 1959

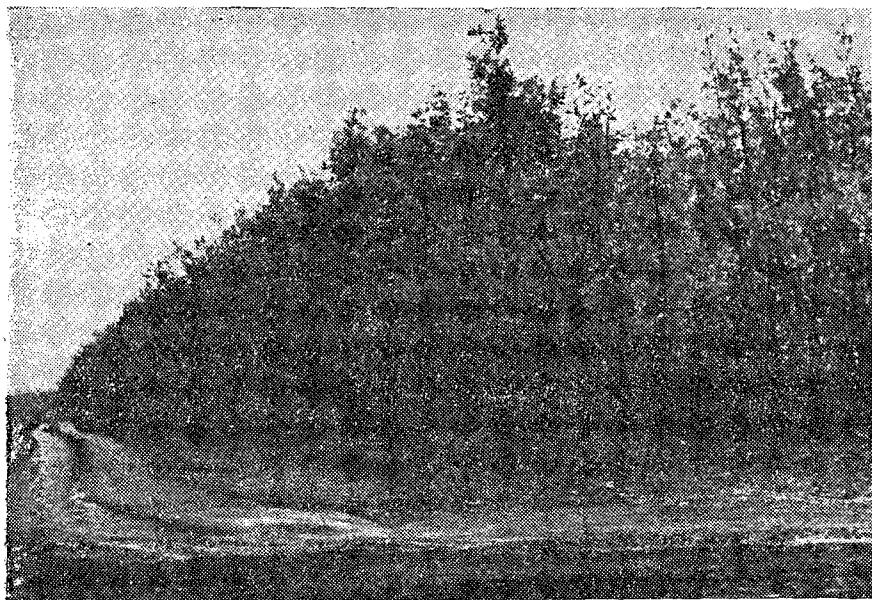


Рис. 1. Четырнадцатилетняя полевая защитная полоса № 66. В каждом гнезде сохранилось по 13 дубков; средняя высота лучших дубков 5,54 м, средний диаметр на высоте груди 6,63 см.



Рис. 2. Тридцатилетняя гнездовая полоса № 61 (вид в профиль). В междурядья на третий год после посева желудей посажен бархат амурский и акация желтая.



Рис. 3 Четырнадцатилетняя гнездовая лесная полоса № 66 (вид в профиль). В междурядья подгоночные и кустарниковые породы не вводились.

В гнездовых лесных полосах, как уже было отмечено, притупление роста дубков в последние годы в какой-то мере связано с густотой. Однако основная причина кроется в неблагоприятном изменении климатических условий.

Анализ среднемесячных температур воздуха и осадков по вегетационным периодам последних 14 лет показывает уменьшение количества выпадающих осадков по сравнению со средним многолетним. Наибольшее (до 50%) снижение влажности было в период с 1959 по 1962 гг., что и являлось причиной замедления роста лесополос. Это усугубилось еще и тем, что с уменьшением количества выпадающих осадков, особенно в апреле, июне и августе, температура воздуха превышала или равнялась средней многолетней.

Общее состояние 13—14-летних гнездовых лесополос хорошее (рис. 1). Средняя высота полос равна 5—6 м; их полог, если в четырехметровых междурядьях высажен хоть один ряд подгоночных или кустарниковых пород, сомкнут (рис. 2). Четырнадцатилетние ряды гнезд дуба с чистыми широкими междурядьями также начали смыкаться (рис. 3). В гнездах проходит процесс засыхания и отмирания нижних ветвей и самоочищения стволов.

В биологическом отношении гнездо безусловно способствовало успешному росту и формированию устойчивой жизнеспособной группы из 4—5 лучших дубков.

При оценке гнездовых и рядовых лесных полос надо исходить не из высоты отдельных дубков, а из их защитной роли.

Совершенно ясно, что гнездовые лесные полосы устойчивее и раньше начинают оказывать благоприятное влияние на поля. Уже с трех лет гнезда дуба выполняют снегозадерживающую роль. Впоследствии путем рубок ухода можно управлять состоянием и ростом насаждений.

Средние показатели роста лесных полос, созданных гнездовым посевом желудей, не уступают одновозрастным * рядовым насаждениям и посеянными полосам.

В полосах, где гнезда изрежены до 5 дубков, количество всех растений на 1 га такое же, как в рядовых. Сравнение их роста вполне логично. Существенной разницы в рабочей высоте полос нет. В тринадцатилетних полосах она равна 4,6—4,8 м, а в четырнадцатилетних — 5,0—5,2 м. По диаметру дубки рядовых полос несколько больше.

Вместе с тем, дубки гнездовых лесных полос имеют ряд преимуществ: они более ровные и гонкие, менее сбежисты, лучше очищаются от сучьев, в каждом гнезде есть резерв дубков.

В сомкнутых гнездах можно учитывать по одному лучшему 13—14-летнему дубку: они составляют основу всего насаждения и лишь на 11—12% превышают остальные по высоте и диаметру.

Если при рядовых культурах учитывать лучшие дубки на отрезках полосы, равновеликих гнезду (15 м²), как это было предложено осенью 1962 г., то для измерения придется брать деревья через 5—10 м. Тогда, в силу разомкнутости, эти дубки не дадут представления о средней рабочей высоте лесной полосы.

В итоге отмечаем, что дубки в 13—14-летних гнездовых и рядовых лесных полосах имеют хорошее состояние. Однако уже к десятилетнему возрасту и рядовые и гнездовые полосы разрастаются в плотные, непродуваемые. Они становятся не рабочими, не выполняющими своей основной роли.

Для придания полосам продуваемой конструкции и повышения их эффективности необходимы активные лесоводственные меры ухода за ними. Для этого в гнездовых полосах надо удалять или подчищать подгоночные породы в рядах дуба и в междурядьях, периодически сажать на пень кустарники и изреживать гнезда дуба. При этом отмечаем, что для обеспечения роста лучших дубков изреживания гнезд можно пока не проводить.

Значительно проще придать рабочее состояние рядовым лесным полосам, что достигается прочисткой полос и омоложением кустарников и частичной подчисткой крон деревьев.

* Если учитывать возраст сеянцев, то рядовые посадки на год старше лесополос, созданных гнездовым посевом желудей.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

ОБОБЩЕНИЕ РАСЧЕТОВ ТРАНСПОРТНЫХ УСТРОЙСТВ

С. И. РАХМАНОВ

Профессор

(Уральский лесотехнический институт)

В основе расчета транспортных устройств лежит определение усилий, действующих на их рабочие и захватные органы, с учетом реакций опор этих органов и перемещаемого ими груза. При этом в зависимости от условий работы транспортного устройства для расчетов применяют разнообразные формулы.

Если рассматривать усилия, действующие на рабочие органы, как своеобразную реакцию опор, то можно сделать обобщение расчетов по определению этих усилий и прийти к одной универсальной формуле, применимой для различных условий работы транспортных устройств.

На рис. 1 приведены наиболее употребительные способы перемещения груза. На схемах *a* и *б* рабочий орган толкает груз перед собой по неподвижной опоре, на схеме *в* — тянет его по ней, на следующих двух (*г* и *д*) несет его на себе, и на схемах *е* и *ж* груз перемещается в подвешенном состоянии. В первых трех схемах груз имеет одну неподвижную опору в точке *A* и подвижную, на рабочем органе, в точке *B*.

Во всех остальных схемах груз лежит или висит на подвижной опоре и перемещается вместе с ней. Несмотря на разнообразие этих схем, для определения реакций опор N_a и N_b для всех из них применимы одна или две формулы.

В качестве основного общего случая для расчета следует принять схему *a* (рис. 1), все остальные можно рассматривать как ее частные случаи.

В этой схеме одна из точек опор *B* находится на рабочем органе, то есть на подвижной опоре, другая — точка *A* — на неподвижной.

Положим, что неподвижная опора представляет собой прямую *ав* с углом наклона α (рис. 2, *a*), подвижная — *cd*. Движение последней направлено нормально к неподвижной опоре по прямой под углом φ_b к горизонтالي. Если подвижная опора имеет угол наклона β , то $\varphi_b = 90^\circ - \beta$.

Под действием груза *Q* при движении в точках *A* и *B* возникнут силы трения F_a и F_b как следствие нормальных реакций N_a и N_b . Вместе с тем величина этих реакций будет зависеть от сил трения (N_b зависит от F_a , а N_a от F_b).

Если угол $\varphi_b > \alpha$, то точка касания *B* перемещается по подвижной опоре *cd* в направлении к точке *d*, то есть эта опора, скользя по грузу, поднимается вверх. При этом сила трения на ней F_b , действующая на бревно, будет направлена вверх к точке *C*, а ее реакция F_b' , действующая

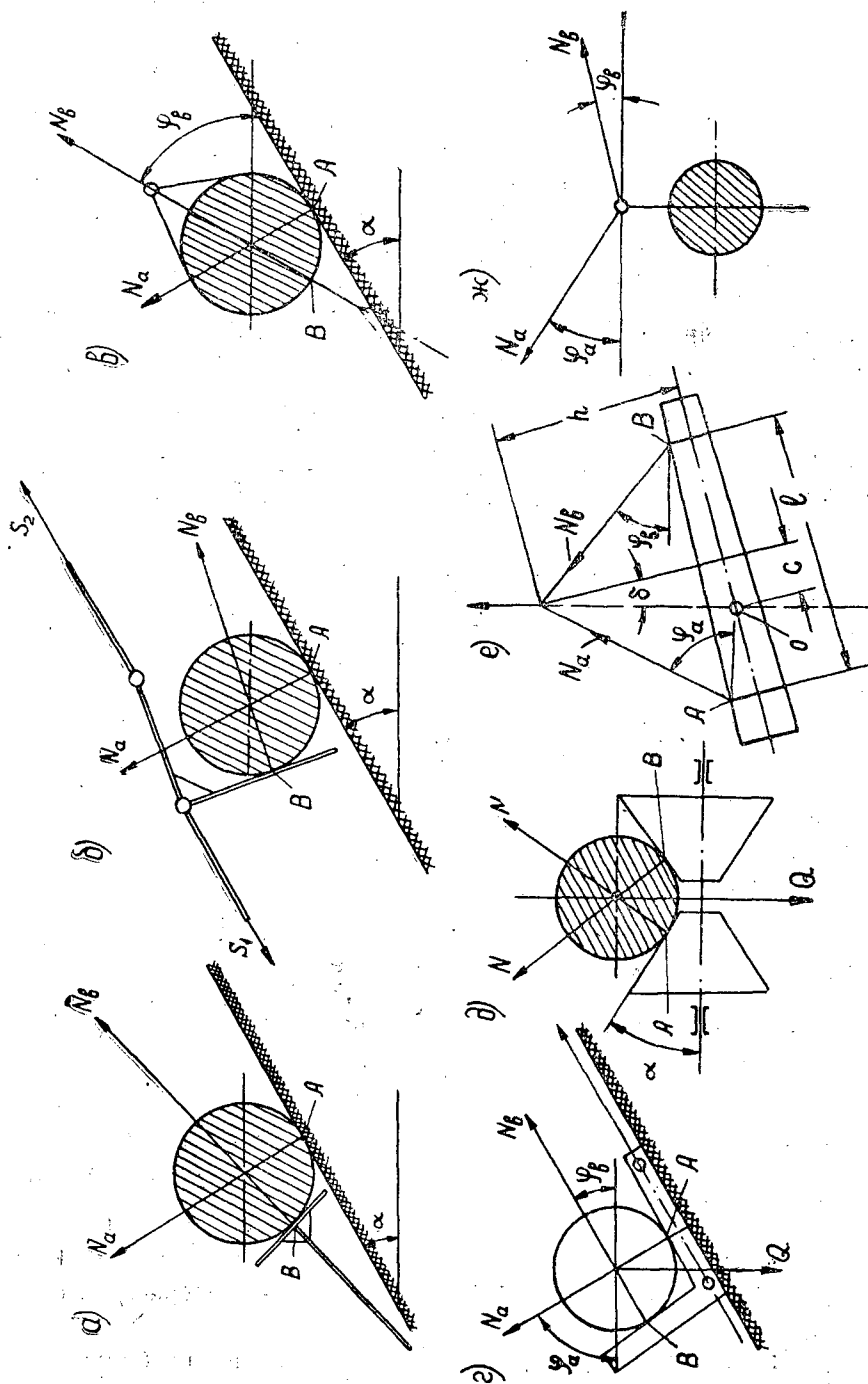


Рис. 1.

шая на опору cd и равная $F'_b = F_b$, — в обратную сторону, то есть к точке d .

На опоре av возникает сила трения F_a , которая действует на бревно в направлении, обратном к его движению по этой опоре, то есть к точке a .

Таким образом, при установившемся движении к грузу приложены силы Q , N_a , N_b , F_a и F_b . Причем $F_a = N_a \mu_1$ и $F_b = N_b \mu_2$, где μ_1 и μ_2 — коэффициенты трения груза об опоры. Уравнения равновесия сил дают возможность определить N_a и N_b .

Суммируя проекции сил на ось $x-x$, совпадающую с опорой av , получим следующее уравнение:

$$N_b \cos(\varphi_b - \alpha) - F_a - Q \sin \alpha - F_b \sin(\varphi_b - \alpha) = 0.$$

Из суммы проекций сил на ось $y-y$, перпендикулярную к плоскости av , найдем

$$N_a + N_b \sin(\varphi_b - \alpha) + F_b \cos(\varphi_b - \alpha) - Q \cos \alpha = 0.$$

Решение этих двух уравнений, после подстановки в них значений F_a и F_b , выраженных через N_a и N_b , приводит к следующим формулам:

$$N_b = Q \frac{\mu_1 \cos \alpha + \sin \alpha}{(1 + \mu_1 \mu_2) \cos(\varphi_b - \alpha) + (\mu_1 - \mu_2) \sin(\varphi_b - \alpha)}; \quad (1)$$

$$N_a = Q \frac{\cos \varphi_b - \mu_2 \sin \varphi_b}{(1 + \mu_1 \mu_2) \cos(\varphi_b - \alpha) + (\mu_1 - \mu_2) \sin(\varphi_b - \alpha)}. \quad (2)$$

При $\varphi_b < \alpha$ точка касания B перемещается по опоре cd в обратном направлении, то есть к точке c , поэтому направление силы трения F_b изменяется на обратное, вследствие чего в формуле (1) меняются знаки при коэффициенте μ_2 и при $\sin(\varphi_b - \alpha)$. В этом случае формула для N_b примет вид

$$N_b = Q \frac{\mu_1 \cos \alpha + \sin \alpha}{(1 - \mu_1 \mu_2) \cos(\alpha - \varphi_b) - (\mu_1 + \mu_2) \sin(\alpha - \varphi_b)}. \quad (3)$$

Сравнение формул (1) и (3) показывает, что при $\varphi_b < \alpha$ значение N_b будет больше, и в случае, когда знаменатель равен 0, происходит зажим груза, движение его приостанавливается. Нетрудно убедиться, что это наступит при следующем равенстве:

$$\operatorname{tg}(\alpha - \varphi_b) = \frac{1 - \mu_1 \mu_2}{\mu_1 + \mu_2}. \quad (4)$$

Исходя из этого, при конструировании следует, как правило, принимать $\varphi_b > \alpha$ и только в исключительных случаях допускать $\varphi_b < \alpha$ при небольшом значении разности этих углов.

Круглый груз будет катиться, когда $F_a > F_b$. При качении по неподвижной опоре в формулах для N_b вместо коэффициента μ_1 следует принимать коэффициент $\frac{f}{r}$, где r — радиус поперечного сечения бревна и f — коэффициент трения качения.

Если подвижная опора допускает смещение на необходимую величину в направлении cd (например, когда она шарнирная), то в формулах для N_b и N_a следует принимать $\mu_2 = 0$. Тогда

$$N_b = Q \frac{\mu_1 \cos \alpha + \sin \alpha}{\cos(\varphi - \alpha) + \mu_1 \sin(\varphi - \alpha)}. \quad (5)$$

То же наблюдается и в случае $\varphi_b = \alpha$, когда нет трения груза о подвижную опору в точке b . Принимая $\varphi_b = \alpha$ и $\mu_2 = 0$, получаем весьма распространенную формулу

$$N_b = Q(\mu_1 \cos \alpha + \sin \alpha). \quad (6)$$

На подвижную опору cd нормально к ней действуют сила N'_b , равная N_b , но ориентированная в обратную сторону, и реакция силы трения F'_b , также равная по величине F_b , но противоположно направленная.

При $\varphi_b > \alpha$ F'_b направлена к точке d .

Приведенные выше формулы для определения N_b относятся к установившемуся движению.

Если скорость движения груза переменна, то необходимо учесть силу его инерции, которая равна $P_i = \frac{a}{g} Q$ и направлена обратно по отношению к движению груза. Для этого в формулах (1), (3), (4), (5) и (6) в числителе к $\sin \alpha$ следует прибавить выражение $\frac{a}{g}$. Например, для переменного движения формула (5) будет иметь вид

$$N_b = Q \frac{\mu_1 \cos \alpha + \sin \alpha + \frac{a}{g}}{\cos(\varphi_b - \alpha) + \mu_1 \sin(\varphi_b - \alpha)}.$$

Полученные нами формулы применимы во всех случаях, когда груз перемещается по неподвижной опоре. Это наблюдается в бревно-сталкивателях, сбрасывающих бревна с поперечин транспортера, при работе с бульдозером (рис. 1, а), в скребковых транспортерах (рис. 1, б) и в лебедочных установках (рис. 1, в), перемещающих груз волоком. Для последних необходимо в формулах для N_b принимать $\mu_2 = 0$.

Следовательно, для них применима формула (5), в которой $N_b = T$, где T — тяговое усилие на рабочем тросе.

При работе со скребковыми транспортерами подвижной опорой является скребок. В этом случае направление движения скребка и груза совпадают, и если груз не вращается, то трения груза о скребок нет, то есть $\mu_2 = 0$. Но при работе таких транспортеров наблюдается отклонение скребка от нормали к неподвижной опоре, вследствие чего направление силы N_b и движения скребка по линии mn не совпадают и сила N_b составляет угол δ с прямой mn (рис. 2, б). При этом $\delta = \alpha + \varphi'_b$, где φ'_b — угол между направлением силы N_b и горизонталью. Так как N_b действует под углом к направлению движения груза и $\mu_2 = 0$, то для определения N_b применима формула (5), в которой следует принять $\varphi_b = \varphi'_b$, так как угол φ'_b откладывают вниз от горизонтали.

Следовательно, $\varphi_b = \alpha - \delta$ или $\varphi_b - \alpha = -\delta$. Подставляя это значение угла δ в формулу (5), получаем

$$N_b = Q \frac{\mu_1 \cos \alpha + \sin \alpha}{\cos \delta - \mu_1 \sin \delta}. \quad (7)$$

Из этой формулы видно, что при $\cos \delta = \mu_1 \sin \delta$, когда $\mu_1 = \operatorname{ctg} \delta$, происходит защемление груза и остановка движения. Для безопасного движения необходимо иметь $\cos \delta > \mu_1 \sin \delta$ или $\operatorname{ctg} \delta > \mu_1$.

При работе механических бревно-сталкивателей, представляющих собой подвижную опору, бревно перемещается по условно неподвижной опоре-поперечине. Поэтому к ним полностью применима формула (1), позволяющая определить усилие N'_b на сталкивателе, равное по величине N_b , но направленное в сторону, обратную по отношению к его дви-

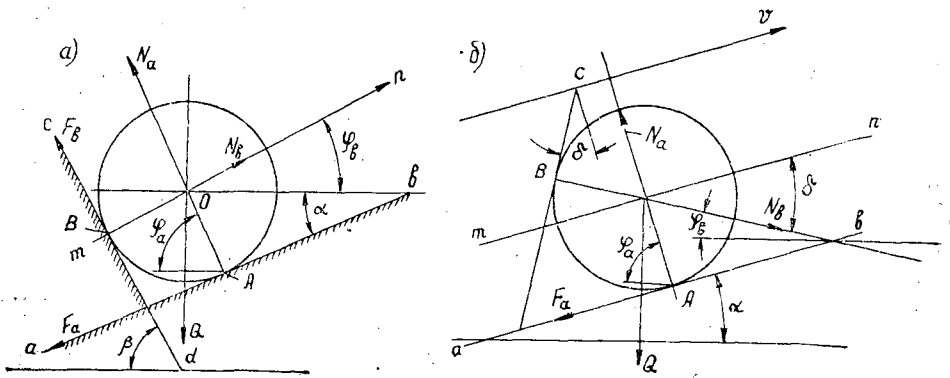


Рис. 2.

жению. Кроме того, на сталкиватель действует сила трения F_b , которая может достигать большой величины. Для устранения ее следует конец сталкивателя делать с шарнирным основанием; при этом скольжения по бревну не будет, если угол поворота сталкивателя достаточен по величине.

Формула (1) применима и для случая, когда обе опоры A и B неподвижны или подвижны (в последнем случае груз движется вместе с опорами, поэтому трения груза о них не будет).

Для определения опорных реакций в формулах (1) и (2) следует принять коэффициенты μ_1 и μ_2 равными нулю, тогда формула (1) примет вид

$$N_b = Q \frac{\sin \alpha}{\cos (\varphi_b - \alpha)}, \quad (8)$$

где α — угол наклона опоры A ;

φ_b — угол наклона реакции опоры B .

Формула более удобна для пользования, если оба угла будут характеризовать или угол наклона реакции, или угол наклона опор.

Положим, что угол наклона реакции N_a будет φ_a , тогда при равенстве $\alpha = 90^\circ - \varphi_a$ (рис. 2, а) формула (8) примет вид

$$N_b = \frac{\cos \varphi_a}{\sin (\varphi_a + \varphi_b)}. \quad (9)$$

Если выразить N_b через углы наклона опоры, то при угле наклона опоры cd , равном β , формула (8) изменится следующим образом:

$$N_b = Q \frac{\sin \alpha}{\sin (\beta + \alpha)} \quad (10)$$

и

$$N_a = Q \frac{\sin \beta}{\sin (\beta + \alpha)}. \quad (11)$$

Весьма употребительны формулы для N_b , когда $\beta = \alpha$ и $\varphi_b = \varphi_a$, то есть при симметричном расположении опор. Для этого случая

$$N_b = Q \frac{\cos \varphi_b}{\sin 2\varphi_b};$$

$$N_b = Q \frac{1}{2 \sin \varphi_b}. \quad (12)$$

Соответственно при определении по углам наклона опор

$$N_b = \frac{Q}{2 \cos \alpha} \quad (13)$$

В качестве примера применения этих формул можно привести следующие расчеты транспортных устройств с подвижной опорой.

В поперечных транспортерах и элеваторах груз лежит на крюках и перемещается вместе с ними. Реакции опор для этого случая можно найти по формуле (9).

В роликовых транспортерах, а также при помещении груза в желобе (рис. 1, *д*) необходимо определять нормальное давление, передаваемое от груза на опору. При симметричном расположении опор величина давления может быть найдена по формуле (13).

При перемещении груза в подвешенном состоянии определяют натяжение тросов, несущих груз. Это встречается при определении натяжения стропов, перемещающих пачку лесоматериалов на весу (рис. 1, *е*), или тросов в подвесной установке (рис. 1, *ж*).

В первом случае, когда стропы расположены несимметрично по отношению к центру тяжести груза и расстояние от него (точка *O*) до середины груза равно *c*, угол наклона пачки γ можно определить из уравнения $\operatorname{tg} \gamma = \frac{c}{h}$ (значения *c* и *h* приведены на рис. 1, *е*). Если α_0 — угол между стропами и пачкой, то углы наклона стропов будут $\varphi_b = \alpha_0 - \gamma$ и $\varphi_a = \alpha_0 + \gamma$. Подставляя их значение в формулу (9), можно найти натяжение каждого из стропов, например,

$$N_b = Q \frac{\cos \varphi_a}{\sin (\varphi_a + \varphi_b)} \quad (14)$$

Более простым является определение натяжения тросов подвесной установки (рис. 1, *ж*), в которой при известных углах наклона φ_a и φ_b оно может быть найдено по формуле (9).

Таким образом, для всех наиболее распространенных расчетов тяговых усилий и опорных реакций в транспортных устройствах применима формула (1). В соответствии с теми или иными условиями работы выражение ее, как видно из формул (3), (4), (5), (6) и пр., будет изменяться, но сущность ее остается постоянной. Она дает возможность определить реакцию опор, как при движении груза по неподвижной опоре, так и вместе с опорой.

Предложенный обобщенный метод расчета позволяет заменить одним уравнением значительное количество формул, применяемых при конструировании транспортных устройств, и тем самым упростить методику их расчета.

О МОРОЗНОМ ПУЧЕНИИ ОТДЕЛЬНЫХ СЛОЕВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА В РАЙОНАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЕРХОВОДКИ

Э. Д. МАРТЮШОВ

Аспирант

(Архангельский лесотехнический институт)

Морозное пучение дорожного полотна, выражающееся в поднятии поверхности покрытия зимой и определяемое обычно нивелировкой, представляет собой суммарную величину, которая складывается из пучения отдельных слоев грунта. Вопрос о послойном пучении грунта при его промерзании рассматривали многие исследователи (Н. И. Быков, П. Н. Каптерев, М. Н. Гольдштейн, Б. И. Далматов, В. О. Орлов и др.).

Применительно к дорожному земляному полотну можно назвать работы ученых-железнодорожников В. И. Морошкина и В. П. Пономарева [4]. Проведенные ими наблюдения показывают, что пучение грунта по глубине происходит весьма неравномерно и зависит от гидрологических и климатических условий района исследования.

В статье изложены некоторые результаты наблюдений за морозным пучением отдельных слоев земляного полотна на ряде участков одной из автомобильных дорог с усовершенствованным облегченным покрытием* в районе г. Архангельска.

Работа выполнена на кафедре сухопутного транспорта леса АЛТИ. Наблюдения имели целью выяснить: 1) в каких слоях земляного полотна процесс пучения развивается наиболее интенсивно; 2) какая часть земляного полотна в пределах глубины промерзания подвержена пучению.

Пучение отдельных слоев земляного полотна определяли по показаниям пучиномеров, установленных по оси дороги и на обочинах, а также в поле, в 15 м от дороги (на одном из участков). На рис. 1 показана схема установки пучиномера по оси дороги.

Пучиномер состоит из девяти эбонитовых труб-шашек 2 диаметром 40 мм и длиной 200 мм, свободно скользящих по металлическому осевому стержню 1. Пространство между шашками и осевым стержнем заполняют солидолом. К каждой шашке с внутренней стороны прикреплен тонкий металлический стержень 3. В исходном положении концы всех стержней находятся на одном уровне с верхним обрезом осевого стержня. Величину пучения отдельных слоев грунта толщиной 20 см определяли измерением величины подъема соответствующих стержней-указателей.

* Краткая характеристика опытных участков и погодные условия периодов наблюдений приведены в статье автора «К вопросу о промерзании и оттаивании дорожного полотна на Севере Европейской части СССР», ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1964.

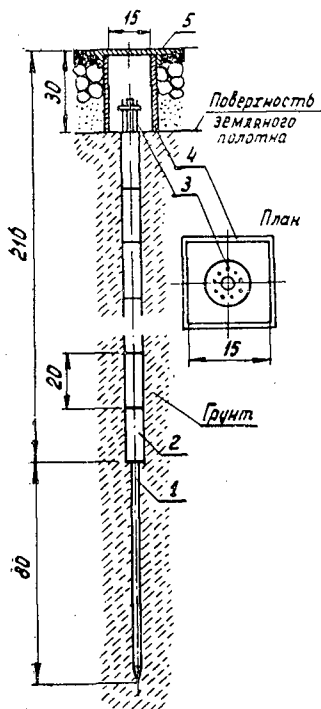


Рис. 1. Общий вид пучиномера

1— осевой стержень; 2— шашка; 3— указательный стержень; 4— обсадная коробка; 5— крышка.

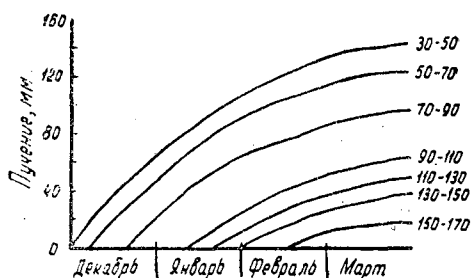


Рис. 2. График показаний пучиномера на участке № 8 (зима 1962/63 гг.)

Пучиномеры аналогичной конструкции, но с металлическими шашками, применял В. П. Пономарев [4]. Металлические шашки, обладающие большим коэффициентом теплопроводности, могут повлиять на промерзание грунта у пучиномера, поэтому мы заменили их эбонитовыми. Наблюдения проводили раз в декаду.

Глубину промерзания (положение изотермы 0°) определяли электротермометрами сопротивления и мерзлотометрами А. И. Данилина.

Основными почвообразующими породами в северных районах Европейской части Союза являются моренные суглинки, обычно перекрытые слоем супесей, песков или легких суглинков. Мощность супесчаных и песчаных наносов колеблется от 0,25 до 1,5 м [1]. Такое напластование грунтов в совокупности с малой величиной испарения и равнинным рельефом местности обуславливает широкое распространение грунтовых вод типа верховодки.

Как показали наблюдения, свободная вода, скопившаяся в слое супеси над суглинком, капиллярно увлажняя вышележащие слои грунта, способна вызвать сильное пучение дорожного полотна зимой и привести к разрушению покрытия при оттаивании. Проведенные нами исследования позволили выяснить некоторые особенности процесса пучения земляного полотна в таких гидрологических условиях.

На рис. 2 для примера приведен график показаний пучиномера, установленного по оси дороги на участке № 8, где наблюдалась максимальная величина пучения. Цифры на кривых обозначают соответствующий слой земляного полотна, считая от поверхности покрытия. Грунтовые и гидрологические условия участка № 8, как и некоторых других, показаны на рис. 3. Дорожное полотно на участке № 8 проходит в нулевых отметках.

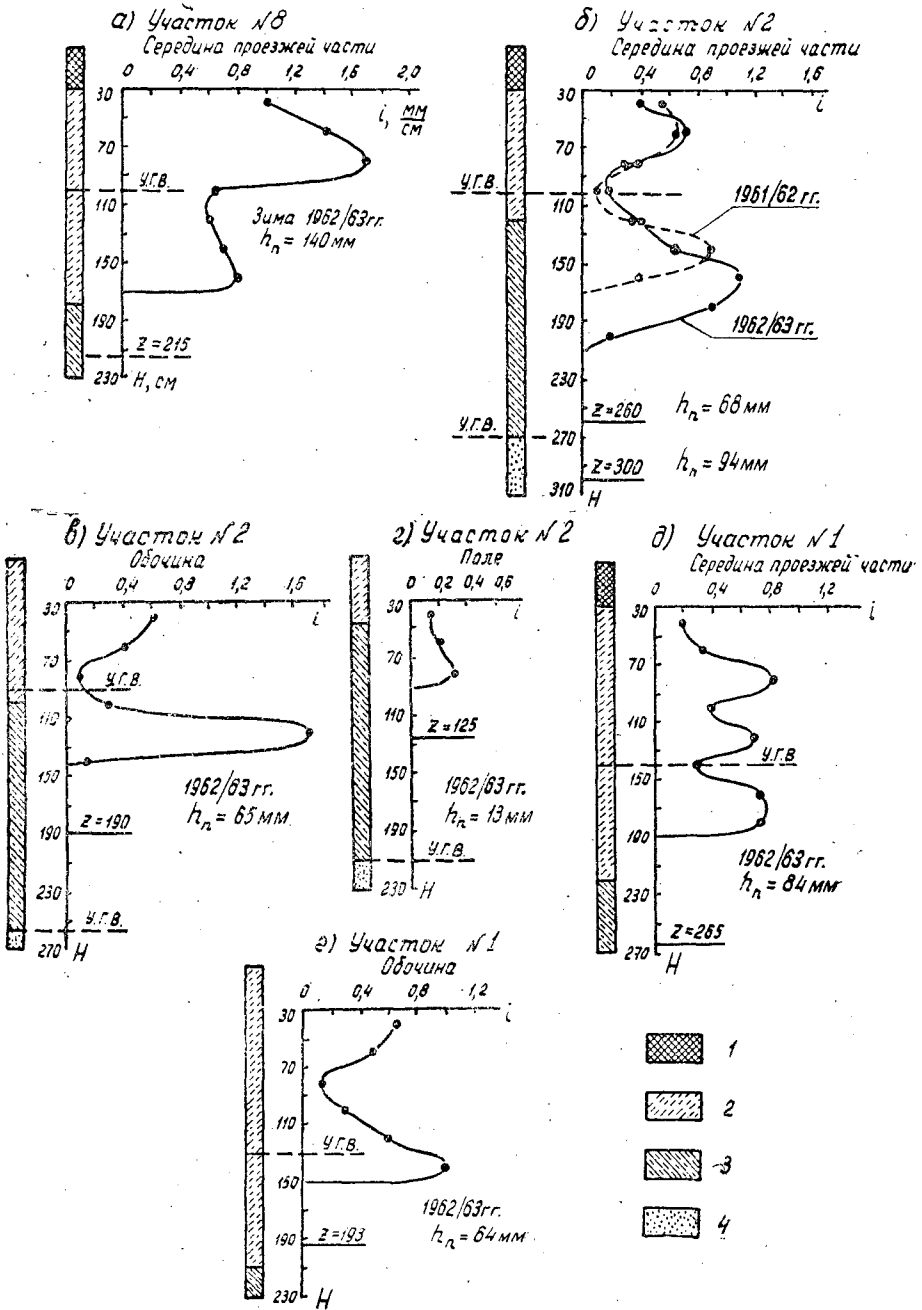


Рис. 3. Интенсивность пучения грунта по глубине на разных участках.

1 — дорожная одежда; 2 — сугесь; 3 — суглинок; 4 — песок. На участке № 8 сугесь пылеватая, на остальных — легкая.

Из рис. 2 видно, что процесс пучения грунта продолжался в течение всего периода промерзания. Это характерно для всех рассматриваемых участков. Кроме того, налицо значительная неравномерность пучения отдельных слоев грунта. На этом участке наблюдается самый

близкий уровень грунтовых вод осенью (0,6—0,7 м от низа дорожной одежды). Подстилающий тяжелый суглинок начинается с глубины 1,8 м от поверхности покрытия. Подобного рода грунтовые воды встречаются на всех рассмотренных участках в течение всего года.

Зимой 1962/63 гг. на участке № 8 при глубине промерзания 215 см величина пучения равнялась 140 мм. На рис. 3 показана интенсивность пучения отдельных двадцатисантиметровых слоев земляного полотна на некоторых участках. Интенсивность пучения получали делением величины пучения слоя (мм) на его толщину (см).

На участке № 8 (рис. 3, а) большая интенсивность пучения наблюдалась в верхнем слое земляного полотна до 0,9 м от поверхности покрытия, причем максимальную величину (1,7 мм/см) имел слой грунта, расположенный на глубине от 0,7 до 0,9 м. Слои, находящиеся ниже осеннего уровня грунтовых вод, имели значительно меньшую интенсивность пучения (0,6—0,8 мм/см). Это свидетельствует о том, что в процессе промерзания и пучения грунта имеет место миграция влаги из нижних водонасыщенных слоев грунта в верхние. В результате происходит осушение нижних слоев, а следовательно и меньше их пучение. Это свидетельствует также об отсутствии или незначительной величине притока влаги из суглинка и со стороны обочин в супесчаный слой при его промерзании. Факт осушения нижней части супесчаного слоя, залегающего над суглинками, подтверждается и показаниями датчиков влажности, установленных на некоторых участках.

На участке № 2 (рис. 3, б) суглинки залегают на глубине 1,2—1,3 м от поверхности покрытия. Высота насыпи 0,7 м. Мощность водонасыщенного слоя супеси над суглинком здесь значительно меньше, чем на участке № 8, и колеблется от 10 до 20 см. На графике представлена интенсивность пучения грунта по глубине для двух зим с большой разницей в сумме отрицательных градусо-дней (1383 и 1873 град-дн.).

Зимой 1961/62 гг. при глубине промерзания 260 см пучение равнялось 68 мм, причем для супесчаного слоя оно составило 40 мм, для суглинка 28 мм. Зимой 1962/63 гг. (которая была очень суровой) глубина промерзания достигла 300 см, а величина пучения дорожного полотна равнялась 94 мм. Промерзание супесчаного слоя вызвало пучение, равное 36 мм, суглинка — 58 мм. Зимой 1961/62 гг. процесс пучения закончился на глубине 170 см от поверхности покрытия, а зимой 1962/63 гг. на глубине 210 см. Как уже указывалось, пучение прекращалось с окончанием охлаждения и промерзания грунта. Таким образом, при достаточном углублении фронта промерзания в подстилающий суглинок пучение его может быть не менее существенным, чем в супесчаном слое.

Из рис. 3, б видно, что интенсивность пучения отдельных слоев грунта до глубины 1,5 м в разные зимы отличалась незначительно, и увеличение общего пучения дорожного полотна в более холодную зиму обусловлено пучением дополнительно промерзших слоев грунта.

Интенсивность пучения верхней части супесчаного слоя также была значительно больше, чем нижней. В результате миграции влаги происходило осушение нижних водонасыщенных слоев супеси, где интенсивность пучения уменьшилась до 0,1—0,3 мм/см. Меньшая интенсивность пучения в супесчаном слое на этом участке по сравнению с участком № 8 объясняется в основном небольшим запасом влаги в водонасыщенном слое супеси над суглинком и меньшим содержанием пылеватых частиц в грунте. Максимальная интенсивность пучения наблюдалась в слоях суглинка.

Основной уровень грунтовых вод на участке № 2 находится под слоем суглинка, на глубине 2,7 м от поверхности покрытия. Грунтовые

воды, запасы которых в данном случае практически не ограничены, вызывают капиллярное увлажнение и интенсивное пучение промерзающих слоев суглинка.

На рис. 3, в представлена кривая интенсивности пучения грунта по глубине для обочины участка № 2. Пучение верхнего слоя грунта (0—30 см) не определяли, поскольку до этой глубины устанавливали обсадную коробку пучиномера. Максимум пучения в супесчаном слое наблюдался уже в самом верхнем из слоев — на глубине 30—50 см. Это объясняется тем, что осенью влажность грунта этого слоя на обочинах значительно выше, чем под покрытием, вследствие увлажнения осадками. В остальном этот график аналогичен предыдущему.

Величины интенсивности пучения, вычисленные по показаниям пучиномера, установленного в поле на участке № 2, показаны на рис. 3, г. Промерзание и пучение суглинистого грунта протекало под снежным покровом, высота которого в конце зимы 1962/63 гг. равнялась 60 см. При глубине промерзания 125 см величина пучения без учета верхнего слоя грунта 0—30 см составила всего лишь 13 мм. Уровень грунтовых вод осенью находился на глубине 210 см. Суглинки капиллярно увлажнены по всей мощности слоя. Интенсивность пучения увеличивалась с глубиной и достигла максимума в последнем подверженном пучению слое грунта (70—90 см от поверхности).

Интенсивность пучения по глубине земляного полотна по оси дороги и на обочине участка № 1 (насыпь 1,0—1,1 м) представлена на рис. 3, д, е. Дорожное полотно проложено по сырому лесистому участку местности. На этом участке наблюдалось чередование слоев с большой и малой величиной пучения в пределах всего распученного слоя грунта. Из рис. 3, д видно, что первый минимум пучения наблюдался в слое 90—110 см от поверхности покрытия. Характерно, что и на всех предыдущих участках минимум пучения по оси дороги в супесчаном слое был именно в слое 90—110 см, а на обочинах — в слое 70—90 см.

Пучение верхних слоев обочины (рис. 3, е) было больше, чем в соответствующих слоях грунта под покрытием, по той же причине, что и на участке № 2.

Наблюдения позволили определить мощность слоя грунта, подвергающегося пучению в пределах глубины промерзания. Из рис. 2 и 3, а, например, видно, что при глубине промерзания 215 см перемещения шашек пучиномера, расположенных глубже 1,7 м, не наблюдалось. Это свидетельствует об отсутствии процесса пучения глубже 1,7 м от поверхности покрытия. Эта глубина за вычетом толщины дорожной одежды, материалы которой не подвержены пучению, и характеризует мощность распученного слоя грунта. Следовательно, поднятие поверхности покрытия, равное в данном случае 140 мм, обусловлено пучением подстилающего слоя грунта толщиной 1,4 м.

Глубины промерзания и соответствующие им зоны пучения в конце зимы для разных участков видны из рис. 3.

На основании проведенных наблюдений установлено, что зависимость между глубиной Z проникания нулевой изотермы от поверхности покрытия за зиму и соответствующей глубиной Z_1 , на которой заканчивается процесс пучения, в первом приближении может быть принята линейной

$$Z_1 = \varphi Z.$$

Величина коэффициента φ , характеризующего мощность распученного слоя грунта к концу зимы, для разных участков колебалась в пределах от 0,66 до 0,79.

На рис. 4 представлена указанная зависимость для всех участков, где были установлены пучиномеры. Отсюда видно, что значение φ в среднем равно 0,7.

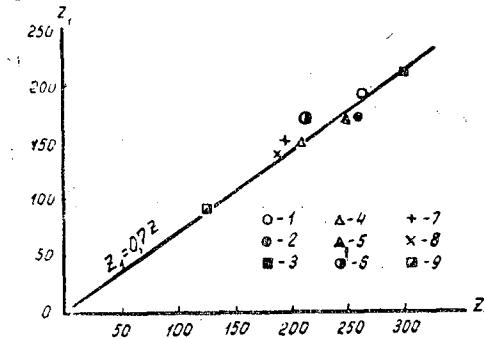


Рис. 4. Зависимость между конечной глубиной промерзания Z и соответствующей величиной Z_1 для разных участков.

- 1 — участок № 1, ось дороги, зима 1962/63 гг.;
 2 — участок № 2, ось, 1961/62 гг.; 3 — то же, 1962/63 гг.;
 4 — участок № 4, ось, 1961/62 гг.; 5 — то же, 1962/63 гг.; 6 — участок № 8, ось, 1962/63 гг.;
 7 — участок № 1, обочина, 1962/63 гг.; 8 — участок № 2, обочина, 1962/63 гг.; 9 — участок № 2, поле, 1962/63 гг.

Сопоставление величин Z и Z_1 в разные моменты времени показало, что коэффициент φ не остается постоянным в течение времени промерзания. В начале промерзания значение φ было больше и равнялось 0,9—0,93.

С увеличением глубины промерзания величина φ уменьшается и к концу зимы составляет 0,7.

Наши исследования показывают, что дорожное полотно, возведенное в районах распространения верховодки, находится в особых гидрогеологических условиях, отличных от принятых в существующих расчетных схемах [2], [3]. Это вызывает необходимость решения вопроса о расчете зимнего влагонакопления и пучения дорожного полотна в таких условиях.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Агроклиматический справочник по Архангельской области. Гидрометеоздат, 1961. [2]. М. Н. Гольдштейн. Деформации земляного полотна и оснований сооружений при промерзании и оттаивании. Трансжелдориздат, 1948. [3]. Н. А. Пузакон. Водно-тепловой режим земляного полотна автомобильных дорог. Автотрансиздат, 1960. [4]. В. П. Пономарев. Пучины на железных дорогах и методы борьбы с ними. Труды ЦНИИ, вып. 50, Трансжелдориздат, 1952.

Поступила в редакцию
 10 февраля 1964 г.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОДВЕСОК АВТОЛЕСОВОЗОВ Т-60М И Т-80

А. М. ЖИГАЛОВ

Ассистент

(Архангельский лесотехнический институт)

В связи с ростом средних эксплуатационных скоростей и увеличением производства автолесовозов к качеству их подвесок предъявляются повышенные требования. Практические наблюдения и результаты исследований показывают, что колебания автолесовоза, вызванные неровностями дороги, оказывают серьезное влияние не только на плавность хода, но и на все эксплуатационно-технические качества автолесовоза, например, на среднюю скорость, а отсюда на производительность и экономичность.

Колебания автолесовоза и качество подвески зависят в первую очередь от ряда параметров автолесовоза и соотношения между ними. К ним относятся: 1) вес поддрессоренной части и его распределение (положение центра тяжести и момент инерции); 2) вес неподдрессоренных частей; 3) жесткость подвески и шин; 4) трение в подвеске.

Отсутствие данных о параметрах подвесок автолесовозов не дает возможности судить о их качестве и наметить пути их улучшения.

Задачей настоящей работы является экспериментальное и расчетное определение параметров подвесок автолесовозов Т-60М и Т-80. Опыты проводили по методике НАМИ [1], [3]. Оборудование и приспособления для проведения испытаний были спроектированы и изготовлены в учебно-производственных мастерских АЛТИ.

Вес поддрессоренной части и его распределение

Рама с кабиной и механизмом подъема, двигатель, коробка передач с реверсом и другие агрегаты и части, вес которых передается на подвеску, образуют поддрессоренную часть автолесовоза. Для определения ее веса использовали тензометрические весы* (рис. 1) грузоподъемностью 4 Т.

Измеряемая нагрузка, действующая на поршень 4, передается через опорный стержень на стальную балочку 1, одним концом закрепленную в опоре 5 корпуса 3. Сила, действующая на свободный конец, изгибает балочку, а ее отклонение от начального положения измеряется тензодатчиками 2, собранными по схеме измерительного моста.

* Тензометрические весы использовали также для снятия упругих характеристик подвески и шин и для определения веса груженого автолесовоза в дорожных условиях.

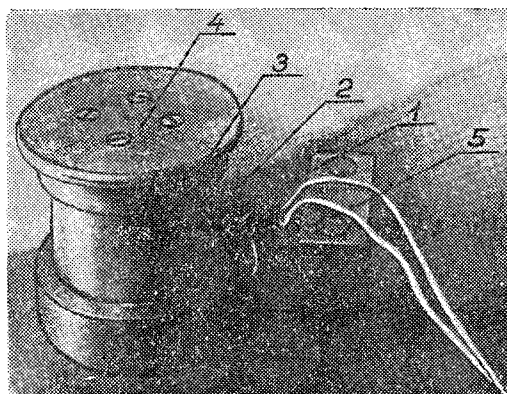


Рис. 1

В качестве измерительного прибора был использован вольтмиллиамперметр типа М193. Оценку точности и тарировку тензометрических весов осуществляли на испытательной машине Р-5 с помощью образцового динамометра ДУ-5. Суммарная погрешность определения нагрузок составила 2—3%.

К неподрессоренным частям автолесовоза относятся колеса в сборе, вилки, нижние направляющие, штоки, головки штоков, полуосевые карданы и пружины подвески*. Их вес определяли с помощью динамометра ДПУ-0,5 подетально, а затем находили суммарный вес.

По отношению весов неподрессоренных частей G_k к поддрессоренным G находили коэффициент неподрессоренных масс

$$\mu = \frac{G_k}{G}.$$

Этот коэффициент, в зависимости от нагрузки, изменяется в пределах 0,244—0,624 (он довольно высок по сравнению с аналогичными коэффициентами отечественных грузовых автомобилей). Для уменьшения влияния неподрессоренных масс на колебания поддрессоренной части необходимо стремиться к его снижению.

Распределение масс, составляющих поддрессоренную часть автолесовоза, как известно, характеризуется двумя основными измерителями: положением центра тяжести и моментами инерции. Поскольку исследование колебаний автолесовозов мы намерены ограничить только рассмотрением колебаний в продольной плоскости, то в дальнейшем нас будет интересовать лишь момент инерции относительно оси, проходящей через центр тяжести поддрессоренной массы.

Координаты центра тяжести и момент инерции определяли на специальном стенде (рис. 2). Стенд состоит из двух вертикальных ферм 1, связанных внизу прямоугольной рамой 2, а сверху поперечной балкой 3. К поперечной балке болтами крепили узлы подвеса 4 роликов на подшипниках. К каждому ролику с двух сторон присоединяли жесткие тяги 5, конструкция которых обеспечивала регулировку их длины в пределах $8 \pm 0,5$ м. Внизу тяги заканчивались петлями, в которые вставляли цапфы опорных балок 6. Поддрессоренную часть устанавливали на опорные балки и с помощью тяг вывешивали.

* 0,33% веса пружин.

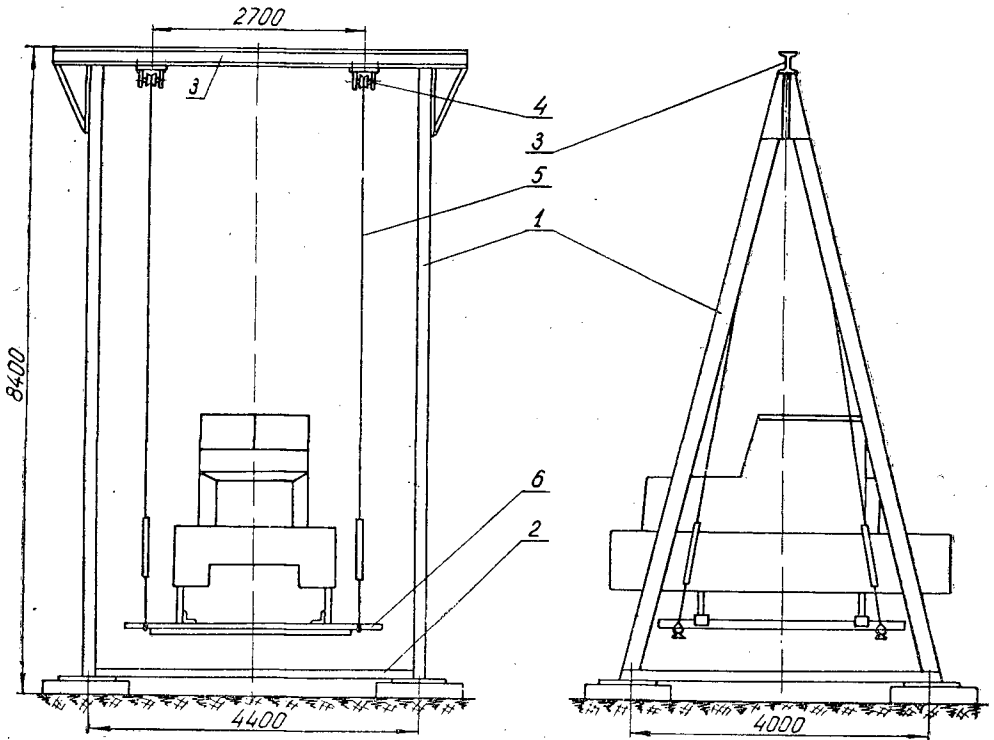


Рис. 2.

Для нахождения координат центра тяжести по горизонтали подрессоренную часть автолесовоза устанавливали в горизонтальное положение путем регулировки длины тяг. С осей роликов спускали отвесы. Центр тяжести подрессоренной части находился в плоскости отвесов. Координаты находили замером при помощи рулетки расстояний от осей подвесок до отвесов. Высоту центра тяжести подрессоренной части определяли согласно схеме (рис. 3).

Для этого к заднему (переднему) поперечному лонжерону рамы на расстоянии C от центра тяжести подрессоренной части подвешивали груз Q_d под его действием рама получала угловое отклонение β .

Расстояние от оси узлов подвеса до центра тяжести R определяли по формуле

$$R = \frac{Q_d C}{(G + Q_d) \operatorname{tg} \beta} \text{ см,}$$

где G — вес подрессоренной части автолесовоза, кг.

Высоту центра тяжести относительно верхней полки лонжерона рамы находили из выражения:

$$h = R - R_0,$$

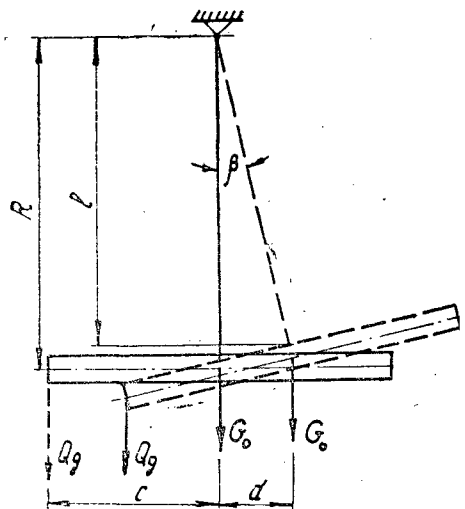


Рис. 3.

где R_0 — расстояние от осей роликов до верхней полки лонжерона рамы, определяемое непосредственно замером при помощи рулетки, см.

Момент инерции поддрессоренной части I_{y_0} относительно поперечной оси, проходящей через центр тяжести, определяли по периоду колебаний T . Для этого подвешенную часть автолесовоза вручную раскачивали на тросах, после чего наблюдали свободные затухающие колебания поддрессоренной массы. Применение шарикоподшипниковых узлов подвесов и жестких тяг позволило резко уменьшить потери на трение, вследствие чего затухание колебаний системы происходило медленно (120—160 циклов). Секундомером отсчитывали общее время 80 полных колебаний, благодаря чему точно определяли период колебаний. Момент инерции находили по формуле

$$I_{y_0} = I_0 + \frac{G}{g} R^2 - \frac{Q_1}{g} l_1^2 - \frac{Q_2}{g} l_2^2 \text{ кг} \cdot \text{см} \cdot \text{сек}^2,$$

где $I_0 = \frac{T^2}{4\pi} G_c R$ — момент инерции подвешенной системы относительно оси подвесов, кг · см · сек²;

G_c — суммарный вес поддрессоренной части автолесовоза и опорных балок, кг;

Q_1 и Q_2 — веса опорных балок, кг;

l_1 и l_2 — расстояние от опорных балок до осей узлов подвесов, см.

Координаты центра тяжести и момент инерции груженого автолесовоза определяли расчетным путем. При этом в качестве исходных данных использовали полученные экспериментально компоновочные параметры поддрессоренной части автолесовоза без груза.

Удобным измерителем, характеризующим как положение центра тяжести, так и величину момента инерции поддрессоренной части, является коэффициент распределения поддрессоренной массы M относительно поперечной оси

$$\varepsilon_y = \frac{\rho_y^2}{a \cdot b},$$

здесь ρ_y — продольный радиус инерции поддрессоренной массы, см;

$$\rho_y = \sqrt{\frac{I_y}{M}} \text{ см},$$

I_y — момент инерции относительно поперечной оси, кг · см · см²;

a и b — координаты центра тяжести поддрессоренной массы, см.

Проф. Р. В. Ротенберг, исследуя влияние коэффициента распределения поддрессоренных масс на колебания [2], показал, что при его увеличении улучшается плавность хода автомобиля и снижается частота наиболее неприятного вида колебаний — продольных угловых.

Кроме того, если его величина близка к единице ($\varepsilon_y = 0,8 \div 1,0$), то колебания передней и задней частей кузова становятся независимыми. Это дает возможность существенно упростить расчеты.

По результатам испытаний автолесовозов их коэффициенты распределения поддрессоренных масс оказались ниже указанных пределов: для Т-60М $\varepsilon_y = 0,577 - 0,892$; для Т-80 $\varepsilon_y = 0,66 - 1,02$.

Следовательно, при движении автолесовозов без груза плавность их хода ухудшается, возникающие при этом продольные угловые колебания вызывают быструю утомляемость водителя.

Данные по нахождению веса и распределения подпрессоренных масс приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры	Единицы измерения	Подпрессоренная часть автолессовоза со снаряжением без груза		Подпрессоренная часть автолессовоза со снаряжением и нормальной нагрузкой 5 Т	
		Т-60М	Т-80	Т-60М	Т-80
Масса подпрессоренной части	$\frac{\text{кг} \cdot \text{сек}^2}{\text{см}}$	4,18	3,26	9,28	8,36
Масса неподпрессоренных частей	"	2,44	2,04	2,44	2,04
Коэффициент неподпрессоренных масс	—	0,58	0,63	0,26	0,24
Координаты центра тяжести подпрессоренной части					
а) расстояние от оси передней подвески	см	177,6	168,0	174,4	170,0
б) расстояние от оси задней подвески	"	171,2	172,0	174,4	170,0
в) расстояние от верхней полки рамы*	"	6,5	5,9	-43,74	-49,3
Момент инерции относительно поперечной оси, проходящей через ЦТ	$\text{кг} \cdot \text{см} \cdot \text{сек}^2$	73300	62100	251570	247000
Продольный радиус инерции	см	132,5	138,0	164,7	172,0
Коэффициент распределения подпрессоренных масс	—	0,577	0,660	0,892	1,020

* Высоту центра тяжести подпрессоренной массы над плоскостью верхней полки рамы отсчитывают вверх со знаком плюс, вниз — со знаком минус.

Жесткость подвесок и шин

В качестве упругого устройства на автолессовозах Т-60М и Т-80 применяют свечную независимую подвеску. Упругими элементами служат цилиндрические спиральные пружины. Величины жесткости передней и задней подвесок равны.

Параметры подвески оценивали по ее упругой характеристике, то есть зависимости между вертикальной нагрузкой и деформацией подвески, измеренными непосредственно над осью колеса. Упругую характеристику снимали с помощью тензометрических весов. Для этого автолессовоз с грузом устанавливали задними (передними) колесами на весы. Затем, с помощью домкрата, подвеску разгружали до того момента, пока весы не показывали вес неподпрессоренных частей. Нагружение подвески производили путем снятия груза с домкрата. Через интервалы нагрузок 300—400 кг измеряли перемещения точек рамы над осями колес с правой и левой сторон и деформации шин по перемещению центров левого и правого колес. Максимальная загрузка подвески достигалась путем подтягивания рамы автолессовоза стяжным домкратом. Разгрузку подвески выполняли в обратном порядке. Деформацию измеряли как при загрузке подвески, так и при ее разгрузке. Давление в шинах поддерживали 5,5 ат.

Опыты повторяли 3—4 раза; для построения характеристик использовали средние арифметические величины.

На рис. 4 приведена упругая характеристика задней подвески автолессовоза Т-60М; деформация передней подвески аналогична, так как конструктивно обе подвески выполнены одинаково.

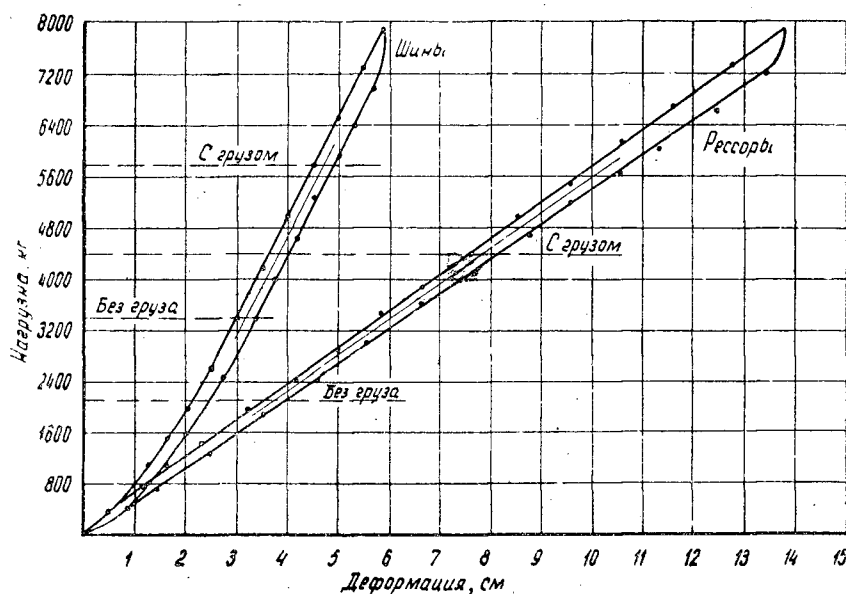


Рис. 4.

Жесткость подвески C_p определяли по углу наклона средней линии между линиями нагрузки и разгрузки

$$C_p = \frac{G}{f_p} \text{ кг/см,}$$

где G — наибольший полный вес, приходящийся на рессору, кг;
 f_p — статический прогиб, соответствующий этому весу, см.

При определении жесткости шин $C_{ш}$ учитывали вес, приходящийся на колеса, равный сумме весов подрессоренной G и неподрессоренной G_k частей

$$C_{ш} = \frac{G + G_k}{f_{ш}} \text{ кг/см,}$$

где $f_{ш}$ — статический прогиб шин, см.

Трение в подвеске

Силы сопротивления в подвеске определяли на основании анализа процесса затухания свободных колебаний подрессоренной и неподрессоренной частей автолесовоза, возбуждаемых при «подтягивании»: Подтягивание осуществляли стяжным домкратом 1 (рис. 5), на конец которого вместо гайки наворачивали муфту «мгновенного» отключения. Вращением винта заднюю (переднюю) часть рамы автолесовоза подтягивали на 90—100 мм, затем с помощью муфты 2 резко освобождали. Колебания подрессоренной и неподрессоренной частей автолесовоза регистрировали на шестишлейфовом осциллографе фирмы RFT с помощью реохордных датчиков. Общий вид, электроизмерительная схема и тарифовочный график реохордного датчика показаны на рис. 6. Используемая схема обладает большой чувствительностью и температурной компенсацией. Погрешность измерений не превышала 1%; пределы измерений ± 120 мм.

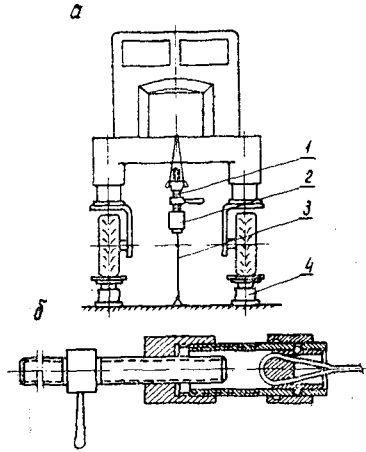


Рис. 5.

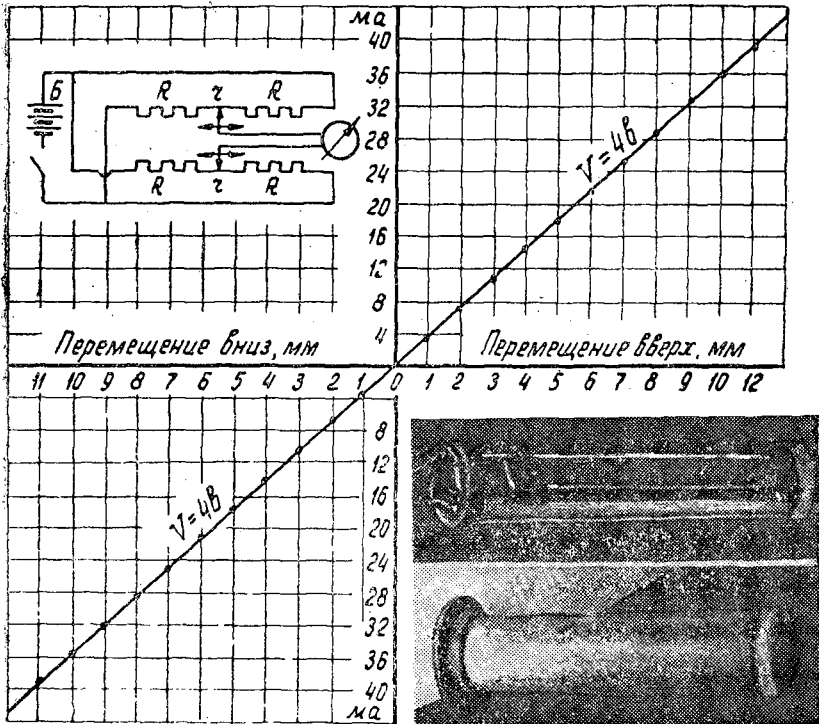


Рис. 6.

На рис. 7 показаны осциллограммы свободных колебаний: а) с грузом; б) без груза (1 — для поддресоренной; 2 — для недресоренной частей). При обработке осциллограмм «подтягивания» определяли следующие параметры: период свободных колебаний T , частоту колебаний и зону трения φ

$$\varphi = \frac{z_0 - z_2}{z_1 - z_3} = \frac{z_2 - z_4}{z_3 - z_5} = \text{и т. д. см.},$$

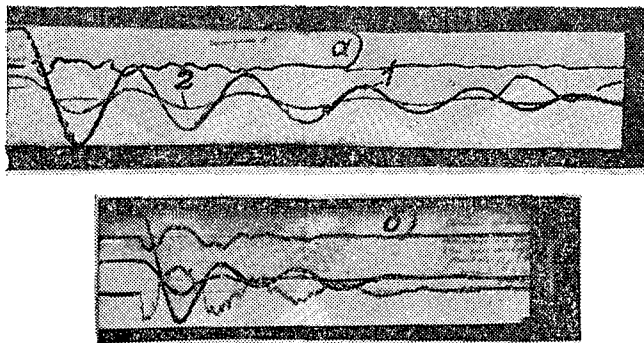


Рис. 7.

где $z_0, z_1, z_2, z_3, z_4, z_5$ — последовательные размахи на осциллограммах свободных колебаний.

Силу трения F в подвеске находили из выражения

$$F = C_p \varphi \text{ кг.}$$

Результаты определения параметров подвесок автолесовозов Т-60М и Т-80 приведены в табл. 2.

Таблица 2

Параметры	Обозначения	Размерность	Автолесовоз Т-60М		Автолесовоз Т-80	
			передняя подвеска	задняя подвеска	передняя подвеска	задняя подвеска
Приведенная поддресоренная масса	M	$\frac{\text{кг} \cdot \text{сек}^2}{\text{см}^2}$	2,04	2,14	1,65	1,61
			4,55	4,73	4,18	4,18
Неподдресоренная масса	m	"	1,1	1,3	0,94	1,1
			1,1	1,3	0,94	1,1
Жесткость рессоры	C_p	кг/см	560	560	424	424
			560	560	424	424
Статический прогиб рессоры	f_p	см	3,6	3,7	3,8	3,7
			8,0	8,2	9,0	9,0
Полный прогиб	f_n	"	168	168	237	237
			168	168	237	237
Трения в подвеске	F	кг	120	120	140	140
			120	120	140	140
Средняя жесткость шин*	$C_{ш}$	кг/см	1540	1540	1540	1540
			1540	1540	1540	1540
Трение в шинах	$F_{ш}$	кг	240	240	240	240
			240	240	240	240
Частота свободных колебаний поддресоренной массы	n	кол/мин	142	140	134	134
			95	96	90	90

Примечание. В числителе — данные для автолесовозов без груза; в знаменателе — с грузом 5 Т.

* При номинальном давлении воздуха в шинах 5,5 ат.

По упругим характеристикам подвесок, частотам собственных колебаний поддресоренных масс и силам постоянного трения можно судить о совершенстве подвесок автолесовозов Т-60М и Т-80.

Современные грузовые автомобили, обладающие хорошей плавностью хода, имеют статические прогибы $f_p = 70-100 \text{ мм}$ и частоты

собственных колебаний поддрессоренных масс $n = 80-120$ кол/мин. По результатам испытаний подвесок автолесовозов, эти параметры имеют следующие значения:

для Т-60М	$f_p = 37-90$ мм;	$n = 96-142$ $\frac{\text{кол}}{\text{мин}}$;
для Т-80	$f_p = 36-82$ мм;	$n = 90-134$ $\frac{\text{кол}}{\text{мин}}$.

Недостаточные статические прогибы порожних автолесовозов обуславливают жесткую работу их подвесок, а высокие частоты собственных колебаний позволяют сделать вывод о желательности их снижения. Этого можно достигнуть за счет уменьшения жесткости упругих элементов подвесок.

Силы внутреннего трения в подвесках не должны превышать 10—12% от веса поддрессоренных масс. При большей величине они блокируют подвеску на мелких неровностях, ухудшая тем самым плавность хода. У исследуемых автолесовозов силы внутреннего трения составляют с грузом 8% и без груза 3% от веса поддрессоренных масс.

Однако малая величина внутреннего трения в подвеске приводит к нежелательному явлению — раскачиванию рамы и слабому затуханию колебаний. Раскачивание поддрессоренной массы можно уменьшить установкой на автолесовозе амортизаторов (специальных или автомобильного типа).

Таким образом, подвески автолесовозов Т-60М и Т-80 имеют существенные недостатки, отрицательно влияющие как на плавность хода, так и на эксплуатационные показатели. Подвеска автолесовоза Т-80 обладает несколько лучшими качествами, чем подвеска Т-60М.

Результаты испытаний позволяют дать предварительную оценку качества подвесок автолесовозов Т-60М и Т-80. Для более полной характеристики должны быть проведены стендовые или дорожные испытания автолесовозов на плавность хода.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. О. К. Прутчиков. Параметры подвесок грузовых автомобилей повышенной проходимости. Журн. «Автомобильная промышленность» № 3, 1960. [2]. Р. В. Ротенберг. Подвеска автомобиля и его колебания. Машгиз, М., 1960. [3]. Н. Н. Яценко. Распределение поддрессоренных масс грузовых автомобилей. Журн. «Автомобильная промышленность» № 10, 1959.

Поступила в редакцию
11 февраля 1964 г.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗОЧНЫХ РЕЖИМОВ РАМЫ АВТОЛЕСОВОЗА

Б. Д. ВАСИЛЬЕВ-КОЗЛОВ

Ассистент

(Архангельский лесотехнический институт)

Рама является одним из наиболее слабых узлов автолесовоза. Отсутствие экспериментальных и сколько-нибудь обоснованных расчетных данных препятствует успеху работ по улучшению конструкции, повышению надежности, а также снижению веса автолесовоза.

Для исследования сил и моментов, действующих на раму в условиях эксплуатации, и их своеобразия были проведены дорожные испытания автолесовоза Т-80. Эти данные необходимы для создания методики расчета рамы. Кроме того, изучение динамических нагрузок позволит оценить прочность ряда других узлов и деталей ходовой части автолесовоза: осей и вилок колес, направляющих подвески, пружин и т. д. Настоящая статья посвящена описанию специально созданных для этой цели датчиков и методике проведенных испытаний.

Испытания транспортных машин в дорожных условиях требуют обычно применения сравнительно сложной и громоздкой или уникальной аппаратуры (блоки питания, усилители, осциллографы) [1], [2], [3], [4], [6]. Нами разработаны датчики, которые позволили обойтись без усилителей.

Нагрузки на раму определяются, в основном, силами взаимодействия колес с дорожной поверхностью, поэтому мы регистрировали следующие параметры: продольную и поперечную составляющие сил, действующих на переднее левое колесо; вертикальные реакции на передние колеса и скорость движения автолесовоза.

Датчики устанавливали на передние колеса, так как на них нет цепного привода, который исказил бы картину показаний динамометрического стакана. В других отношениях безразлично, на каких колесах делать замеры, так как автолесовоз — машина с реверсивным движением, следовательно, при движении «назад» передние колеса окажутся задними. Кроме того, развеска на передние и задние колеса автолесовоза так же, как и конструкция подвесок, одинаковы; все четыре колеса управляемые.

Для измерения продольной и поперечной горизонтальных составляющих сил, действующих на колесо, разработан динамометрический узел — нижняя направляющая подвески с мощными проволочными датчиками сопротивления — динамометрический стакан. Для измерения вертикальных реакций на колеса сконструированы реохордные датчики.

На рис. 1 показана серийная подвеска (б) и подвеска с динамометрическим стаканом (а).

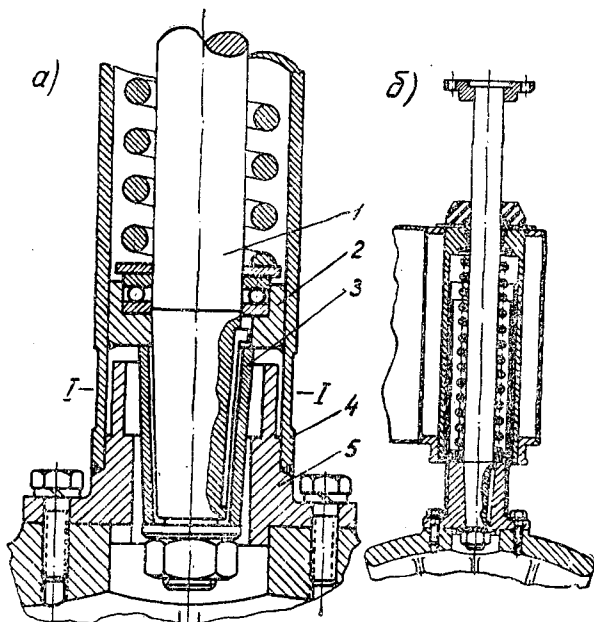


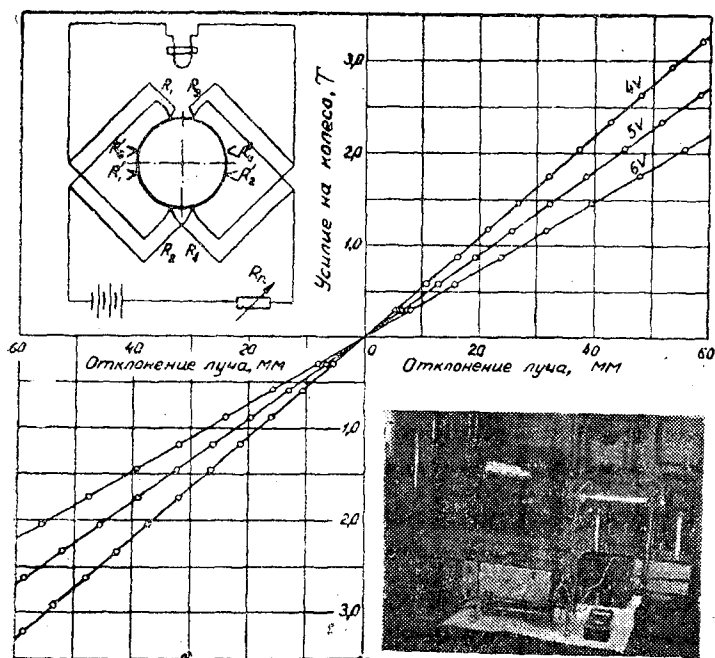
Рис. 1

В первой изгибающие усилия от горизонтальных сил, действующих на колесо, передаются штоком подвески, трубой нижней направляющей и ступицей фланца.

Для того чтобы изгибающие усилия передавались только через стенки трубы 4, изменена конструкция крепления штока 1: фланец 5 укорочен, корпус упорного подшипника 2 выполнен отдельно от фланца и приварен к трубе выше сечения I—I. Шток крепится к корпусу подшипника 2 верхней частью конуса и затягивается при помощи конусной втулки 3 и гайки. На наружной поверхности трубы 4 имеется проточка, в которой вдоль образующей цилиндрической поверхности наклеены проволочные датчики омического сопротивления. Глубина проточки сделана с расчетом, чтобы датчики не могли быть повреждены при опускании верхней направляющей подвески.

На рис. 2 показан график тарировки динамометрического стакана, схема одного из измерительных мостов с расположением датчиков и установка для тарировки стакана.

Мост, составленный из датчиков R_1 , R_2 , R_3 и R_4 , измеряет продольную составляющую сил, действующих на колесо; мост из датчиков R'_1 , R'_2 , R'_3 и R'_4 — поперечную составляющую; R_n — реостат питания. При таком соединении датчиков растяжение и сжатие вдоль оси стакана, а также изгиб в плоскости, параллельной плоскости наклейки датчиков и проходящей через ось нижней направляющей, не вызывает разбаланса моста. Все четыре плеча мостов рабочие. Каждое состоит из четырех датчиков омического сопротивления из константановой проволоки диаметром 30 мк, с базой 20 мм и сопротивлением 177 ом, соединенных параллельно (то есть сопротивление каждого плеча составляет около 44 ом). Подбор датчиков по сопротивлению с точностью до 0,1 ом и высокая стабильность показаний позволили отказаться от сопротивлений балансировки моста, что упростило схему и повысило надежность ее работы.



- Рис. 2.

Размеры нижней направляющей в чувствительном сечении I—I выбраны, исходя из напряжений 25 кг/мм^2 при максимальной ожидаемой нагрузке на колесо (материал нижней направляющей — сталь 40X).

Для термо- и влагоизоляции датчики покрывали клеем БФ-2, обматывали изоляционной лентой и закрашивали нитрокраской.

Тарировку проводили при напряжении питания мостов 4, 5 и 6 в. Изгибающее усилие при тарировании создавали при помощи испытательной машины типа Р-5. Изгибающий момент в сечении наклейки датчиков затем пересчитывали в касательные усилия на колесо.

При максимальных нагрузках и напряжении на зажимах источника питания 5 в луч шлейфа типа I осциллографа Н-700 отклонялся на 60 мм. Напряжение питания моста можно без ущерба повысить до 15 в, тогда отклонение луча соответственно увеличится в 3 раза.

Во время испытаний показания динамометрического стакана контролировали буксировкой автолесовоза с заторможенными передними и расторможенными задними колесами (на время испытаний тормозные трубки задних колес отворачивали и глушили). На ленте осциллографа одновременно регистрировали усилия буксирования при помощи электрического динамометра и показания динамометрического стакана. По показаниям динамометра, при известной развеске нагрузки на правое и левое колеса, нетрудно определить касательные усилия на колесах и, следовательно, проверить тарировку.

Вертикальные реакции на колеса определяли по прогибам пружин подвески при помощи реохордных датчиков перемещений.

Реохордный датчик (рис. 3) состоит из корпуса 3, в котором между двумя панелями натянута струна реохорда 4 и шина 5. Контактный движок 6 связан со штоком 7. В нижней части корпуса находятся сопротивления, смонтированные в мостовую схему. Корпус вставлен в гнездо 2, которое крепится к фланцу штока подвески 1 болтами рычага

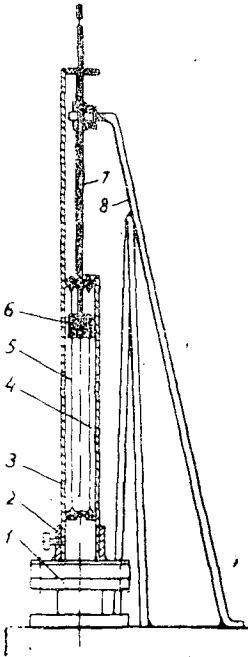


Рис. 3.

поперечной рулевой тяги, а шток датчика 7 связан с рамой автолесовоза посредством кронштейна-треноги 8. Шток датчика соосен штоку подвески, поэтому при поворотах колес связь между кронштейном-треногой и штоком датчика не нарушается.

Электрическая схема и тарировочный график реохордного датчика даны на рис. 4. Жесткость подвески определяли расчетным путем по геометрическим размерам пружин и тарировкой непосредственно на автолесовозе. При тарировке подвески на автолесовозе, для определения вертикальной реакции, под колесо подвешивали балочные весы, нагрузку создавали при помощи пакета, а цикл постепенного нагружения и разгрузки осуществляли домкратом, подвешенным под вилку противоположного колеса.

Скорость автолесовоза определяли при помощи прерывателя, отсчитывающего обороты ведущей звездочки цепной передачи, и отметчика времени осциллографа.

Все пять параметров регистрировали одновременно на светочувствительной бумаге шириной 120 мм малогабаритным четырнадцатилейфовым осциллографом марки Н-700. Для записи показаний динамометрического стакана использовали шлейфы типа I с чувствительностью $1600 \frac{\text{мм}}{\text{ма} \cdot \text{м}}$, для реохордных датчиков — шлейфы типа II с чувствительностью $360 \frac{\text{мм}}{\text{ма} \cdot \text{м}}$.

Сигнал с прерывателя передавался на шлейф типа IV с чувствительностью $8 \frac{\text{мм}}{\text{ма} \cdot \text{м}}$.

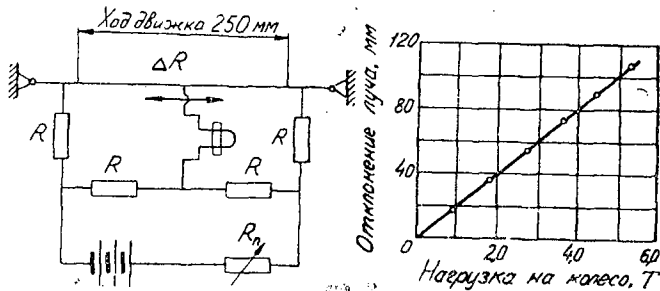


Рис. 4.

Осциллограф питался от четырех аккумуляторных батарей типа ЗСТ-70, соединенных последовательно; мосты динамометрического стакана и реохордные датчики — от отдельных аккумуляторов такого же типа; прерыватель работал от сухого элемента напряжением 1,6 в.

Осциллограф вместе с прикрепленной к нему коробкой управления (в которой смонтированы реостаты питания датчиков и выключатели питания для каждого датчика и осциллографа) во время заездов находился на коленях оператора, сидящего рядом с водителем. Аккумуляторные батареи размещались на полу в кабине автолесовоза (рис. 5).



Рис. 5.

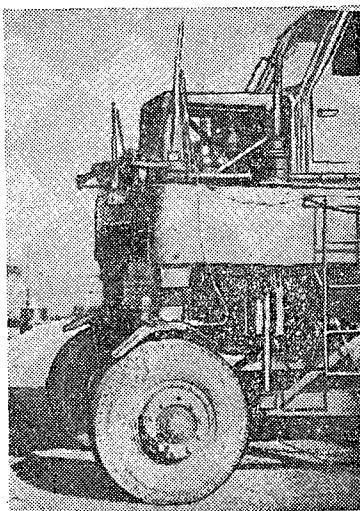


Рис. 6.

На рис. 6 показан автолесовоз, подготовленный для дорожных испытаний. Видны реохордные датчики, динамометрический стакан и провода.

Для монтажа использовали незранированный провод марки ПМВ-0,5. Все соединения в измерительных цепях пропаивали.

На оборудование и подготовку к испытаниям серийного автолесовоза требуется всего 3—4 часа.

Автолесовоз, как правило, работает на дорогах хорошего качества с твердым покрытием (бетонированные, асфальтированные, с деревянным настилом). Основные виды препятствий, встречающихся при работе автолесовоза, — свободно лежащие доски и брусья на захламленной бирже, одиночные выбоины, переезды (например, переезд железнодорожных путей), заезды и съезды (например, заезды при погрузке пакетов на баржи) [5].

Программа и методика предусматривали переезд автолесовоза через одиночные препятствия прямоугольной формы (брусья и доски) высотой 25, 50, 75, 100 и 125 мм одним (левым) и двумя колесами одновременно; через выбоины прямоугольной формы глубиной 75 мм, длиной около 600 мм; переезд тех же препятствий, но повторяющихся через определенные промежутки с целью вызвать резонансные явления; переезд препятствий, расположенных в шахматном порядке.

Скорость автолесовоза изменялась от 5 до 30 км/час ступенями через 5 км/час, при движении вперед и назад. Ориентировочно скорость выдерживали по спидометру.

Записи производили также при движении автолесовоза по различным дорогам общего назначения, особенно по сильно разбитой булыжной дороге. При этом назначали максимально возможную в данных условиях скорость с целью получения наибольших воздействий на колеса. Исследовали и другие характерные случаи работы автолесовоза (торможение до юза, повороты).

Испытания проводили без груза и с полной нагрузкой 5 Т (пакет пиломатериалов).

Осциллограф включали непосредственно перед переездом препятствий и при прохождении наиболее тяжелых участков дороги.

Скорость протяжки ленты составляла 4 см/сек, частота отметок от-метчика времени — 10 гц.

Масштаб записи устанавливали изменением напряжения питания датчиков.

Часть записей проявляли непосредственно в полевых условиях.

Применение мощных датчиков позволило отказаться от усилителей. Это значительно упростило схему, повысило стабильность и надежность замеров, сделало возможным размещение всей аппаратуры с источниками питания в кабине автолессовоза.

Принятая методика дала возможность, при небольшом числе регистрируемых параметров, получить величины внешних нагрузок, необходимых для оценки прочности рамы, а именно: коэффициенты динамической нагрузки вертикальных сил, моменты, закручивающие раму, и величины касательных продольных и поперечных воздействий на колесо. Одновременная запись на ленте осциллографа позволяет проследить взаимосвязь этих параметров.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. А. Бухарин, В. К. Голяк. Испытания автомобиля с использованием электрических методов измерения. Машгиз, 1962. [2]. А. В. Васильев. Теоретические и конструктивные основы разработки специальных тензометрических узлов. НАТИ, вып. 20, Машгиз, 1960. [3]. Н. И. Воронцова и др. Тензометрирование деталей автомобиля. Машгиз, 1962. [4]. Исследование динамических нагрузок, действующих на раму автомобиля. Отчет НАМИ, 1957. [5]. П. Ф. Марченко. Сравнительные эксплуатационные испытания отечественных и импортных автолессовозов. АЛТИ, Архангельск, 1960. [6]. Труды Всесоюзного научно-технического совещания по исследованию действительных нагрузок в агрегатах автомобиля 1—3 апреля 1958 г. Ч. II, НАМИ—НТО Машпром, 1958.

Поступила в редакцию
19 февраля 1964 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ НЕУРАВНОВЕШЕННОСТИ ПЛУНЖЕРНОЙ ПАРЫ НАСОСА НК-10 С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОИНТЕГРАТОРА

В. П. ТЮКАВИН

Старший преподаватель

(Архангельский лесотехнический институт)

В современных двигателях с воспламенением от сжатия, используемых на лесозаготовках, широкое распространение получила топливовпрыскивающая аппаратура раздельного типа. Наиболее дорогостоящие и часто сменяемые детали этой аппаратуры — плунжерные пары топливного насоса. В настоящее время в народном хозяйстве страны ежегодный расход плунжерных пар достиг 5 млн. шт. [4]. Такой огромный расход вызван недолговечностью этих деталей, обусловленной тем, что до сих пор не установлена окончательно динамика изменения зазора и характер протекания топлива в рабочем зазоре плунжерной пары [2].

Известно, что плунжер и втулка образуют подвижное высокоточное сопряжение с рабочим зазором величиной 2—4 мк. В процессе эксплуатации наблюдается изменение первоначального зазора в прецизионной паре, что ведет к нарушению регулировок топливоподающей аппаратуры дизельного двигателя [8]. От характера и величины рабочего зазора, как установлено опытами, зависят количественные и качественные характеристики подачи топлива.

В настоящее время имеется несколько методов расчета утечек топлива в рабочий зазор плунжерной пары золотникового типа [1], [3], но результаты исследований ограниченно применимы и требуют уточнений, на что указывают данные одной из последних работ [2]. Все полученные теоретические зависимости утечек имеют значительное расхождение с опытными данными. Это можно объяснить тем, что известные формулы и зависимости не определяют точного положения плунжера в гильзе.

Действительно, если плунжер во время испытания или работы насосного элемента прижат своей золотниковой частью к отсечному окну гильзы, то утечки топлива должны быть минимальными; если же он прижат к противоположной стороне гильзы, то утечки должны быть максимальными. Поэтому уточнение взаимного расположения гильзы и плунжера во время рабочего хода представляет значительный интерес и может быть весьма полезным для решения конструкторских и технологических задач.

Рассматривая золотниковую часть плунжера насоса НК-10 (рис. 1), нетрудно обратить внимание на ее асимметричность, которая

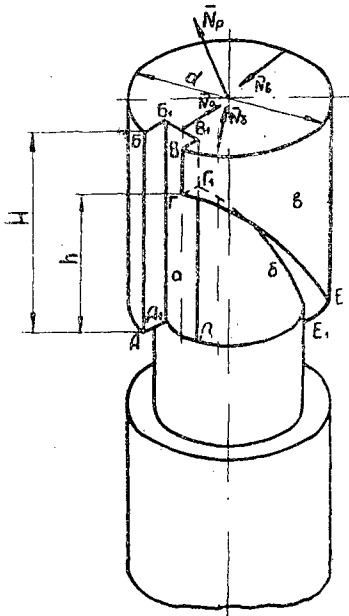


Рис. 1.

объясняется конструктивными и технологическими особенностями плунжерной пары вследствие наличия продольной канавки AA_1 , BB_1 , VV_1 , GG_1 , D и выфрезерованного скоса золотниковой кромки GEE_1G_1 .

В период рабочего хода плунжера или гидравлического испытания продольная канавка и примыкающая к ней выфрезерованная площадка G_1E_1D находятся под действием избыточного давления в надплунжерном пространстве и не уравновешены с противоположной стороны.

Наличие такой асимметрии дает основание предполагать, что в процессе нагнетания плунжер под действием неуравновешенных гидравлических сил давления прижимается к гильзе, то есть наблюдается его гидродинамическая неуравновешенность.

Для определения величины и точки приложения полного вектора гидродинамической неуравновешенности плунжера N_p необходимо вычислить горизонтальные проекции составляющих век-

торов.

Из механики известно, что равнодействующая произвольного числа пучка сил, лежащих в одной плоскости, равна геометрической сумме его составляющих

$$\bar{N}_p = \bar{N}_a + \bar{N}_6 + \bar{N}_v, \quad (1)$$

где \bar{N}_a — вектор сил давления на площадку продольного паза $A_1B_1V_1D$ (область «а»);

\bar{N}_6 — вектор сил давления на площадку G_1E_1D (область «б»);

\bar{N}_v — вектор сил давления на уплотнительных рабочих поверхностях золотниковой части плунжера $G_1E_1A_1B_1$ (область «в»).

Из рисунка видно, что

$$\bar{N}_a = lHP_a \kappa\Gamma, \quad (2)$$

где l — ширина продольного паза плунжера, см;

H — длина продольного паза плунжера, см;

P_a — давление жидкости в пазе, $\kappa\Gamma/\text{см}^2$.

Точка приложения вектора \bar{N}_a находится на пересечении диагоналей прямоугольника $A_1B_1V_1D$, а линия действия вектора проходит через центр плунжера.

Рассматривая рисунок, замечаем, что вектор \bar{N}_6 , действующий на площадь фигуры G_1E_1D , равен произведению площади этой фигуры на соответствующее давление

$$N_6 = \frac{1}{2} DE_1 h \cdot P_6 \kappa\Gamma, \quad (3)$$

где h — высота фигуры G_1E_1D , см;

P_6 — давление в выфрезерованном пазе.

С достаточной точностью можно считать, что давление жидкости в надплунжерном пространстве равно давлению в пазе «а» и в примыкающей к нему области «б», то есть $P_2 = P_a = P_b$.

Точка приложения этого вектора находится в центре тяжести фигуры $\Gamma_1 E_1 D$, а линия действия проходит через центр плунжера.

Точное аналитическое определение вектора $\bar{N}_в$ представляет значительные трудности из-за изменения характера и величины давления и вязкости в рабочем зазоре, а также из-за изменения и сложности контура уплотняющих рабочих поверхностей золотниковой части плунжера даже для одного какого-либо положения.

Имеющиеся решения и методика [6], разработанная на кафедре гидравлики Киевского института инженеров гражданского флота, применительно к цилиндрическим золотникам, в нашей задаче неприемлемы. Для нахождения вектора $\bar{N}_в$ надо прежде всего знать характер и величину изменения давления в рабочем зазоре пары.

Анализ специальной литературы [3], [5], [9] показывает, что для определения давления в рабочем зазоре плунжерной пары целесообразно применить широко известный метод электрогидродинамической аналогии.

Исследованиями установлено [1], [3], что течение дизельного топлива в рабочем зазоре плунжерной пары носит ламинарный характер.

Для того чтобы определить величину давления жидкости в рабочем зазоре, развернем цилиндрические поверхности золотниковой части плунжера и гильзы насоса НК-10 на некоторую плоскость M (рис. 2)

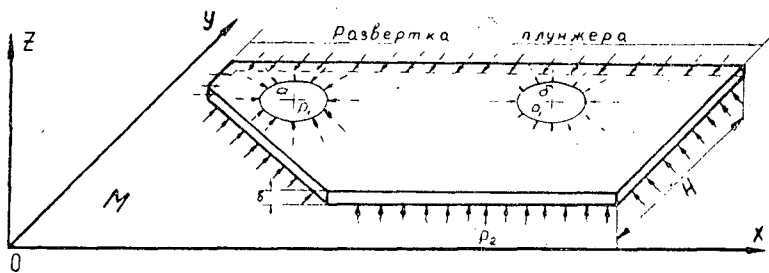


Рис. 2.

и будем считать, что величина рабочего зазора постоянна по всей длине развертки. При принятом соотношении δ (зазор) и d (диаметр плунжера) влияние кривизны полученной щели на поток топлива в зазоре крайне мало, и им можно пренебречь. Действительно, $\frac{d}{\delta} = \frac{10}{0,004} = 2500$. Таким образом, условия задачи можно сформулировать следующим образом.

В рабочий зазор δ , образованный плоскостью и разверткой золотниковой части плунжера, под избыточным давлением $P_2 - P_1$ поступает вязкая несжимаемая жидкость. Поступающая по контуру жидкость стекает во всасывающее отверстие б и отсечное отверстие а. Следовательно, в рассматриваемом случае возникает плоское потенциальное изотермическое движение жидкости под действием постоянного давления, заданного по сложному контуру.

Анализ работ ряда авторов [3], [5], [9] показывает, что с принятыми допущениями, применительно к рассматриваемому случаю, можно со-

ставить следующую аналогию между элементами движения жидкости и параметрами электрического тока (табл. 1).

Таблица 1

Давление в данной точке зазора P	Потенциал в соответствующей точке электрической модели
Давление по внешнему контуру зазора P_2	Соответствующий потенциал U_2
Давление по внутреннему контуру зазора P_1	Соответствующий потенциал U_1
Перепад давлений $\Delta P = P_2 - P_1$	Разность потенциалов $\Delta U = U_1 - U_2$
Расход жидкости через зазор $Q_{\text{ут}}$	Наблюдаемый ток I
Средняя скорость течения жидкости в данном месте зазора v	Соответствующая плотность тока i

Таким образом, если взять геометрическое подобие электрической модели и развертки золотниковой части плунжера и обеспечить постоянные граничные условия, то можно получить численное равенство между напряжением и давлением.

Для определения величины и характера давления в рабочем зазоре плунжерной пары был использован электроинтегратор типа ЭГДА-9/60.

Электрическая модель развертки и уплотняющей поверхности золотниковой части плунжера топливного насоса НК-10 была выполнена из листа электропроводной бумаги в масштабе 10:1 по отношению к натуре. Граничные условия (давление по внешнему контуру P_2) создавали с помощью стандартных зажимов, прилагаемых к электроинтегратору.

Для реализации условий, соответствующих давлению по внутреннему контуру окон зазора P_1 , были применены специальные металлические шины. Для этого по внутреннему диаметру окон были изготовлены шины из медного луженого 0,8-миллиметрового провода, спаянные между собой. Шины на модель приклеивали электропроводящим клеем, приготовленным по рецепту № 4 [9].

Клей вносили под контур шин с внутренней стороны с помощью деревянной лопатки. Затем шину нагружали и сушили. Следует отметить, что приклеенные таким образом шины практически не имели переходного сопротивления за все время опыта и после проведения эксперимента и при хранении модели обнаруживали хорошие механические и электрические качества.

При проведении замеров с помощью коммутационных шнуров проводочные шины подключали к гнезду 0%, а шину внешнего контура — к гнезду 100% питающего устройства электроинтегратора, что в нашем случае соответствовало потенциалам U_1 и U_2 .

Процесс нахождения линий равного потенциала был обычен и заключался в отыскании иглой прибора такой точки на модели, чтобы при постановке в нее иглы гальванометр электроинтегратора показывал отсутствие электрического тока. На модели находим необходимое количество таких точек и соединяем их плавной линией равного потенциала.

Для удобства последующих расчетов примем потенциал 100% равным давлению 100 кг/см^2 (P_2), а потенциал 0% — соответственно 0 кг/см^2 (P_1). Доля падения напряжения между соседними линиями равного потенциала была выбрана одной десятой общего перепада напряжения на модели. Для получения более точной картины в отдельных случаях долю падения напряжения принимали равной одной двадцатой. Таким образом удалось сравнительно просто получить характер и картину распределения давления в рабочем зазоре плунжерной пары.

Одна из полученных моделей золотниковой части плунжера насоса НК-10 с нанесенными изобарами показана на рис. 3.

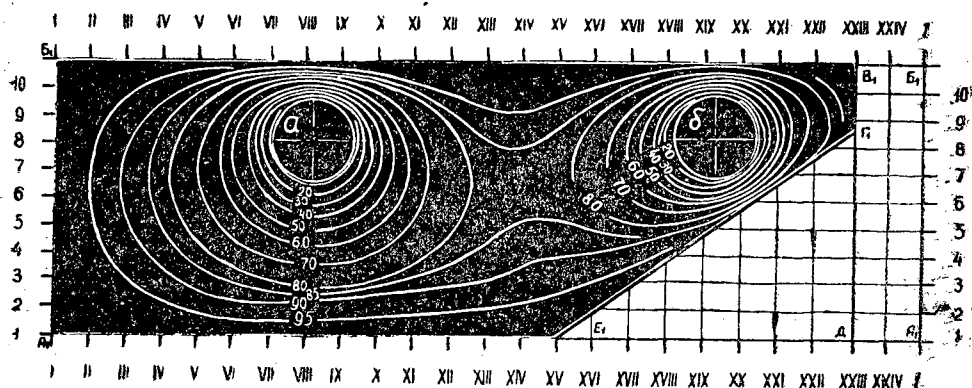


Рис. 3.

Необходимо отметить, что приближенный характер протекания жидкости в рабочий зазор плунжерной пары насоса 4ТН-8,5х10 был впервые получен Д. Ф. Гуревичем с помощью плоской прозрачной модели и подкрашенной воды. Однако в этой работе [3] автору по известным причинам не удалось получить точной картины характера протекания топлива в золотниковой части плунжера.

Имея точную картину изобар на модели, можно определить суммарное давление, действующее на отдельные участки рабочей поверхности золотниковой части плунжера. Для определения суммарного давления и вектора воспользуемся известным в гидравлике графоаналитическим методом нахождения суммарного давления на плоские фигуры [7]. Этот метод основан на построении эпюр давления. Для построения эпюр давления рассечем полученную модель с нанесенными изобарами на 24 равные части с помощью секущих плоскостей, перпендикулярных плоскости рисунка. В результате получим отрезки прямых I—XXIV (рис. 3). Секущими плоскостями разделим эти отрезки на 10 равных частей и найдем в точках пересечения искомую величину давления жидкости. Найденные давления в соответствующем масштабе сложим в указанных точках по линии действия давления. Соединив концы векторов давления P_i плавной кривой, получим искомую эпюру давлений в данной плоскости (рис. 4).

Из рисунка видно, что эпюры давления, действующие в плоскости всасывающего и отсекающего окон, резко не симметричны, что подтверждает ранее сделанное предположение о боковой неуровновешенности.

Согласно существующим правилам для вычисления составляющих сил-векторов, действующих на элементарные площадки, необходимо:

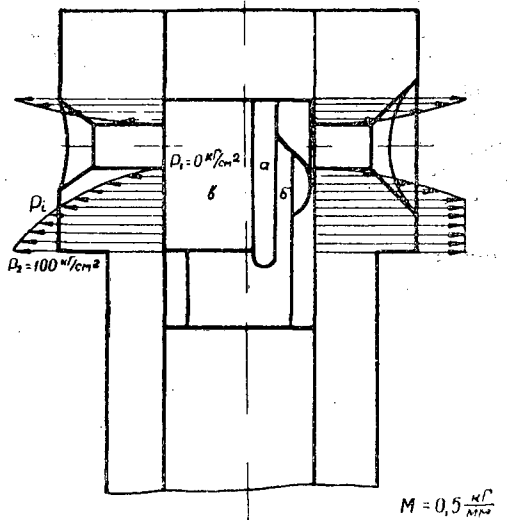


Рис. 4.

определить площадь эпюры давления и умножить их на ширину площадки, то есть

$$n_i = S_i \cdot \Delta l \text{ кг}, \quad (4)$$

где S_i — площадь эпюры избыточных давлений в данной плоскости, кг/см ;

Δl — ширина элементарной площадки, см .

Площадь эпюр давления определяли при десятикратном увеличении с помощью геодезического планиметра. После обработки эпюр давления находили искомые составляющие векторы n_i , действующие на каждые 24 части развертки, и в масштабе откладывали на цилиндрической части плунжера (рис. 5) в соответствующих местах.

Для определения величины и места приложения вектора $\bar{N}_в$ и полного вектора гидродинамической неуравновешенности плунжера $\bar{N}_р$ необходимо произвести графическое или аналитическое сложение векторов, действующих по нормали к образующей плунжера.

Произведенные расчеты и построения показывают, что на плунжер топливного насоса НК-10 во время рабочего хода или гидравлического испытания действуют значительные силы. Так, например, в середине активного хода плунжера полный вектор N_p равен 16,5 кг, а величины составляющих векторов $\bar{N}_a = 24,8$; $\bar{N}_6 = 42,0$; $N_в = 78,5$ кг на каждые 100 атм избыточного давления в надплунжерном пространстве.

Под действием полного вектора гидродинамической неуравновешенности $\bar{N}_р$ плунжер с переменным усилием прижимается к гильзе во время рабочего хода и располагается в плоскости, лежащей под углом $150 \pm 5^\circ$ к продольному пазу золотниковой части.

Этот вектор уравнивается только реакцией гильзы, что приводит к местной деформации плунжера и повышенному износу в зоне контакта.

Для экспериментальной проверки и уточнения места приложения найденного вектора гидродинамической неуравновешенности был про-

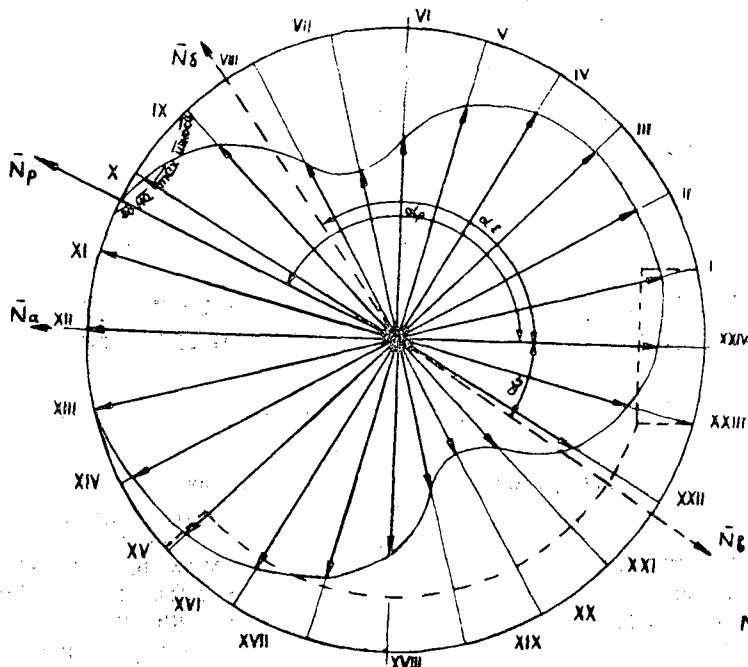


Рис. 5.

веден специальный эксперимент по изучению места контакта плунжера и гильзы. Для этого партию плунжеров покрывали тончайшей пленкой золота. Плунжерные пары испытывали на стенде СКПП-2 по максимально развиваемому давлению и работали в таком положении 1,5—2 час при давлении 500—600 кг/см². После работы плотность плунжерной пары практически не изменялась, но были обнаружены характерные контрастные следы износа в указанном районе. Анализа работ [8], посвященных характеру износа плунжерной пары, а также непосредственный обмер и изучение топографии износа золотниковой части плунжеров ремонтного фонда подтверждают найденные закономерности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ю. Н. Воронцов, Б. А. Крук. Номограммы для определения гидравлической плотности плунжерных пар. Труды ЦНИТА, вып. 4, Л., 1960. [2]. Д. Ф. Гуревич. Влияние зазора на гидравлическую плотность плунжерных пар. Журн. «Тракторы и сельхозмашины» № 1, 1962. [3]. Д. Ф. Гуревич. О теории гидравлической плотности плунжерных пар. Журн. «Автомобильная и тракторная промышленность» № 7, 1957. [4]. Г. Г. Зусманович. Исследование метода восстановления плунжерных пар тракторных двигателей химическим никелированием. М., 1961. [5]. Н. Е. Кочин, И. А. Кибель, Н. В. Розе. Теоретическая гидромеханика. ОГИЗ, 1948. [6]. Г. А. Никитин. Защемление плунжеров гидроагрегатов и меры борьбы с ним. Труды отраслевого совещания по вопросам состояния и перспектив применения гидроприводов (4—7 октября 1960 г.), ОНТИ-НАТИ, 1961. [7]. А. Н. Патрашев. Гидромеханика. Военмориздат, 1953. [8]. В. Я. Попов, А. В. Евсиков. Восстановление топливной аппаратуры дизелей. Воениздат, 1952. [9]. П. В. Фильчаков, В. И. Панчишин. Интеграторы ЭГДА. Киев, 1961.

О ДИНАМИКЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ФОНДООТДАЧИ В ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А. М. СТЕПАНОВ

Старший преподаватель

(Ленинградская лесотехническая академия)

В лесозаготовительной промышленности в целом и в лесозаготовительных объединениях и лесной промышленности экономических районов, в частности, снижается величина выработки продукции на 1 рубль стоимости основных производственных фондов. В связи с этим встает вопрос, при каких условиях показатель выпуска продукции на 1 рубль основных средств может быть применен для оценки использования производственных фондов и поощрения лесозаготовительных предприятий. Удовлетворительный ответ на этот вопрос можно получить только на основании анализа динамики показателя фондоотдачи для достаточно большого количества предприятий.

В табл. 1 показано изменение выпуска валовой продукции на 1 рубль стоимости производственных фондов в тех леспромпхозах Карельской и Коми АССР, Вологодской, Ленинградской и Пермской областей, которые находятся в ведении совнархозов.

Таблица 1

Процент роста или снижения	Количество предприятий, у которых выработка продукции на 1 рубль стоимости основных фондов увеличилась (числитель) или уменьшилась (знаменатель) за период	
	1955—1958 гг.	1958—1961 гг.
до 5	$\frac{6}{6}$	$\frac{5}{8}$
5—10	$\frac{10}{7}$	$\frac{10}{14}$
10—20	$\frac{6}{25}$	$\frac{19}{20}$
20—30	$\frac{1}{22}$	$\frac{12}{12}$
30—40	$\frac{2}{16}$	$\frac{6}{9}$
40—50	$\frac{-}{3}$	$\frac{2}{6}$
50—80	$\frac{2}{7}$	$\frac{1}{3}$

На изменение выработки продукции за 1958—1961 гг. некоторое влияние оказала переоценка основных фондов. Однако это не изменило направления в динамике показателя, о чем свидетельствуют данные об ежегодных изменениях фондоотдачи, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Предприятия	Количество случаев, в которых наблюдалось повышение (числитель) или понижение (знаменатель) фондоотдачи за период	
	1955—1958 гг.	1958—1961 гг.
Треста „Ленлес“	$\frac{14}{25}$	$\frac{20}{17}$
Вологодской области	$\frac{12}{46}$	$\frac{29}{33}$
Коми АССР	$\frac{4}{21}$	$\frac{21}{49}$
Карелии	$\frac{13}{48}$	$\frac{27}{34}$
Пермской области	$\frac{9}{6}$	$\frac{16}{12}$
Итого	$\frac{52}{146}$	$\frac{113}{145}$

Примечание. Изменения с 1959 г. по 1960 г. как отражающие влияние переоценки основных фондов в таблице не показаны.

Изменения фондоотдачи, отраженные в приведенных таблицах, свидетельствуют о том, что соотношение между объемом основных производственных фондов в леспромхозах и объемом вырабатываемой продукции весьма сложно и является результатом взаимодействия ряда технико-экономических, организационных и природных факторов.

Анализируя таблицы, можно сделать следующие выводы.

Во многих леспромхозах и в течение большого числа лет отмечается снижение выработки продукции на единицу производственных фондов. Из табл. 1 видно, что рост фондоотдачи даже в период с 1958 г. по 1961 г. наблюдался менее чем в половине предприятий и менее чем в половине случаев. Величина же фондоотдачи в 1961 г. была выше, чем в 1955 г., только в 20,4% леспромхозах (в 22 из 108, для которых мы имели полные сведения за весь период). При этом не было таких предприятий, в которых с 1955 г. ни разу не наблюдалось бы снижение фондоотдачи.

Таблицы отражают определенный прогресс в динамике фондоотдачи в леспромхозах.

Относительное количество леспромхозов, в которых выработка продукции на 1 рубль стоимости основных производственных фондов увеличилась, в период с 1958 г. по 1961 г. было в два раза выше, чем в период с 1955 г. по 1958 г. При этом количество лесозаготовительных предприятий с большим (свыше 20%) снижением фондоотдачи уменьшилось с 42,6 до 23,6%.

Анализируя изменение выпуска валовой продукции на единицу стоимости основных производственных фондов, можно сделать некоторые выводы об условиях использования показателя фондоотдачи для оценки работы лесозаготовительных предприятий и их поощрения.

1. Повышение выпуска продукции на 1 рубль стоимости основных производственных фондов на значительном числе предприятий позволяет считать, что повышение фондоотдачи в лесозаготовительной промышленности в настоящее время необходимо и возможно.

Современное состояние технического прогресса создает все лучшие условия для того, чтобы возрастающая фондовооруженность труда сопровождалась еще более быстрым ростом производительности труда и отдачи производственных фондов. Поэтому рост фондоотдачи в леспромпхозах должен поддерживаться мерами технической политики, организации хозяйственного расчета, материального стимулирования.

2. Вместе с тем, при использовании показателя фондоотдачи для оценки и стимулирования использования производственных фондов в леспромпхозах нельзя не учитывать обстоятельства, еще во многих случаях, независимо от качества работы предприятий, предопределяющие снижение выпуска продукции на единицу стоимости основных производственных фондов.

В леспромпхозах еще не закончен процесс первоначального внедрения машин, заменяющих ручной труд. Во всей лесозаготовительной промышленности до сих пор не механизирована обрубка сучьев и подготовительные работы. На некоторых предприятиях еще высок удельный вес гужевой трелевки и вывозки древесины, слабо механизированы погрузка и разгрузка леса.

Массовое внедрение машин на этих участках работы может вызывать дополнительное снижение фондоотдачи в леспромпхозах на протяжении всего периода, пока не будет закончен процесс замены ручного труда механизированным.

При определении величины изменения выпуска продукции на 1 рубль стоимости основных производственных фондов необходимо учитывать возможность временного падения показателя отдачи фондов под влиянием внедрения принципиально новых механизмов и сооружений. Например, стоимость сданных в эксплуатацию объектов по реконструкции нижнего склада и сооружению полуавтоматической линии в Лодейно-Польском леспромпхозе треста «Ленлес» (в объемах, которые приходятся на 1961 и 1962 гг.) составила почти половину прироста основных производственных фондов за 1961 и 1962 гг. Осуществление этих работ способствовало росту производительности труда. Но так как объем производства в больших размерах вырасти не мог, то показатель фондоотдачи не мог не снизиться. Повышение выпуска продукции на 1 рубль стоимости этой части основных фондов можно ожидать лишь впоследствии, по мере освоения новых механизмов.

При сравнении уровня фондоотдачи, наконец, необходимо исключить влияние специфической для лесозаготовительной промышленности формы капиталовложений — на поддержание действующих мощностей. Размеры их могут быть значительными. Так, по данным Гипролеспрома, они составляют 7—8% затрат на промышленное строительство в новых предприятиях. В комбинатах Пермской области более 70% новых лесовозных дорог идет на поддержание мощностей*. По другим данным**, эта величина составляет около 40% всех капиталовложений в лесозаготовительную промышленность и не сопровождается увеличением объемов производства.

* К. Г. Санд-Голиев. Показатели использования основных фондов и производственных мощностей в лесной промышленности. Сб. «Использование основных производственных фондов в промышленности СССР», М., 1962.

** Н. А. Соколова. Основные и оборотные средства лесозаготовительной промышленности и источники их финансирования. М., 1961.

Исключение влияния роста основных фондов на величину фондоотдачи, происходящего по причинам, не зависящим от качества использования средств производства на предприятии, должно быть, разумеется, обосновано, что требует серьезной экономической работы на каждом предприятии.

3. При использовании показателя отдачи основных производственных фондов необходимо учитывать также чрезвычайно сложную связь его с другими, характеризующими уровень производственной деятельности лесозаготовительных предприятий.

Проанализируем эту зависимость по материалам нескольких лет для большого числа предприятий*.

Выработка валовой продукции на 1 рубль стоимости основных производственных фондов повысилась в 154, а понизилась в 291 случае. Показатели фондоотдачи, производительности труда и себестоимости изменялись следующим образом (табл. 3).

Таблица 3

Результат изменения фондов	Количество случаев, в которых наблюдалось	
	повышение фондоотдачи	понижение фондоотдачи
Повышение производительности труда и снижение себестоимости продукции	109	139
Снижение производительности труда и повышение себестоимости продукции	15	46
Повышение производительности труда и себестоимости продукции	20	50
Снижение производительности труда и себестоимости продукции	10	56

Данные анализа показывают, что случаи однонаправленного изменения экономических показателей по удельному весу занимают первое место (34,8%).

Почти так же часты случаи, которые бесспорно отражают решающую роль динамики производительности труда в изменении величины затрат на производство продукции. К этой группе относятся случаи, когда понижение выработки продукции на 1 рубль стоимости основных производственных фондов сопровождалось перекрывающим его ростом производительности труда и приводило к уменьшению себестоимости продукции (31,3% случаев) и когда повышение фондоотдачи нейтрализовалось снижением производительности труда, что приводило к увеличению затрат на производство продукции (3,4%).

В 13,4% случаев изменение фондоотдачи совершалось однонаправленно с изменением затрат на производство продукции, несмотря на противоположное изменение производительности труда. К этой группе относятся случаи, когда повышение фондоотдачи сопровождалось снижением производительности труда и себестоимости продукции (2,2%), и когда понижение фондоотдачи сопровождалось увеличением себестоимости продукции, несмотря на рост выработки продукции на рабоче-го (11,2%).

* По леспромпхозам Вологодской области, Коми АССР и Карелии — с 1956 г. по 1961 г.; Пермской области — с 1957 г. по 1961 г.; треста «Ленлес» — с 1955 г. по 1962 г. Из анализа исключены изменение показателей, отражающих результаты переоценки основных фондов (с 1959 г. по 1960 г.), а также данные тех лет, для которых нет полных данных.

Наконец, довольно значительна группа случаев, когда затраты на производство продукции менялись независимо от изменения фондоотдачи и производительности труда вместе взятых. Сюда относятся случаи, когда увеличение фондоотдачи сопровождалось повышением производительности труда и себестоимости продукции (4,5%), и когда увеличение фондоотдачи сопровождалось снижением этих показателей (12,6%). Это могло иметь место тогда, когда изменения фондоотдачи и производительности труда перекрывались изменяющимися в другую сторону экономией или перерасходом на накладных и внезаводских расходах, на обслуживании механизмов, на топливе, электроэнергии, текущих ремонтах, на заработной плате (последние обусловлены нарушением в системе оплаты труда).

Сложный характер указанных связей выявляется еще сильнее, если учесть размеры изменения каждого показателя, соотношение силы их влияния внутри каждой из указанных групп, а также если проследить изменение затрат на производство продукции по их элементам.

Так, из двадцати случаев, когда увеличение выработки на 1 рубль стоимости основных производственных фондов сопровождалось повышением производительности труда и себестоимости продукции, имело место возрастание стоимости услуг обслуживающих производств в пятнадцать и затрат заработной платы (при росте производительности труда) в десяти случаях.

Из пятидесяти случаев, когда снижение выработки продукции сопровождалось повышением производительности труда и себестоимости, в одиннадцать уменьшилась стоимость услуг обслуживающих производств (при снижении фондоотдачи), а в двадцати одном случае повысились расходы заработной платы на 1 м³ вывезенной древесины (при увеличении производительности труда).

Сложность связей между экономическими показателями работы лесозаготовительных предприятий и нередкая разнонаправленность их изменения еще раз убеждают в нецелесообразности стремления отыскать какой-то один результативный показатель (как известно, в большинстве случаев это рентабельность), который выражал бы экономический эффект деятельности предприятий. Для оценки деятельности и поощрения лесозаготовительных предприятий необходима система основных показателей, которая дает возможность осуществлять экономический анализ, видеть резервы и может обеспечить нужную эффективность экономического стимулирования.

Поступила в редакцию
28 сентября 1963 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

**ВЛИЯНИЕ УГЛА ЗАОСТРЕНИЯ ПРИЖИМНОЙ ЛИНЕЙКИ
И ЕЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНО НОЖА
НА СОПРОТИВЛЯЕМОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ ОБРАБОТКЕ
ЛУЩЕНИЕМ****В. Н. ФЕЛЕЩУК**

Старший преподаватель

(Львовский лесотехнический институт)

Влиянию угла заострения линейки на мощность, потребную при обработке древесины лущением, впервые уделил внимание А. В. Андресен [1].

Изучая влияние режимных факторов на сопротивляемость древесины обработке лущением, наряду с другими факторами мы исследовали также влияние угла заострения линейки и ее расположения относительно ножа. Опыты были проведены на экспериментальной установке с замером касательного и нормального усилий двухкомпонентной грубчатой динамометрической головкой с проволочными датчиками сопротивления и мостовой измерительной схемой [4].

Условия проведения опытов

Влияние угла заострения основной рабочей фаски прижимной линейки исследовали при значениях углов 44, 51, 58, 65 и 70°. При этом учитывали, что линейки с углом заострения меньше 44° практически не применяются, а угол 70° может придаваться линейкам с обжимной фаской. В связи с этим следует отметить условность деления прижимных линеек на линейки с «закругленной кромкой» и «обжимной фаской». Обжим древесины со стороны линейки создается ее закругленной кромкой, определенным участком передней грани и в незначительной степени участком задней грани. Поэтому параметрами, характеризующими профиль линейки, следует считать радиус закругления ее кромки (если линейка закругляется) и угол заострения ее основной фаски. В рассматриваемых опытах при изменении угла заострения линейки радиус закругления кромки был постоянным, равным 0,3 мм. Указанная величина скругления была принята, исходя из нашего анализа положений теории прижима, разработанной проф. С. А. Воскресенским [2].

В СССР прижимная линейка лущильных станков располагается задней гранью на прямой, проходящей через лезвие ножа (рис. 3). При этом способе установки расположение линейки относительно ножа определяется просветом между нажимной кромкой линейки и ножом и углом между передней гранью ножа и задней гранью линейки.

В рассматриваемых опытах просвет, а следовательно, и степень обжима были постоянными. Таким образом, изменение положения линейки относительно ножа проводили только за счет угла между ними. Указанный угол в лущильных станках отечественного производства составляет $83\div 85^\circ$. В заграничной практике в некоторых случаях ему придают значение 70, 77, 82, 85 и даже 87° [3]. Поэтому влияние этого фактора на силовые параметры лущения мы исследовали при значениях углов 84, 80, 76 и 72° . Постоянные условия опытов указаны в табл. 1. Результаты опытов обрабатывали методами вариационной статистики.

Таблица 1

Наименование факторов	Обозначение	Размерность	Значение факторов
Порода	—	—	Береза
Диаметр образцов	d	см	24
Влажность древесины	W	%	70—97
Температура древесины	t	$^\circ\text{C}$	20
Длина образцов	l	мм	15
Угол резания	δ	град	21
Задний угол	α	град	$1^\circ 30'$
Профиль линейки	—	—	С закругленной кромкой
Угол заострения линейки	$\beta_{\text{л}}$	град	58°
Радиус закругления кромки линейки	ρ	мм	0,3
Угол между ножом и линейкой	σ	град	84
Скорость лущения	V	м/сек	0,64—0,66
Положение лезвия ножа	h	мм	На уровне оси шпинделей
Состояние остроты ножа	—	—	Острый
Движение суппорта	—	—	Прямолинейное-поступательное

Результаты опытов

С увеличением угла заострения линейки в пределах от 44 до 70° касательное усилие практически сохраняется постоянным, а нормальное увеличивается в 3, 4 раза (рис. 1).

Зависимость нормального усилия от угла заострения линейки с наибольшим приближением к опытным данным выражается уравнением параболы

$$p_{\text{лн}} = 0,00112\beta_{\text{л}}^2 - 0,0891\beta_{\text{л}} + 2,2954,$$

где $p_{\text{лн}}$ — удельное нормальное усилие, кг/мм ;
 $\beta_{\text{л}}$ — угол заострения линейки, град.

С увеличением угла между ножом и линейкой в пределах от 72 до 84° касательное усилие практически также остается постоянным, а нормальное возрастает в 1,96 раза (рис. 2).

Связь между нормальным усилием и углом между ножом и линейкой с наибольшим приближением к опытным данным выражается уравнением прямой

$$p_{\text{лн}} = 0,0355\sigma - 2,1168,$$

где $p_{\text{лн}}$ — удельное нормальное усилие, кг/мм ;
 σ — угол между ножом и линейкой, град.

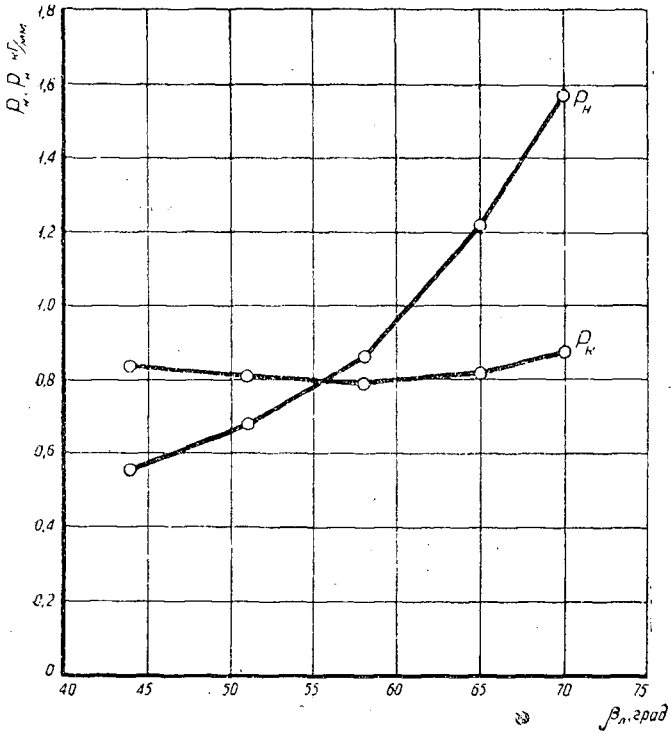


Рис. 1. Зависимость касательного P_k и нормального P_n усилий взаимодействия ножа, линейки и чурака от угла заострения линейки при лущении с обжимом 20%.

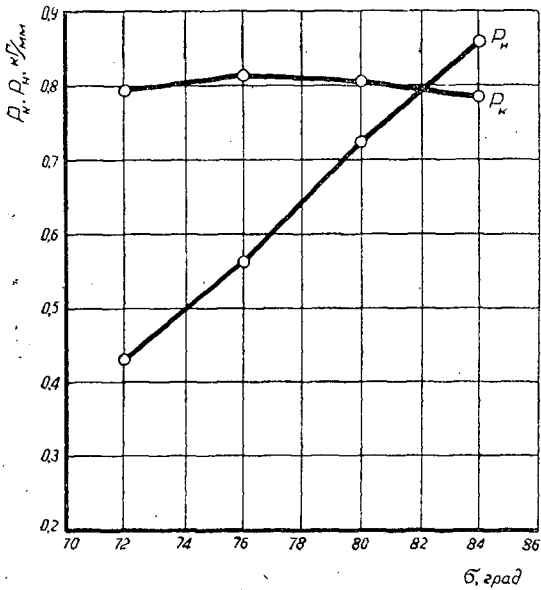


Рис. 2. Зависимость касательного P_k и нормального P_n усилий взаимодействия ножа, линейки и чурака от угла между ножом и линейкой при лущении с обжимом 20%.

Анализ результатов опытов

Угол заострения линейки. При обработке древесины лущением изменение угла заострения линейки может вызвать изменение: а) площадки контакта передней грани линейки с чураком и, следовательно, абсолютного значения сил взаимодействия между этой гранью и чураком; б) условий трения между передней гранью линейки и чураком в результате изменения условий набегания на линейку верхнего слоя чурака; в) направления сил взаимодействия между линейкой и чураком.

На возможное влияние ширины площадки контакта передней грани линейки с чураком указывают, в частности, следующие данные. Ширина площадки контакта приблизительно может быть подсчитана по формуле А. В. Андресена [1]. Для условий лущения $S = 1,5 \text{ мм}$; $\Delta = 20\%$; $h = 0$; $d = 240 \text{ мм}$; $\sigma = 84^\circ$; $\delta = 21^\circ$ с увеличением угла заострения линейки от 45° до 70° ширина площадки контакта увеличивается примерно в 5 раз (от 0,598 до 3,010 мм).

Теоретическое рассмотрение силового взаимодействия между передней гранью линейки и чураком для условий, близких условиям опытов, показывает, что с увеличением угла заострения линейки должно значительно возрасти, главным образом, нормальное усилие. Увеличение касательного усилия должно быть незначительным.

Результаты опытов, в основном, подтверждают указанные данные. Имеющие место расхождения объясняются, на наш взгляд, изменением условий трения между передней гранью линейки и чураком при различных углах ее заострения.

Исходя из оценки профилей прижимных линеек [2] и влияния линеек на силовые параметры при лущении березы, можно рекомендовать применение линеек с углом заострения примерно 58° при радиусе закругления их кромки $0,3 \div 0,5 \text{ мм}$. Применение линеек с углом заострения больше 58° нецелесообразно, в частности, из-за нежелательного резкого увеличения нормальных усилий. При угле заострения линейки меньше 58° силовое воздействие линейки на чурак уменьшается, но при этом возможно ухудшение условий обжима.

Угол между ножом и линейкой. В опытах по исследованию влияния угла между ножом и линейкой в соответствии с принятой методикой угол заострения линейки сохранялся постоянным, равным 58° . Поэтому уменьшение угла между ножом и линейкой от 84° до 72° практически равнозначно уменьшению угла заострения линейки от 58° до 46° , так как в обоих случаях имеет место одинаковое изменение переднего угла линейки (угла между вертикалью и передней гранью линейки).

Сравнивая характер влияния этих двух факторов на силовые параметры лущения, можно видеть, что при изменении угла между ножом и линейкой и угла ее заострения меняются усилия, главным образом, в результате изменения переднего угла линейки. Вместе с тем опыты показывают некоторое различие в степени и характере изменения нормального усилия в результате изменения угла между ножом и линейкой и равнозначного ему угла заострения линейки. Это положение, на наш взгляд, объясняется тем, что при изменении угла между ножом и линейкой, наряду с передним углом линейки меняется также горизонтальный зазор между ними. Уменьшение этого зазора, как показывают опыты, вызывает уменьшение нормального усилия. По нашему мнению, это имеет место в результате погашения передней гранью ножа части нормальных усилий, создаваемых линейкой.

Изменение угла между ножом и линейкой не оказывает существенного влияния на силовые параметры лущения, если сохранить постоянным передний угол линейки. Поэтому силовой критерий не может быть определяющим при выборе угла между ножом и линейкой. При расположении линейки относительно ножа следует стремиться к созданию наилучших условий обжима.

Учитывая отсутствие данных о форме эпюры давлений, создаваемых прижимной линейкой, для расчета ее положения относительно ножа, мы предлагаем следующий приближенный метод: прижимная линейка должна располагаться относительно ножа таким образом, чтобы наибольшее давление со стороны линейки на шпон создавалось вблизи режущей кромки ножа; 2) наибольшее давление, вероятнее всего, создается на направлении прямой минимального просвета между обжимной кромкой линейки и ее передней гранью; 3) при расчете прижимной линейки обязательно должна приниматься во внимание ее кромка, оказывающая в условиях незначительных абсолютных деформаций древесины при лущении наибольшее влияние на процесс образования шпона; 4) предполагается, что кромка линейки закруглена и ее форма и размер определяются радиусом закругления ρ (рис. 3 и 4).

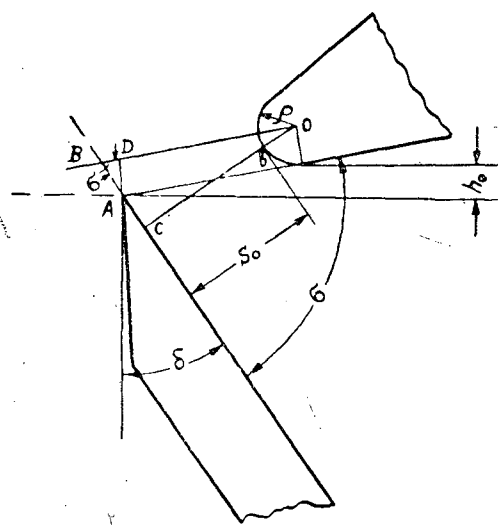


Рис. 3. Расположение прижимной линейки относительно ножа по просвету S_0 и углу σ между ними.

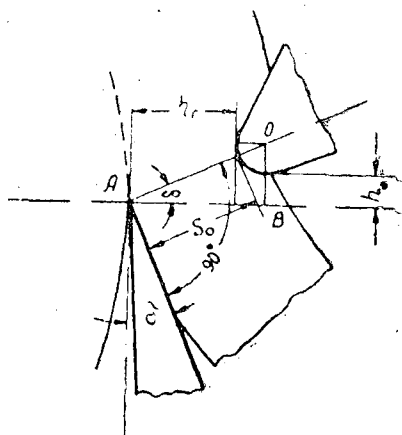


Рис. 4. Расположение прижимной линейки относительно ножа по вертикальному h_0 и горизонтальному h_r зазору между ними.

При расположении линейки относительно ножа по просвету S_0 и углу σ между ними, исходя из приведенных выше соображений и рассмотрения треугольников BOC и ABD на рис. 3, требуемое расположение линейки должно соответствовать условию

$$AC = BC - AB = 0$$

или

$$\frac{S_0 + \rho}{\operatorname{tg} \sigma} - \frac{\rho}{\sin \sigma} = 0.$$

Отсюда после преобразований угол σ (между ножом и прижимной линейкой), при котором обеспечивается необходимое расположение линейки, определяется из выражения

$$\cos \sigma = \frac{1}{1 + \frac{S \left(1 - \frac{\Delta}{100}\right)}{\rho}},$$

где S — толщина шпона, мм;
 Δ — степень обжима, %;
 ρ — радиус закругления кромки линейки, мм.

При расположении линейки относительно ножа по вертикальному h_0 и горизонтальному h_r зазору их требуемые значения определяются из следующей зависимости (рис. 4):

$$h_0 = (S_0 + \rho) \sin \delta - \rho;$$

$$h_r = (S_0 + \rho) \cdot \cos \delta - \rho$$

или после подстановки и преобразования

$$h_0 = S \left(1 - \frac{\Delta}{100}\right) \sin \delta - \rho(1 - \sin \delta);$$

$$h_r = S \left(1 - \frac{\Delta}{100}\right) \cos \delta + \rho(\cos \delta - 1),$$

где h_0 — вертикальный зазор, мм;
 h_r — горизонтальный зазор, мм;
 S — толщина шпона, мм;
 Δ — степень обжима, %;
 δ — угол резания, град;
 ρ — радиус закругления кромки линейки, мм.

Используя приведенные выше формулы для данных конкретных условий лущения, можно подобрать оптимальные параметры расположения линейки относительно ножа. Однако при окончательном их выборе необходимо учитывать целый ряд других факторов: практическое неучастие в обжиме шпона задней грани линейки, удобство ее расположения и регулировки.

Исходя из анализа полученных зависимостей и учитывая указанные выше факторы, при лущении наиболее рациональна горизонтальная установка задней грани линейки с регулировкой ее положения относительно ножа по горизонтальному и вертикальному зазору между ними. В этом случае при угле резания 21° для сохранения необходимого переднего угла линейки ей необходимо придавать угол заострения не 58° , а 74° с радиусом закругления кромки не меньше $0,3-0,5$ мм.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. В. Андрезен. Исследование прижимных линеек лущильных станков. ЦНИИМОД, 1937. [2]. С. А. Воскресенский. Теория и расчеты процессов резания. Докторская диссертация, МЛТИ, 1956. [3]. Е. Г. Кротов. Фанерное производство. Гослестехиздат, 1947. [4]. В. Н. Фелешук. Установка для измерения усилий при резании древесины с обжимом. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1961.

Поступила в редакцию
20 декабря 1963 г.

ИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВЛИЯНИЮ СБЕЖИСТОСТИ СОСНОВОГО ПИЛОВОЧНИКА НА РАСПОЛОЖЕНИЕ, ВЕЛИЧИНУ И КОЛИЧЕСТВО СУЧЬЕВ

Е. ТУРОЛЬСКИ

Доктор технических наук

Е. БУХХОЛЬЦ

Инженер

(Познанская высшая сельскохозяйственная школа)

В области оценки качества древесины в настоящее время существуют два направления. Одно характеризуется тем, что определение физических и механических свойств древесины ведется главным образом лабораторным путем, основанным на исследовании небольших образцов, обычно лишенных каких-либо древесных пороков. Другое направление состоит в качественной оценке и классификации сортиментов древесины по видимым техническим признакам и дефектам ее обработки.

Характеристика пороков и нормы их допусков в соответствии с разными классами или группами качества определяются стандартами. Однако этот метод нельзя признать достаточно объективным, так как даже при самом подробном перечислении всех допустимых и недопустимых пороков качественная классификация основана на субъективном визуальном суждении.

Оценка качества пиловочных бревен производится на основании видимых признаков, к которым принадлежат в первую очередь сучья и наплывы. Сучья на бревнах не всегда видны снаружи; в этом случае их глубину и величину можно определить по наплывам или деформациям коры. Прочие пороки древесины (дефекты формы, прежде всего, сбежистость и кривизна ствола) встречаются значительно реже и меньше влияют на ее качество.

Настоящая работа посвящена подробному исследованию влияния сбежистости на качество древесины.

Этой проблемой уже занимались Пресслер, Метцгер, Жакар и Мюнх [8]. Наиболее распространена теория Метцгера, утверждающая, что сбежистая форма ствола полней, чем иные формы, соответствует предъявляемым ему механическим требованиям. По мнению Гроховского [3], качество древесного сырья связано с формой ствола. Согласно Кольману [4] сбежистость зависит от породы дерева, его возраста, длины ствола, условий произрастания и сомкнутости. Кшисик [7] считает, что нормальная сбежистость не должна превышать 1 см/м. Проблема качества древесины занимается также Дзевановски [2].

Влияние сбежистости на потребительскую стоимость древесины зависит до известной степени от предназначения древесины. В отдельных случаях, например, для телефонных столбов сбежистость является даже достоинством, в общем же она понижает качество как пиловочника, так и пиломатериалов.

Хотя в действующих инструкциях по сортировке круглого леса только мимоходом упоминается о сбежистости, в некоторых районах при сортировке крупного елового и пихтового леса принимали во внимание исключительно только его сбежистость, так как критериями оценки были длина ствола и его диаметр у тонкого конца, признанные самыми важными показателями качества древесины.

Крашенинников [1], рассматривая вопрос влияния сбежистости ствола на качество пиловочника, констатирует, что количество, величина и расположение сучьев прямо пропорциональны сбежистости. По его мнению, при классификации и качественной оценке пиловочника можно ограничиться учетом только одного показателя — сбежистости. Однако в условиях Польши результаты его работ неприменимы, так как исследования были проведены в совершенно иных климатических и почвенных условиях, при иных стандартных требованиях и на материале неизвестного происхождения.

Принимая во внимание вышесказанное, кафедра лесопиления Высшей сельскохозяйственной школы в Познани приступила к исследованиям с целью определения взаимосвязи между степенью сбежистости, с одной стороны, и количеством, величиной и расположением сучьев, с другой.

В первой фазе был исследован сосновый пиловочник, взятый с участка, характеризуемого следующими данными: класс возраста — V, класс бонитета — I и II, полнота — 0,8, качество — 2, высота — 22—27 м, диаметр на уровне груди — 32—36 см. Подготовленные к исследованиям бревна окоряли, затем измеряли длину (с точностью 1 см) и диаметр бревен (с точностью 0,1 см), причем диаметр измеряли на каждом метре ствола (с целью определения формы бревна в четырех направлениях) и вычисляли как среднее арифметическое диаметра. В то же время определяли место первого сучка, расстояние до него от комля ствола и учитывали пороки, влияющие на качество древесины. При этом особое внимание было обращено на центральное расположение сердцевины, размеры и направление кривизны ствола, косослойность и наплывы. С учетом всех этих измерений была определена сбежистость бревен. Чтобы избежать искажения результатов комлевым утолщением, диаметр комлевой части измеряли на расстоянии 1 м от конца.

Было исследовано 45 хлыстов длиной в среднем 18,6 м и диаметром (на половине длины хлыста) 27 см. Все числовые показатели сбежистости отдельных хлыстов были в пределах от 0,56 до 1,04 см/м. По степени сбежистости их разделили на три группы:

Группа сбежистости	Сбежистость, см/м
I	0,50—0,79
II	0,80—0,99
III	1,00—1,20

Хлысты были распилены сначала на трехметровые кряжи, затем вдоль сердцевины (в плоскости наибольшего диаметра кряжа) на необрезные доски толщиной 24 мм. По профилям сердцевинных досок были вычерчены контуры продольного разреза каждого кряжа и на них.

было обозначено расположение и количество сучьев. Все сучья, расположенные на продольном разрезе бревна, были сняты на кальку в натуральную величину, разделены на здоровые, загнивающие и гнилые и измерены планиметрическим методом с целью вычисления отношения общей площади всех сучьев к площади досок в отдельных бревнах и в отдельных группах сбежистости. При этом специальное внимание было обращено на расстояние первого сучка (который выходил на поверхность бревна) от торца толстого конца кряжа; это расстояние отнесли к длине всего хлыста L . Тогда среднее расстояние в I группе сбежистости равнялось $0,87 L$ (предельные расстояния от $0,77$ до $0,96 L$), во II — $0,60 L$ (при разбросе от $0,49$ до $0,69 L$); в III группе оно было самым низким, равняясь $0,56 L$, при наибольшем разбросе (от $0,30$ до $0,83 L$).

Отношение площади сучьев к площади досок в отдельных группах сбежистости бревен представлено в табл. 1.

Таблица 1

Группа сбежистости	Отношение площади сучьев к площади досок (%) для сучьев	
	здоровых	загнивающих и гнилых
I	0,45	0,58
II	0,69	0,63
III	0,85	0,84

В табл. 2 даны площади здоровых, загнивающих и гнилых сучьев.

Таблица 2

Группа сбежистости	Площадь сучьев (%)	
	здоровых	загнивающих и гнилых
I	43,7	56,3
II	52,3	47,7
III	53,4	46,6

Из расположения сучьев на продольном разрезе бревен видно, что процентное отношение площади здоровых сучьев к площади досок растет по направлению от комля к вершине во всех группах сбежистости, причем самое высокое в III группе, а самое низкое в I. Чем ближе к вершине, тем более заметно увеличение числа здоровых сучьев. Самая большая площадь загнивающих и гнилых сучьев — в комлевых зонах бревен.

Во второй фазе были исследованы сосновые бревна, полученные из деревьев (как господствующих, так и подчиненных), срубленных в участке со следующей характеристикой: класс возраста — IV, класс бонитета — I, полнота — 0,7, качество — 1, средняя высота — 23 м, средний диаметр на высоте груди — 27 см и прирост — $4,2 \text{ м}^3/\text{га}$.

К господствующим деревьям были причислены те, из крон которых состоял полог древостоя (верхний ярус), к подчиненным — деревья нижнего яруса. Замер диаметра бревен, их длины и определение сбежистости проводили тем же путем, что и в предыдущей фазе исследований.

Отобранные для исследования хлысты из господствующих деревьев имели длину в среднем 19,9 м и диаметр на половине длины в сред-

нем 26,6 см; хлысты, взятые из деревьев нижнего яруса, были длиной 13,1 м, диаметром 19,1 см. Все они были расклассифицированы по группам сбежистости, как было описано выше, с тем видоизменением, что хлысты, полученные из деревьев подчиненных, были разделены только на две группы в связи с небольшим разбросом. Учитывая расстояние первого выходящего на поверхность сучка от торца комлевого конца и относя это расстояние к длине целого хлыста, мы получили следующие данные:

Группа сбежистости	Сбежистость (см/м) хлыстов, полученных из деревьев	
	господствующих	подчиненных
I	0,35	0,27
II	0,16	0,11
III	0,13	—

Разница между результатами обоих исследований объясняется, вероятно, меньшей сбежистостью подчиненных деревьев и разными условиями роста ствола в зависимости от зоны роста дерева.

Отношение площади сучьев к площади досок в отдельных группах сбежистости представлено в табл. 3.

Таблица 3

Группа сбежистости	Отношение площади сучьев к площади досок (%), полученных из деревьев			
	господствующих		подчиненных	
	для сучьев			
	здоровых	загнивающих и гнилых	здоровых	загнивающих и гнилых
I	0,29	0,61	0,46	0,98
II	0,48	0,52	0,69	0,91
III	0,65	0,68	—	—

Из данных таблицы следует, что это отношение возрастает по мере роста показателей сбежистости. Этот рост тем более интенсивен, чем больше разница в сбежистости.

Отношение сучьев здоровых к сучьям загнивающим и гнилым характеризуется тенденцией к росту по мере увеличения показателей сбежистости. Это видно из табл. 4.

Таблица 4

Группа сбежистости	Количество здоровых сучьев (%) в бревнах, изготовленных из деревьев	
	господствующих	подчиненных
I	32,2	32,2
II	48,0	43,2
III	48,8	—

Из таблицы видно, что сучья тем здоровее, чем дальше они расположены от комля. В обоих случаях максимальное количество загнивающих и гнилых сучьев обнаружено в комлевых зонах бревен. Расстояние первого выходящего на поверхность сучка тем меньше, чем выше показатель сбежистости. Можно считать доказанным, что по мере роста сбежистости увеличивается и количество сучьев. Это подтверждается тем фактом, что в группе бревен, обладавших наименьшей сбежистостью, найдено меньше всего сучьев.

В связи с тем, что условия произрастания леса в разных областях польской территории различны, а также с тем, что не все многочисленные факторы, влияющие на сбежистость и сучковатость, были учтены в настоящей работе, исследования в этом направлении продолжают.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. П. Крашенинников. Способы повышения выхода высококачественных пиломатериалов. Журн. «Лесная промышленность» № 2, 1956. [2]. R. Dziewowski. Analiza porównawcza jakości tartaczno-drewna sosnowego krainy mazursko-podlaskiej na tle zagadnienia kolei rnoscl. Sylwan, nr. 4, 1961. [3]. I. Grochowski. Pełnosc a zbieżystosc strzaly drzewa. Folia Forestalia Polonica, z. 1, seria A, 1959. [4]. F. Kollmann. Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Berlin-Göttingen-Heidelberg, I. Band, 1951. [5]. E. Köning. Sortierung und Pflege des Holzes. Stuttgart, 1956. [6]. O. Korczewski, F. Krzysik, I. Szmit. Tartaczniactwo. PWRiL, Warszawa—Lodz, 1957. [7]. F. Krzysik. Nauka o drewnie. PWRiL, Warszawa, 1957. [8]. J. Turolski, J. Buchholz. Wplyw zbieżystosci na jakosc sosnowego drewna tartaczno-drewna. Sylwan nr. 1, 1964.

Поступила в редакцию
12 марта 1964 г.

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ДЕЙСТВИЯ НЕКОТОРЫХ АЗОТНОКИСЛЫХ СОЛЕЙ НА ДОМОВЫЕ ГРИБЫ

В. Н. ПЕТРИ

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

А. Г. ФОКИНА

Кандидат биологических наук

(Свердловский НИИ по строительству)

Согласно теории В. Н. Петри [1], [2], подтвержденной значительным экспериментальным материалом, во многих случаях можно (путем сочетания в молекулах химических соединений ядовитых группировок с усвояемыми) получать антисептики, обладающие высокой активностью против домовых грибов. Эта теория нашла подтверждение в опытах с различными солями, в том числе и с азотнокислыми.

По данным К. П. Швалбе и А. И. Калниньша [6] высокими антисептическими свойствами обладает азотнокислое серебро, которое к тому же хорошо удерживается древесиной вследствие выделения металлического серебра. К. Т. Швалбе и Н. Я. Рейников [7] доказали, что азотнокислый кадмий — весьма сильный антисептик против пленчатого домового гриба.

Мы изучали азотнокислые соли свинца, цинка, меди и бария. Результаты этих исследований приведены ниже. Для определения противогрибковой эффективности названных нитратов заболонные сосновые и березовые образцы размером $15 \times 15 \times 20$ мм пропитывали (под вакуумом) растворами этих нитратов разной концентрации. Пропитанные образцы закрепляли нержавеющей булавками на деревянных подкладках и помещали (подкладками вниз) на культуры пленчатого домового гриба (*Coniophora cerebella* Sch.) в колбах Эрленмейера. Гриб выращивали на сосновых опилках, сдобренных овсяной мукой, при 300%-ной исходной влажности. Результаты определений противогрибковой активности нитратов свинца, цинка и меди оказались практически тождественными: все пропитанные растворами этих солей (независимо от концентрации растворов) образцы пышно обрастали грибницей пленчатого домового гриба, причем у пропитанной древесины либо вообще не происходило снижение веса, либо оно было ничтожно мало.

Для подтверждения этого приведены табл. 1 и 2. В табл. 1 даны результаты опытов с азотнокислым свинцом, а в табл. 2 — с азотнокислым цинком.

Иные результаты были получены при определении противогрибковой активности азотнокислого бария, введенного в древесину сосны и березы. Прежде всего бросалось в глаза то, что опытные образцы, пропи-

Таблица 1

Порода древесины	Концентрация пропиточного раствора, %	Содержание соли в образцах по отношению к весу абс. сухой древесины, %	Потери веса (%) при длительности опыта (дней)		
			45	60	75
Сосна	0,5	1,068	—	1,69	6,70
	0,75	1,863	1,21	3,03	2,0
	1,0	2,146	0,52	0,60	1,07
Береза	Контроль		34,0	35,0	47,0
	0,5	0,544	2,69	8,0	9,9
	0,75	0,775	4,95	4,37	6,0
	1,0	1,003	1,4	3,02	3,34
	Контроль		23,0	34,5	36,0

Таблица 2

Порода древесины	Концентрация пропиточного раствора, %	Содержание соли в образцах по отношению к весу абс. сухой древесины, %	Потери веса (%) при длительности опыта (дн.)	
			45	60
Сосна	0,5	1,080	—	0,63
	1,0	2,120	—	2,00
	Контроль		48,0	55,0
Береза	0,5	1,212	0,65	1,13
	1,0	1,860	0,5	2,5
	Контроль		38,0	40,0

таные растворами этой соли, обрастали мицелием гриба не столь пышно, как в опытах с другими нитратами и что эта соль почти не защищает древесину от разрушения пленчатым домовым грибом (табл. 3), тогда как остальные изученные нами азотнокислые соли хорошо защищают ее от гниения. Следовательно, азотнокислый барий ведет себя весьма сходно со многими другими слабыми антисептиками и вряд ли имеет смысл дальнейшее изучение его противогрибковых свойств.

Таблица 3

Порода древесины	Концентрация пропиточного раствора, %	Содержание соли по отношению к весу абс. сухой древесины, %	Потери веса древесины, %
Сосна	0,5	0,837	24,73
	0,7	1,158	19,13
	1,0	1,641	16,31
Береза	Контроль		24,82
	0,5	0,814	25,3
	0,7	1,137	24,35
	1,0	1,439	17,73
	Контроль		25,49

Далее исследования были проведены с нитратами свинца, меди и цинка с целью выяснения причин своеобразного поведения древесины, содержащей эти соли, при ее контакте с мицелием пленчатого домового гриба (хорошее обрастание мицелием и отсутствие разрушения пропитанной древесины). Можно было предположить, что отмеченное своеобразие обусловлено взаимодействием солей с веществами клеточных стенок древесины, в результате чего образуются не растворимые в воде и не усвояемые грибами соединения. Эти соединения не могут быть использованы грибом в качестве источников, питания, но расти на их

поверхности гриб может так же, как он растет на поверхности стекла и других неорганических материалов.

Для проверки этого предположения был поставлен такой опыт: сосновые и березовые образцы ($15 \times 15 \times 20$ мм) пропитывали под вакуумом растворами азотнокислого свинца, меди и цинка. После этого их длительное время (20 дней) вымачивали в воде с многократной сменой последней. Затем определяли грибоустойчивость древесины путем выяснения потерь веса образцов после 30-дневного их контакта с мицелием пленчатого домашнего гриба. В табл. 4 приведены результаты этих опытов с азотнокислым свинцом, а в табл. 5 — с азотнокислой медью. Результаты опытов с азотнокислым цинком и с нитратом меди идентичны, вследствие чего последние здесь не приведены.

Таблица 4

Порода древесины	Содержание соли по отношению к весу абс. сухой древесины, %	Длительность вымачивания образцов в воде, сутки	Потеря веса древесины, %
Сосна	2,186	20	0,7
	0,901	40	2,65
Береза	Контроль	—	31,2
	1,234	20	0,78
	1,388	40	1,46
	Контроль	—	32,07

Таблица 5

Порода древесины	Содержание соли по отношению к весу абс. сухой древесины, %	Потеря веса, %
Сосна	0,980	28,03
	2,026	25,10
	Контроль	35,28
Береза	0,722	30,27
	1,143	28,18
	Контроль	32,14

Из экспериментальных данных, приведенных в табл. 4 и 5, отчетливо видно, что древесина, пропитанная растворами нитрата свинца, остается хорошо защищенной от разрушения грибом, тогда как древесина, в которую вводится нитрат меди (а также нитрат цинка), после вымачивания в воде становится столь же малостойкой против загнивания, как и в исходном непропитанном образце. Следовательно, в поведении трех испытанных нитратов (если оценивать их с позиций антисептической активности против домашних грибов на древесине) имеется как разительное сходство, так и существенное различие. Сходство состоит в том, что все три нитрата, будучи введенными в толщу древесины, не препятствуют обрастанию испытуемых образцов мицелием гриба, но практически полностью исключают разрушение древесины этим грибом. Различие же — в том, что азотнокислый свинец не вымывается из древесины водой, а нитраты меди и цинка вымываются из нее.

Мы считаем, что приведенные экспериментальные данные убедительно свидетельствуют о неприемлемости высказанного выше предположения, согласно которому своеобразное поведение древесины, пропитанной растворами нитратов свинца, меди и цинка, якобы может быть объяснено образованием не растворимых в воде и ядовитых для

гриба соединений нитратов с веществами клеточных стенок древесины. Анализ собственных экспериментальных данных и материалов, почерпнутых из литературных источников, привел нас к убеждению, что своеобразное поведение азотнокислых солей можно объяснить их действием на ферментативную деятельность гриба.

Общеизвестно, что при гниении изменения в древесине происходят вследствие действия ферментов, выделяемых грибами. Нитрат свинца к тому же еще сорбируется волокнами древесины. Еще в 1938 г. В. Я. Частухин [5] отмечал, что действие яда на грибы может вызвать изменение: скорости нормально идущего процесса расщепления и поглощения питательных веществ; самого направления процесса расщепления и потребления тех или иных веществ; ферментативной деятельности гриба; дыхательного процесса. При некоторых условиях инактивация ферментов ядами (или части их) может не причинять грибу непоправимого ущерба. Как отметили Уиксон и Хэтауэйн (цитируется по М. Хунт, А. Гэрратт [4]), антисептик может быть также эффективным против грибов, не попадая в их тело, но просто «денатурируя» или делая неэффективными энзимы, выделяемые грибами для растворения древесины.

На основании результатов наших опытов можно утверждать, что азотнокислые соли свинца, цинка и меди, введенные в древесину, препятствуют деятельности целлюлозы грибов, гидролизующей при нормальных условиях целлюлозную основу клеточных стенок древесины. При этом гриб не гибнет, так как он получает необходимые питательные вещества из среды, на которой был выращен (в наших опытах — из опилок, сдобренных овсяной мукой). В условиях, где отсутствует дополнительный источник питания, мицелий гриба погибает.

Этот вывод убедительно подтверждается в результате следующего опыта. Пропитанные азотнокислым свинцом образцы после 30-дневного контакта с мицелием гриба (с разросшимся мицелием на поверхности) были перенесены на 30 дней в эксикатор без питательной среды. На дно эксикатора (для поддержания влажности) наливали воду. В аналогичных условиях находились и контрольные образцы. Опыт показал, что гриб интенсивно растет на контрольных образцах, которые являются для них источником питания, и, наоборот, он не развивается за счет древесины, в толщу которой введен азотнокислый свинец (при отсутствии другого источника питания).

Были проделаны также опыты для гриба *Coniophora cerebella* Sch. со смесями азотнокислых солей свинца, цинка и меди с кремнефтористым натрием. Результаты представлены в табл. 6.

Таблица 6

Антисептическая смесь (4:1)	Предельные дозы (%) для	
	сосны	березы
Кремнефтористый натрий с азотнокислым свинцом	0,37	0,45
„ „ с азотнокислым цинком	0,65	0,50
„ „ с азотнокислой медью	0,50	0,50

Данные таблицы свидетельствуют о том, что в антисептических смесях кремнефтористого натрия с азотнокислыми солями свинца, меди и цинка при соотношениях 4 : 1 (можно полагать, что и при других соотношениях) получаются ядовитые для дереворазрушающих грибов.

препараты. Эти смеси хорошо защищают древесину как от разрушения, так и от обрастания мицелием гриба. Исследованные смеси ведут себя подобно смесям кремнефтористого натрия с другими солями тех же металлов, тоже изучавшихся нами [3]. Эти опыты подтверждают высказанный нами раньше [3] вывод о том, что в водных растворах кремнефтористый натрий вступает во взаимодействие с азотнокислыми солями свинца, цинка и меди. В толщу древесины проникают не азотнокислые соли этих металлов, а продукты их взаимодействия с кремнефтористым натрием. Не удивительно, что при этих условиях в смесях не появляются специфические особенности действия на грибы азотнокислых солей свинца, цинка и меди (хорошая защита при пыльном обрастании грибницей). Эти смеси легко вымываются водой из древесины, и последняя теряет грибоустойчивость.

Изложенные выше данные позволяют утверждать, что активность целлюлозы пленчатого домового гриба подавляют не ионы свинца, меди и цинка, а недиссоциированные молекулы соответствующих нитратов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Н. Петри. О некоторых новых принципах изысканий антисептиков повышенной токсичности. Труды Института леса АН СССР, т. VI, 1950. [2]. В. Н. Петри. Новые пути повышения активности антисептиков. Свердловское книжное изд-во, 1953. [3]. В. Н. Петри, А. Г. Фокина. Новые комбинированные антисептики на основе кремнефтористого натрия. Научное сообщение НИИС АС и А СССР, Свердловск, 1960. [4]. М. Хунт, А. Гэррат. Консервирование древесины. М.—Л., Гослесбумиздат, 1961. [5]. В. Я. Частихин. Экспериментальная ботаника, 3, изд. АН СССР, М.—Л., 1938. [6]. К. П. Швалбе, А. И. Калининш. Новые антисептики для консервирования дерева в условиях Латвийской ССР. Труды по вопросам лесохозяйственных проблем, Известия АН Латвийской ССР, 1947—1950. [7]. К. П. Швалбе, Н. Л. Рейников. Фунгисидные свойства некоторых соединений кадмия. Вопросы лесохимии и химии древесины, Труды института лесохозяйственных проблем, вып. VI, 1953.

Поступила в редакцию
23 января 1964 г.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РЕЗЦА С ДРЕВЕСИНОЙ ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ

Г. А. КОМАРОВ

Ассистент

(Московский лесотехнический институт)

Процесс поперечного фрезерования древесины широко применяется в деревообработке, однако до сих пор он остается мало изученным. В связи с этим мы провели специальное исследование взаимодействия резца с древесиной при поперечном фрезеровании. В экспериментах была применена установка, позволяющая с помощью тензоаппаратуры фиксировать изменение касательной и радиальной сил в процессе среза каждой отдельной стружки и записывать изменение этих сил в границах, значительно шире диапазона параметров фрезерования, применяемых в промышленности. Например, скорость резания изменяли от 3 до 50 м/сек, подачу на резец — от 0,1 до 2,5 мм и т. д. Этот метод исследования позволяет изучить характер влияния тех или иных режимных факторов на любом участке срезаемой стружки.

Как показало исследование, диаграмма изменения касательной силы за период среза одной стружки представляет собой трапецию с неравными сторонами, причем две стороны могут сливаться в одну линию и тогда четырехугольник трансформируется в треугольник. Диаграмма изменения радиальной силы представляет фигуру, напоминающую неправильную синусоиду. Формы диаграмм касательных и радиальных сил зависят от режимных факторов, а также от породы древесины и расположения годичных слоев в ней. Наибольшее влияние оказывают острота резца и скорость резания.

На рис. 1 показано влияние угла резания δ на зависимость касательной и радиальной сил от толщины стружки (задний угол $\alpha = 10^\circ$; угол в плане $\varphi = 0^\circ$; толщина снимаемого слоя $H = 15$ мм; скорость резания $v = 20$ м/сек; подача на зуб $U_z = 1,6$ мм; острота резцов $r = 5$ мк; для сосны $\gamma_{15} = 0,45$; $W = 10-12\%$). С ростом δ происходит увеличение касательной силы, однако это увеличение зависит от толщины стружки и породы древесины. При обработке сосны пропорциональная зависимость P от h дольше всего сохраняется при $\delta = 40^\circ$. При углах резания, равных 60° и больше, диаграмма имеет точку перегиба, которая перемещается в сторону меньших h при возрастании δ . Аналогичное явление наблюдается и при обработке березы, но в этом случае нарушение пропорциональной зависимости P от h происходит при больших толщинах стружки. Вместе с углом резания изменяется и стружкообразование. Равнодействующая давления передней грани при малых углах резания находится ближе к перпендикулярному направ-

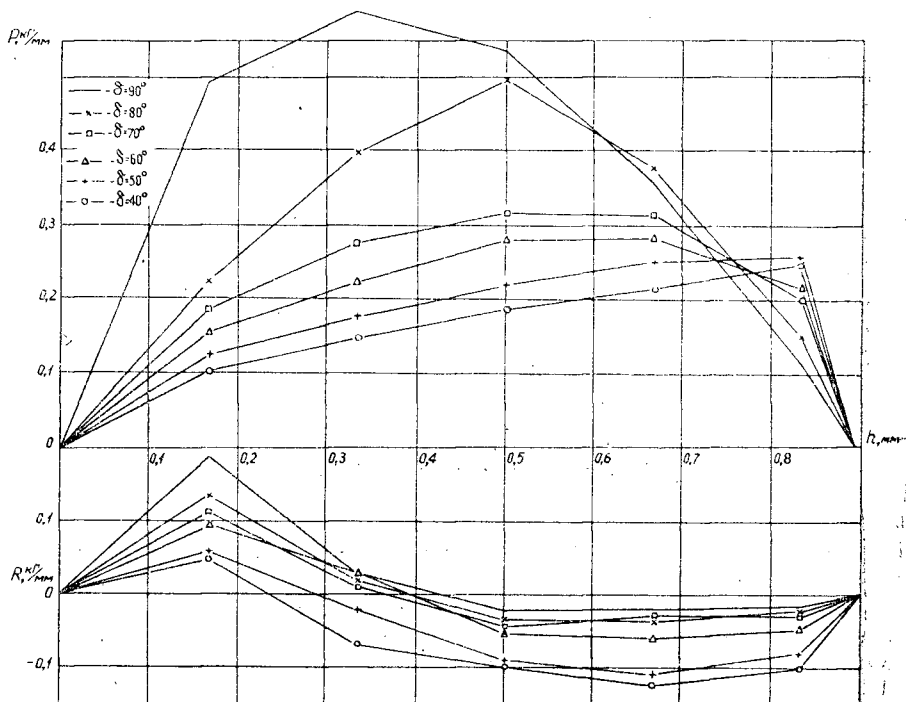


Рис. 1

лению относительно направления движения резца и, кроме того, как мы видим из самих диаграмм, ее величина относительно невелика. Поэтому при разложении равнодействующей на силу по направлению подачи и перпендикулярную ей при малых δ сила, сжимающая и деформирующая древесину впереди резца, уменьшается, становится меньше и растягивающее действие резца. Вследствие этого при малых углах резания понижается доля участия передней грани в образовании стружки и, наоборот, относительно увеличивается доля участия лезвия. Это приводит к образованию стружки за счет направленного разрушения древесины лезвием. При снижении общей деформации древесины уменьшаются вырывы и сколы, влияние структурных плоскостей наименьшего сопротивления разрушению, увеличивается длина элементов стружки, а, следовательно, и больше сохраняется пропорциональная зависимость P от h , и увеличивается сила затягивания. Наоборот, при возрастании угла резания увеличивается деформирование древесины, концевые сколы в конце стружки и на выходе резца из обрабатываемой заготовки. Это ведет к нарушению пропорциональной зависимости P от h , а затем даже к уменьшению P .

Береза при разрушении имеет менее выраженные структурные плоскости неравной прочности, поэтому при ее фрезеровании влияние угла резания на изменение формы диаграмм сказывается меньше.

Влияние скорости резания на зависимость касательной и радиальной сил от толщины стружки представлено на рис. 2 ($\delta = 60^\circ$; $\alpha = 10^\circ$; $\varphi = 0^\circ$; $H = 15$ мм; $\rho = 5$ мк; $U_z = 1,6$ мм; для сосны $\gamma_{15} = 0,45$; $W = 10-12\%$). При возрастании скорости резания толщина стружки увеличивается. Аналогичное явление наблюдается и при обработке березы, хотя в менее выраженной форме.

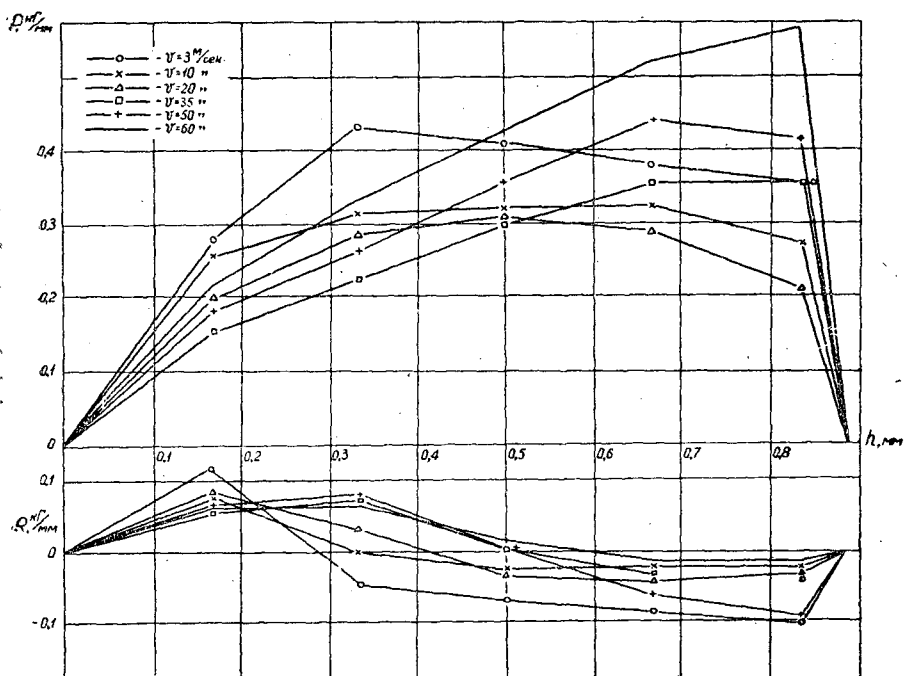


Рис. 2.

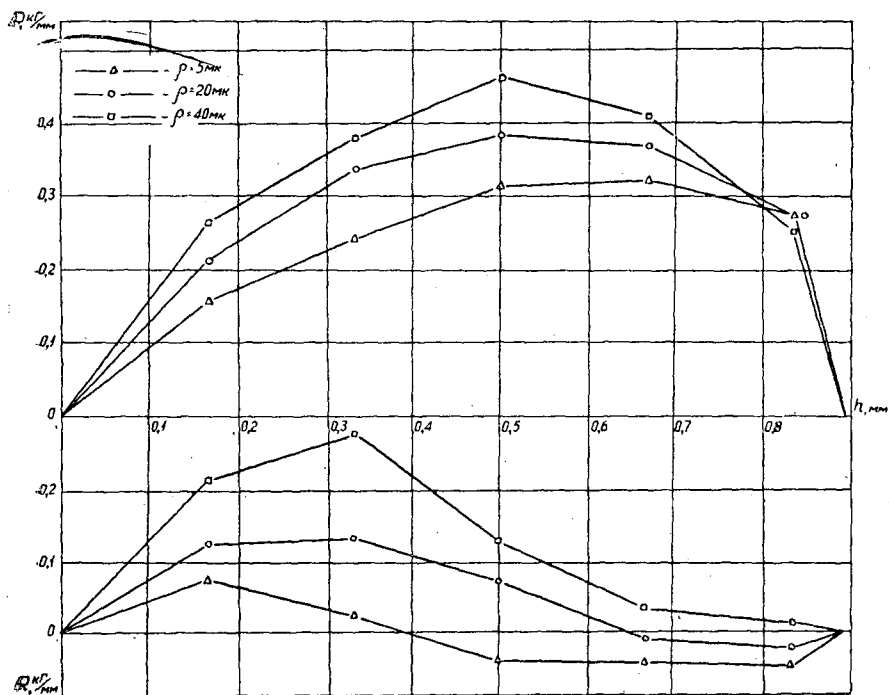


Рис. 3.

Изменение диаграмм при увеличении скорости резания показывает, что на силы P и R влияют не только увеличение подпора древесины (за счет инерционного прироста), изменение механических свойств древесины в зоне воздействия резца и некоторые другие факторы, но также изменение стружкообразования.

При малой скорости резания ($v = 3-10$ м/сек) элементы стружки появляются очень малой толщины, при большой скорости ($v = 50$ м/сек) их толщина значительно больше. Главным здесь является дополнительный инерционный подпор, который проявляется, прежде всего, при перерезании наименее прочных слоев древесины. Это уменьшает влияние структурных плоскостей наименьшего сопротивления разрушению и концевых сколов на процесс фрезерования.

На рис. 3 показано влияние остроты резца ρ на зависимость касательной и радиальной сил от толщины стружки ($\delta = 40-45^\circ$; $\alpha = 10^\circ$; $\varphi = 0$; $v = 20$ м/сек; $A = 0^\circ$; $U_z = 1,6$ мм; сосна $\gamma_{15} = 0,45$; $W = 10-12\%$). Точка перегиба диаграммы касательной силы при уменьшении остроты резца перемещается в сторону меньших толщин стружки. Диаграмма силы R изменяется больше. Значительно возрастает сила отжима, особенно в начале образования стружки. С уменьшением остроты резца становится меньше возможность перерезания волокон лезвием, увеличивается давление лезвия на элементы структуры древесины, в результате чего увеличивается количество и величина вырывов и концевых сколов. Этим и объясняется незначительный рост касательной силы, особенно при обработке сосны, и уменьшение радиальной силы при больших толщинах стружки.

На рис. 4 показано значительное влияние угла φ на диаграммы сил P и R ($\delta = 60^\circ$; $\alpha = 10^\circ$; $\varphi = 0^\circ$; $H = 15$ мм; $\rho = 5$ мк; для сосны $\gamma_{15} = 0,45$; $W = 10-12\%$). Увеличение угла φ приводит к переходу от поперечного резания к поперечно-продольному с образованием более цельной и плотной стружки, свивающейся в трубочки. Количество вырывов и сколов уменьшается. Разъединение волокон и групп волокон плоскостям наименьшего сопротивления уменьшается, волокна разрезаются лезвием вдоль. Следовательно, в образовании стружки увеличивается роль лезвия, и сила резания возрастает. Увеличение прочности стружки приводит к возрастанию силы затягивания.

Изменение расположения годичных слоев относительно плоскости обработки особенно сильно меняет характер диаграмм радиальной силы.

На рис. 5 дано влияние угла перехода от тангентального фрезерования к радиальному («ТР») на диаграммы сил P и R ($\delta = 60^\circ$; $\alpha = 10^\circ$; $\varphi = 0^\circ$; $H = 15$ мм; $U_z = 1,6$ мм; $v = 20$ м/сек; $\rho = 5$ мк; для сосны $\gamma_{15} = 0,45$, $W = 10-12\%$). Так, при увеличении угла «ТР» от 0 до 60° сила отжима распространяется на все большую толщину стружки, при дальнейшем росте ТР $^\circ$ она вновь уменьшается. Это явление объясняется тем, что годичный слой, состоящий из твердой и хрупкой поздней зоны и мягкой, но упругой ранней, представляет собой как бы плоскую пружину на упругом основании; при этом строение поздней зоны таково, что она наиболее легко разрушается в радиальном, перпендикулярном к ее поверхности, направлении по сердцевинным лучам или иным слабым элементам структуры. В обычных условиях фрезерования радиус затупления лезвия (10—15 мк) соизмерим с элементами микроструктуры древесины поздней зоны, поэтому разрушение годичного слоя происходит легче всего при радиальном движении резца. При движении резца под углом к годичному слою поздняя зона, подминаясь, оказывает пружинящее давление на переднюю или заднюю грань резца в за-

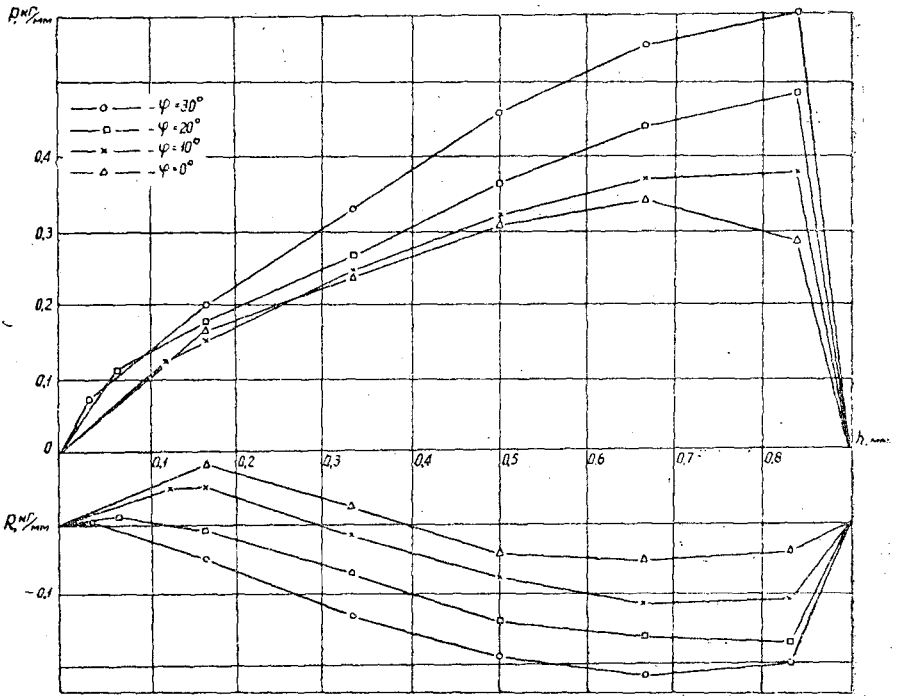


Рис. 4.

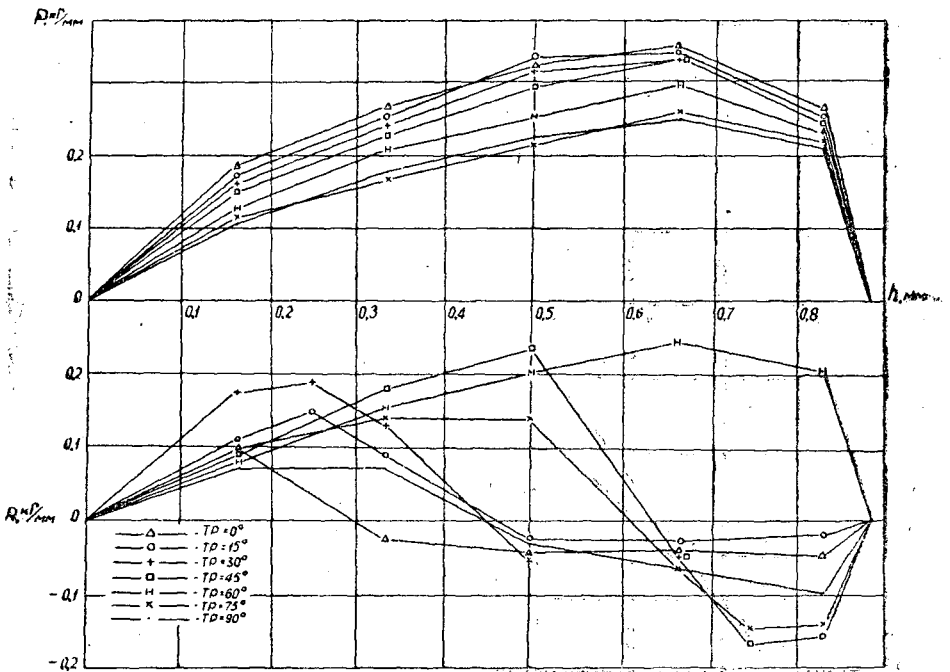


Рис. 5

висимости от угла встречи «ТР». Слой оказывает наибольшее давление на резец при перерезании с внешней стороны при угле «ТР», равном 45° .

В результате обработки диаграмм сил P и R были построены зависимости средних значений (на длине стружки) этих сил от изучаемых факторов.

Диаграммы изменения касательных и радиальных сил и графики зависимости P_{cp} и R_{cp} от исследуемых факторов показали:

1) расположение годичных слоев оказывает значительное влияние на силу P_{cp} и особенно R_{cp} . При изменении угла встречи резца с годичным слоем и в тангентально-радиальном направлении от 0 до 360° силы P_{cp} и R_{cp} меняют свою величину в синусоидальной зависимости от этого угла с периодом 180° . Изменение расположения годичных слоев от поперечного к торцовому увеличивает силу P_{cp} и не влияет на силу R_{cp} ;

2) при уменьшении угла резания касательная сила уменьшается, радиальная сила R_{cp} увеличивает составляющую, направленную на затягивание резца;

3) увеличение угла φ приводит к возрастанию касательной силы и к резкому увеличению силы затягивания;

4) изменение заднего угла (от $\alpha = 5^\circ$ и выше) практически не оказывает влияние на силы P_{cp} и R_{cp} ;

5) скорость резания при изменении ее от 3 до 20—35 м/сек приводит к уменьшению силы P_{cp} , дальнейший рост скорости увеличивает касательную силу. На силу R_{cp} скорость резания в исследованном диапазоне практического влияния не оказывает;

6) затупление резцов приводит к увеличению сил P_{cp} и R_{cp} .

Исходя из результатов исследования, для обеспечения наименьшего расхода энергии мы рекомендуем принимать следующий режим фрезерования: $\delta = 40-45^\circ$; $\varphi = 5-10^\circ$; $\alpha = 5-7^\circ$; $v = 30-40$ м/сек; $h = 0,3-0,5$ мм; $W = 10-12\%$; $\rho = 4-10$ мк; H_{max} .

Поступила в редакцию
3 февраля 1964 г.

К РАСЧЕТУ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ЛЕСОПИЛЬНОГО ПОТОКА

Н. С. КРУТИКОВ

Ассистент

(Архангельский лесотехнический институт)

Рекомендуемые литературой [1], [2], [3], [4], [5], [6] формулы для расчета скоростей транспортных механизмов лесопильного потока не позволяют произвести выбор скорости с необходимой точностью. Расчетные формулы содержат коэффициенты запаса скорости в широких диапазонах. Так, для определения скорости роликов за лесопильной рамой первого ряда этот коэффициент принят равным 5—7, за лесопильной рамой второго ряда — 3—5. В литературе отсутствует методика расчета таких транспортных устройств как брусоперекладчики и рольганги для подачи бруса в лесопильную раму второго ряда.

В основе принятой нами методики расчета транспортных средств лесопильного потока лежит принцип синхронизации работы отдельных участков потока при максимальном использовании ведущих станков лесопильных рам. В соответствии с этим пропускная способность в лесопильном потоке должна быть:

а) до лесопильной рамы на предыдущих участках больше, чем на последующих

$$П_1 \geq П_2 \geq П_3 \geq \dots \geq П_{лр}$$

б) за лесопильной рамой на последующих участках больше, чем на предыдущих

$$П_{лр} \leq П'_1 \leq П'_2 \leq П'_3 \leq \dots \leq П'_n$$

Уравнение пропускной способности всего лесопильного потока в общем виде выразится следующим образом

$$П_1 \geq П_2 \geq П_3 \geq \dots \geq П_n \geq П_{лр} \leq П'_1 \leq П'_2 \leq П'_3 \leq \dots \leq П'_n$$

Следовательно, рабочий цикл транспортного звена потока должен быть меньше рабочего цикла лесопильной рамы, а скорость транспортера V должна быть больше, чем скорость распиловки или скорость поступления материала на транспортер U , на величину коэффициента увеличения скорости K_y , учитывающего технологические, конструктивные и эксплуатационные факторы

$$V = K_y \cdot U$$

При расчете K_y необходимо учитывать возможные минимальные значения рабочих циклов станков. Надо учитывать и то, несет ли транспортер отдельно каждую доску или же пачку. Кроме того, для бесперебойной работы на отдельных участках потока необходимо, чтобы транспортные устройства имели скорости, позволяющие в процессе транспортирования осуществлять разделение материалов, исключать набегание материала друг на друга, а также удары в станке перегружаемого материала о распиливаемый.

В соответствии с вышеизложенными положениями мы рассмотрели все участки главного лесопильного потока, включающие в себя транспортное оборудование, составили уравнения работы этих участков, вывели формулы для определения скорости транспортных механизмов и определили зависимости коэффициентов увеличения скорости от технологического задания и конструктивно-эксплуатационных данных.

Результаты исследования представлены в табл. 1.

Таблица 1

Вид транспортного устройства	Формула для определения скорости транспортера, м/сек	Коэффициент увеличения скорости
Бревнотаска	$V_6 = K_y U_1$	$K_y \geq \frac{l}{l - t_{ц} U}$
Впередирамная тележка	$V_{ок} = K_y U_1$	$K_y \geq \frac{S_{отк} + 2t_{всп1} U_1}{l_k - t_{всп1} \cdot U_1}$
Рольганг за лесопильной рамой первого ряда	1 $V'_{p1} = K'_y U_1$	1 $K'_y \geq \frac{l + l_{п}}{l_{п}}$
	2 $V''_{p1} = K''_y U_1$	2 $K''_y \geq \frac{(L_1 - l) \cdot V_{6п}}{(L_1 - l) V_{6п} - S_1 U_1}$
Брусоперекладчик	1 $V'_{6п} = K'_y \cdot U_1$	3 $K_y \geq \frac{S_1 \cdot V_{p1}}{(L_1 - l) (V_{p1} - U_1)}$
	3 $V''_{6п} = K''_y \cdot U_2$	3 $K_y \geq \frac{S_0}{\left(\frac{S_p}{U_2} - \frac{S_{ш}}{V_6} - t_{всп2}\right) U_2}$
	4 $V'''_{6п} = K'''_y \cdot U_2$	4 $K'''_y \leq \frac{S_{ш}}{S_k - t_{всп2} \cdot U_2}$
Рольганг перед лесопильной рамой второго ряда	$V_6 = K_y \cdot U_2$	$K_y \geq \frac{S_{ш}}{S_p - t_{всп2} U_2}$
Рольганг за лесопильной рамой второго ряда	$V_{p2} = K_y U_2$	$K_y \geq 1 + \frac{\pi d S}{K_{п} t (L_2 - l_1)}$
Винтовой рольганг: а) первая секция	$V'_{вп1} = K_y \cdot V_{6п}$	$K_y \geq \frac{\pi d}{K_{п} \cdot t}$

Продолжение табл. 1

Вид транспортного устройства	Формула для определения скорости транспорта, м/сек	Коэффициент увеличения скорости
б) вторая секция рольганга за лесорамой первого ряда;	$V_{вр1}'' = K_y \cdot U_1$	$K_y \geq 1 + \frac{\pi d S}{K_{нt} l}$
в) навесной рольганг за лесорамой второго ряда	$V_{вр2} = K_y U_2$	$K_y \geq 1 + \frac{\pi d S}{K_{нt} l}$
г) навесной рольганг за обрезным станком, торцовым столом	$V_{вр0} = K_y A l$	$K_y \geq 1 + \frac{\pi d S}{K_{нt} l}$
Рольганг с косо поставленными роликами	$V_{кр} = K_y V_{пт}$	$K_y \geq \frac{1}{\sin \alpha \cdot K_{пр}}$
Поперечный цепной транспортер	$V_{пт} = K_y A$	$K_y \geq \frac{b + a}{60}$
Ленточный транспортер:		
а) за обрезным станком, торцовым столом;	$V_{лт} = K_y A l$	$K_y \geq \frac{1}{60 - t_c A}$
б) за торцовочным устройством проходного типа	$V_{лт} = K_y V_{пт}$	$K_y \geq \frac{l_1}{C - t_c \cdot V_{пт}}$

Примечание. 1) При своевременной уборке досок, горбылей; 2) при своевременной уборке бруса; 3) при работе без межторцовых разрывов; 4) при исключении бокового удара брусьев.

В формулах табл. 1 приняты следующие обозначения:

- U_1, U_2 — скорости распиловки в лесопильной раме соответственно первого и второго рядов, м/сек;
- V_6 — скорость движения цепи бревнотаски, м/сек;
- l — наименьшая длина распиливаемых бревен, м;
- t_n — время насадки бревна на цепь бревнотаски, сек;
- $V_{ох}$ — скорость откатки впередирамой тележки, м/сек;
- $S_{отк}$ — путь откатки тележки, м;
- $t_{всп.}$ — время вспомогательных операций по подготовке бревна к распиловке, не совмещенное со временем транспортировки его, сек;
- l_k — длина свободного конца бревна, м;
- l_n — длина ножей направляющего аппарата, м;
- $V_{р1}, V_{р2}$ — окружные скорости роликов рольгангов за лесопильной рамой, соответственно, первого и второго рядов, м/сек;
- L_1 — длина первой секции рольганга за лесопильной рамой первого ряда, м;
- S_1 — расстояние поперечного смещения бруса на величину, свободную от удара торцом последующего бруса, м;
- $V_{6п}$ — скорость брусоперекладчика, м/сек;
- S_0 — расстояние поперечного перемещения бруса с последней секции брусоперекладчика на рольганг перед лесопильной рамой второго ряда, м;

- S_p — расстояние между осью подающих валцов лесопильной рамы второго ряда и осью подающего ролика рольганга перед лесопильной рамой, м;
 $S_{ш}$ — расстояние между осью подающих валцов лесопильной рамы второго ряда и щитком первой секции рольганга за лесопильной рамой первого ряда, м;
 $t_{всп}$ — время вспомогательных операций по центрированию и прижму бруса на рольганге перед лесопильной рамой второго ряда, не совмещенное со временем транспортировки бруса, сек;
 S_n — расстояние между брусьями на последней секции брусоперекладчика и на рольганге перед лесопильной рамой второго ряда, м;
 S_k — расстояние между осями подающего ролика рольганга перед лесопильной рамой второго ряда и упорного щитка первой секции рольганга за лесопильной рамой первого ряда, м;
 V_6 — скорость перемещения бруса рольгангом перед лесопильной рамой второго ряда, м/сек;
 S — необходимое расстояние поперечного смещения пакета досок или одной доски с рольганга, м;
 d — диаметр роликов рольганга, мм;
 t — шаг винтовой навивки на роликах рольганга, мм;
 K_n — коэффициент скольжения пиломатериалов при поперечном перемещении по винтовым роликам;
 L_2 — расстояние от оси задних подающих валцов до упорного щитка рольганга за лесопильной рамой второго ряда, м;
 l_1 — наибольшая длина пакета досок или одной доски, м;
 $V_{вр}$ — окружная скорость роликов винтового рольганга, м/сек;
 A — пропускная способность участка, шт. досок/мин;
 $V_{кр}$ — окружная скорость косопоставленных роликов, м/сек;
 α — угол установки оси роликов к оси цепей, град;
 $K_{пр}$ — коэффициент проскальзывания доски по косопоставленным роликам во время разгона;
 $U_{пт}$ — скорость цепей поперечного транспортера, м/сек;
 b — средняя ширина доски, м;
 a — чистый промежуток между двумя соседними сортаментами, м;
 $V_{лт}$ — скорость ленточного транспортера, м/сек;
 t_c — время съема доски с транспортера, сек;
 C — расстояние между захватами цепей, м.

Вышеприведенные зависимости позволяют определять скорость и другие технологические и конструктивные параметры транспортных средств лесопильного потока при различных конкретных условиях работы потока.

На рис. 1 для примера представлена номограмма для определения K_y винтовых роликов по формуле типа

$$K_y \geq 1 + \frac{\pi d S}{K_n t x},$$

где x — длина l или расстояние $L_2 - l_1$.

На номограмме дано решение задачи для следующих условий: ролики навесного рольганга имеют $d = 200$ мм, $t = 80$ мм, $S = 0,6$ м. Рольганг установлен за лесопильной рамой второго ряда типа

РД75-2 ($U_{2max} = 0,225$ м/сек), распиливающей бревна по ГОСТу 1047—51 ($l = 3,0$ м), коэффициент скольжения $K_n = 0,7$.

Ходом пунктирной линии $l - t - K_n - d - S - K_y$ находим $K_y = 3,25$. Необходимая скорость рольганга $V_{вр_2} = 3,25 \cdot 0,225 = 0,73$ м/сек.

Предложенная методика может быть использована при проектировании транспортных механизмов и включающих их участков лесопильного потока, а также при расчете пропускной способности потока, выявлении «узких мест» и разработке организационно-технических мероприятий по их устранению на лесопильном предприятии.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. П. Аксенов. Технология пиломатериалов. Гослесбумиздат, 1963.
[2]. А. В. Грачев. Механизация и автоматизация трудоемких операций в лесопильном производстве. Гослесбумиздат, 1961. [3]. Р. Е. Калитеевский, С. Б. Юдин, Л. Е. Шевелев. Оборудование и технологические процессы ленточнопильных потоков. Гослесбумиздат, 1962. [4]. С. А. Образцов, В. И. Шибалов, В. Д. Колобов, М. И. Пекло. Справочник технолога по лесопилению. Гослесбумиздат, 1963. [5]. А. Н. Песоцкий. Проектирование деревообрабатывающих предприятий. Гослесбумиздат, 1960. [6]. А. Н. Песоцкий. Лесопильное производство. Гослесбумиздат, 1963.

Поступила в редакцию
22 мая 1964 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

К ВОПРОСУ ПОЛУЧЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ПЛАСТИКОВ
БЕЗ СВЯЗУЮЩИХ ИЗ ХВОЙНЫХ ПОРОД

Сообщение 1

Н. Я. СОЛЕЧНИК

Профессор, доктор технических наук

К. ХАМАР

Кандидат технических наук

В. М. АНИКИЕВА

Старший инженер Проблемной лаборатории.

(Ленинградская лесотехническая академия)

Разработка способов получения древесных пластиков из измельченной древесины (опилки, стружка и т. п.) без связующих — важнейшая народнохозяйственная проблема, однако до настоящего времени выполнено очень мало работ, в которых освещены научные и теоретические вопросы, связанные с этой проблемой. Пока еще нет единого мнения о том, какие функции в создании пластика выполняют отдельные компоненты древесины, но все исследователи согласны с тем, что продукты гидролитической деструкции древесины могут играть при этом основную роль [1], [3], [4], [5], [6].

Исходя из допущений, что продукты гидролиза и, может быть, отчасти пиролиза создают условия склеивания либо из них синтезируется склеивающее вещество, можно считать, что глубина протекающих процессов, то есть количество продуктов деструкции и их состояние должны влиять на свойства пластика. В литературе не обнаружено данных, указывающих на эту зависимость, не изучена связь между свойствами пластика из древесины ели и глубиной ее деструкции.

В связи с этим мы провели систематические наблюдения зависимости свойств древесного пластика без связующего от глубины гидролитической деструкции древесины.

Экспериментальная часть

Все образцы древесных пластиков были изготовлены из опилок древесины ели, прошедших через сито с отверстиями диаметром 1,0 мм. В табл. 1 даны составные части исходной древесины.

Исследованию подвергали древесину ели и опилки, полученные из нее водным гидролизом (в паровой фазе) до различной глубины гидролитической деструкции. Гидролиз проводили в автоклаве емкостью 5 л, имеющем электрообогрев. Гидролизуемые опилки имели влажность

Таблица 1

Составные части древесины	Содержание, % к исходной древесине	Методика определения
Целлюлоза	50,1	По Кюршнеру
Пентозаны	9,9	Бромид-броматный метод
Уроновые кислоты	3,3	Объёмный способ с едким барием
Легкогидролизуемые	15,8	2,5%-ная серная кислота. Редукци- рующие вещества в растворе по методу Бертрана
Лигнин	28,1	По Комарову
Водный экстракт	1,2	Горячая вода
Спиртобензолный экстракт	2,8	Аппарат Сокслета (смесь 1:1)

около 50%. Время гидролиза 2 час, не включая нагрев до необходимой температуры.

Из гидролизованных опилок запрессовывали образцы в прессформе (размерами $12 \times 1,5 \times 1,2$ см) при температурах 150 и 180° С, времени прессования 1 мин на 1 мм толщины образца и удельном давлении 250 кг/см². В случае прессования при 150° С опилки нагревали в прессформе под давлением до этой температуры, а в случае прессования при 180° С прессформа была нагрета заранее.

После кондиционирования образцы испытывали на водопоглощение, набухание и на статический изгиб. Испытание образцов и расчеты проводили по ГОСТу 1960 г., принятому в производстве древесно-волокнистых плит.

В табл. 2 даны результаты определения свойств пластика в зависимости от температуры гидролиза и от условий прессования. Полученные данные показывают, что оценка влияния глубины деструкции на свойства пластика усложняются и другими факторами. Из таблицы видно, что с повышением температуры прессования прочность становится больше, особенно у тех образцов, которые изготовлены из опилок, гидролизованных при температуре выше 160° С. При температуре прессования 150° С максимальная прочность получается у образцов, изготовленных из опилок, гидролизованных при 160° С. Водостойкость образцов в обоих случаях резко улучшается при температуре гидролиза

Таблица 2

Температура гидролиза, °С	Выход гидролизованных опилок, %	Влажность гидролизованных опилок после сушки, %	Режим прессования		Прочность на изгиб, кг/см ²	Набухание за 24 час, %	Водопоглощение за 24 час, %
			температура, °С	время, мин			
150	98,8	6,0	150	2	188	74,6	48,5
			180	1	192		
160	96,4	5,7	150	2	259	6,2	4,5
			180	1	313		
170	91,8	5,0	150	2	225	3,9	4,2
			180	1	323		
180	88,4	5,2	150	2	187	3,2	3,3
			180	1	338		
190	84,1	5,1	150	2	185	3,4	3,8
			180	1	315		
200	79,8	4,2	150	2	182	3,3	5,3
			180	1	310		

160° С. Все это указывает на то, что глубина деструкции находится в критическом состоянии при температуре гидролиза 160° С, где значительно улучшаются физико-механические свойства образцов.

Для выяснения вопроса о связи между глубиной гидролитической деструкции и физико-механическими свойствами древесного пластика без добавления связующего мы изучали количество и состав экстрагируемых веществ при разной степени деструкции древесного материала. Экстракции горячей водой и спиртобензольной смесью (1 : 1) гидролизированных и высушенных опилок проводили в указанной последовательности, а также в обратном порядке.

В табл. 3 дано количество водного экстракта в гидролизированных опилках в зависимости от глубины гидролитической деструкции.

Таблица 3

Температура гидролиза, °С	Выход водного экстракта			
	% от гидролизированных опилок	% от исходных опилок	после экстракции спиртобензольной смесью	
			% от гидролизированных опилок	% от исходных опилок
150	12,3	12,2	9,1	9,0
160	23,7	22,8	12,2	11,8
170	19,5	17,9	6,8	6,2
180	17,7	15,6	2,8	2,5
190	12,5	10,5	1,0	0,84
200	10,7	8,5	0,7	0,56

В водных экстрактах было определено количество редуцирующих веществ по Бертрану до и после инверсии, а также содержание легкогидролизуемых редуцирующих веществ в гидролизированных опилках. Результаты приведены в табл. 4.

Таблица 4

Температура, °С	Количество редуцирующих веществ в водном экстракте по Бертрану (% от гидролизированных опилок)		Содержание легкогидролизуемых Р. В. % от гидролизированных опилок
	до инверсии	после инверсии с 2,5%-ной H ₂ SO ₄	
150	4,3	12,4	21,4
160	7,4	20,1	22,7
170	15,1	18,9	20,4
180	16,4	15,4	16,6

Из табл. 4 видно, что количество легкогидролизуемых в гидролизированных опилках и редуцирующих веществ после инверсии водного экстракта из этих же опилок при температуре 160° С почти одинаково. Результаты табл. 3 и 4 показывают, что после гидролиза при температуре 160° С легкогидролизуемые полностью растворяются во время водной экстракции. Количество легкогидролизуемых Р. В. в результате водного гидролиза увеличилось. Если в исходных опилках легкогидролизуемые составляют 15,8%, то в гидролизированных при 150° С — 21,1%, а при 160° С — максимальное содержание Р. В. 21,9% (от исходной древесины). В дальнейшем с увеличением температуры гидролиза количество Р. В. и водного экстракта падает; так как гидролиз целлюлозы при наших условиях идет медленно, в то время как моносахариды распадаются интенсивно.

На основании данных табл. 2, 3 и 4 можно констатировать, что при наших условиях гемицеллюлозная часть и часть целлюлозы полностью подвергались глубокой гидролитической деструкции при температуре 160°С и выше. В то же время высокомолекулярная целлюлоза, не растворяющаяся в 18%-ной NaOH, сильно не затронута, как это показано нами далее при фракционировании холоцеллюлозы, полученной из исходных и гидролизованных опилок. Холоцеллюлоза была приготовлена методом делигнификации с перуксусной кислотой. Фракционирование проводили с растворами щелочи различной концентрации по методу ступенчатого растворения [2]. Из щелочного раствора растворившуюся часть высаживали в осадок путем прибавления четырехкратного объема 96%-ного этанола. Результаты фракционирования приведены в табл. 5.

Таблица 5.

Опилки	Температура гидролиза, °С	Проценты от	Количество, %									лигнин	потерь
			холоцеллюлозы	остатка, не растворимого в NaOH		растворимых в NaOH							
				18%-ной	4,5%-ной	18%-ной	13,5%-ной	9%-ной	4,5%-ной	1%-ной			
Исходные	—	—	59,5	36,6	49,5	0,5	1,0	11,4	4,9	2,1	1,2	1,8	
Гидролизованные	160	гидролизованных опилок	50,4	34,2	47,1	0,3	1,84	10,8	2,46	0,45	0,2	0,2	
	160	исходной древесины	48,6	32,9	45,4	0,28	1,77	10,4	2,36	0,43	0,19	0,19	
	180	гидролизованных опилок	48,0	37,2	42,2	5,0	—	—	5,6	—	—	0,2	
	180	исходной древесины	42,6	32,8	37,2	4,5	—	—	4,9	—	—	0,19	

Примечание. Растворы 9%- и 13,5%-ной NaOH не применяли для гидролизованных при 180°С опилок.

Как видно из табл. 5, фракционный состав нерастворившихся углеводов меняется в зависимости от жесткости гидролиза. С повышением температуры водного гидролиза часть целлюлозы тоже подвергается деструкции, но высокомолекулярная целлюлоза сильно не затронута. Остаток, не растворимый в 18%-ной NaOH, на 3,5—4% меньше, чем у исходных опилок, но его количество у гидролизованных при 160 и 180°С опилок совпадает.

Таблица 6

Температура гидролиза, °С	Выход спиртобензольного экстракта			
	% от гидролизованных опилок	% от исходных опилок	после экстракции водой	
			% от гидролизован. опилок	% от исходных опилок
150	6,7	6,6	3,3	3,26
160	8,1	7,8	4,1	3,95
170	16,2	14,9	4,6	4,2
180	18,4	16,3	5,3	4,7
190	16,0	13,5	7,2	6,1
200	15,9	12,7	8,6	6,9

Результаты спиртобензольных экстракций гидролизованных высушенных опилок в зависимости от глубины гидролиза приведены в табл. 6.

Как видно из табл. 6, выход спиртобензольного экстракта после экстракции водой постепенно увеличивается с углублением водного гидролиза древесины.

В табл. 7 представлено количество фурфурола, полученного в гидролизованных высушенных опилках и пересчитанного затем на пентозаны с коэффициентом 1,88.

Таблица 7

Температура гидролиза, °С	Выход фурфурола, % от гидролизованных опилок	Количество пентозанов	
		% от гидролизованных опилок	% от исходной древесины
150	4,81	9,04	8,94
160	3,88	7,29	7,03
170	2,63	4,94	4,54
180	1,42	2,67	2,36
190	0,45	0,85	0,72

Сравнивая на рис. 1 результаты испытания образцов и анализов, можно найти определенную связь между глубиной автокаталитической гидролитической деструкции древесины и свойствами древесного пластика без связующего. Прежде всего можно констатировать, что для получения пластика повышенного качества без добавления связующих

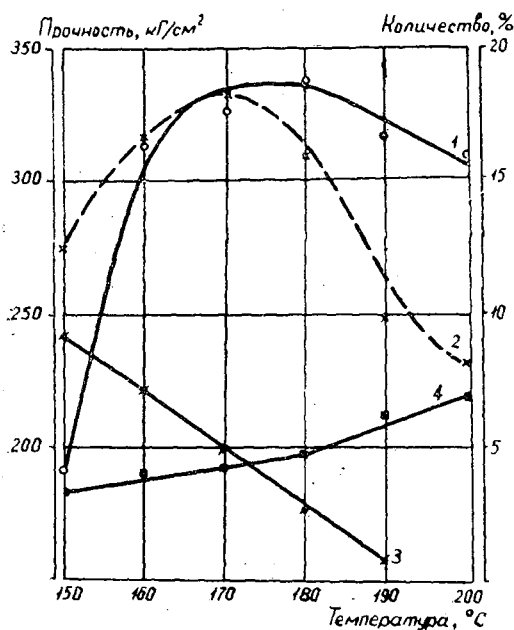


Рис. 1. Зависимость прочности пластиков, содержания водорастворимых, спиртобензольных экстрактов и пентозанов в опилках от температуры гидролиза.

1 — прочность пластика на статический изгиб при температуре прессования 180°С; 2 — выход водорастворимых экстрактов; 3 — выход пентозанов; — выход спиртобензольных экстрактов.

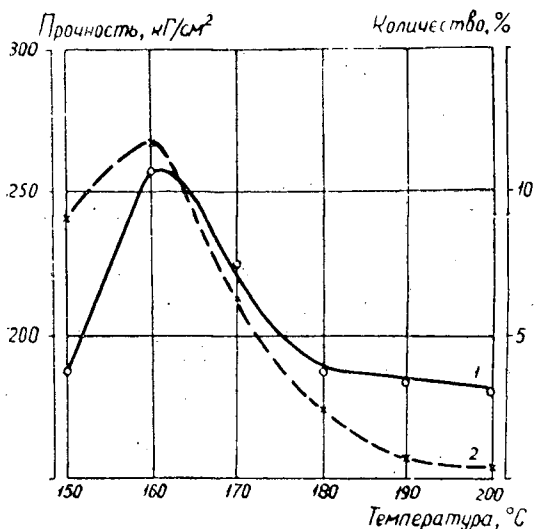


Рис. 2. Зависимость прочности пластиков и содержания водорастворимых, определенных после спиртобензольной экстракции опилок, от температуры гидролиза.

1 — прочность пластика на статический изгиб при температуре прессования 150° С;
2 — выход водных экстрактов, определенных после спиртобензольной экстракции.

требуется значительная деструкция легкогидролизуемой углеводной части. Высокая прочность образцов получается в случае гидролиза легкогидролизуемых до водорастворимого состояния при достаточно высокой температуре прессования.

Как видно из рис. 1, характер линий прочности пластиков (при температуре прессования 180° С) и выхода водорастворимых почти одинаков (кривые 1 и 2). При температуре прессования 150° С прочность образцов значительно меньше и не согласуется с общими выходами водорастворимых. В этом случае линия прочности, как это видно на рис. 2, почти совпадает с линией количества водного экстракта без содержания моносахаридов (то есть после спиртобензольного экстрагирования). Следовательно, при температуре прессования 150° С прочность пластика в основном определялась количеством содержащихся олигосахаридов. Как показано в табл. 4, наибольшее количество их было найдено после гидролиза при температуре, равной 160° С; в этом случае получен и максимум прочности (рис. 2).

В случае прессования при температуре прессформы 180° С подобного объяснения дать нельзя. Начиная с температуры гидролиза 160° С, прочности пластиков незначительно меняются до 200° С, несмотря на то, что, начиная с температуры гидролиза 180° С, в водном экстракте содержатся фактически только моносахариды. Можно предположить, как указывается в литературе, что во время прессования образуются термореактивные склеивающие вещества и поэтому при более высокой температуре лучше идут процессы их образования и прочность повышается. Но с возрастанием прочности водостойкость образцов не улучшается. В этом — некоторая несостоятельность данного предположения.

Результаты по водостойкости значительно улучшились, когда прессование проводили путем совместного нагревания прессформы и опи-

лок до температуры 150°С под давлением, в отличие от прессования с предварительным нагревом прессформы до 180°С (табл. 2). Следовательно, для улучшения водостойкости было достаточно длительное время выдержать опилки в прессформе при более низкой температуре, но этого мало для создания прочности.

Таким образом, нужно принять другое предположение, а именно, что при создании пластика разные компоненты гидролизованной древесины действуют на изменение физико-механических свойств в разных направлениях. Во время прессования при достаточно высокой температуре прочность образцов значительно возрастает за счет участия в создании прочности тех составляющих (нерастворимых) гидролизованных опилок, которые не могут участвовать при более низкой температуре. Водостойкость, как показали опыты, зависит от процессов, проходящих при более низкой температуре, и определяется глубиной их протекания.

Нужно отметить, что между количеством пентозанов и свойствами пластика прямой зависимости мы не заметили. Это хорошо видно из рис. 1, где показано количество пентозанов в зависимости от температуры гидролиза (линия 3). В точках 190 и 200°С, где пентозаны (пентозы) почти полностью разложились, прочность образцов практически такая же, как и при других температурах гидролиза (кроме 150°С).

Мы также не обнаружили связи прочностью образцов и количеством содержащегося в опилках спиртобензольного экстракта без растворяющихся в воде веществ. На рис. 1 показано количество спиртобензольных экстрактов в зависимости от температуры гидролиза (линия 4). Из рисунка видно, что с увеличением температуры гидролиза количество спиртобензольных экстрактов постепенно растет, но изменение характера линии прочности с этим связать невозможно.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. Е. Баркалая. Баркалайт как новый вид пластмассы. ОНТИ, 1937.
[2]. А. Ф. Зайцева, Н. И. Никитин. ЖПХ, т. XXVII, № 9, 1954. [3]. А. Н. Минин. Производство пьезотермопластиков из древесных отходов без добавления связующих. М., Изд. Центрального института научно-технической информации бумажной и деревообрабатывающей промышленности. 1961. [4]. Н. Я. Солечник, Л. Н. Наткина, Т. С. Коромылова, Л. И. Лихачева. Труды ЛТА № 98, 1962. [5]. Н. Я. Солечник, Л. Н. Наткина, Т. С. Коромылова, Л. И. Лихачева. Журн. «Деревообрабатывающая промышленность» № 3, 1963. [6]. R. Runkel, Holz, als Roh und Werkstoff, 1953.

Поступила в редакцию
11 января 1964 г.

ОБЛАГОРАЖИВАНИЕ СУЛЬФИТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ЗЕЛЕНЫМ ЩЕЛОКОМ ПРИ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ВАРКЕ

Ю. Н. НЕПЕНИН

Доцент, кандидат технических наук

Н. Н. АТАМАНЧУКОВ

Инженер

(Ленинградская лесотехническая академия)

В течение нескольких лет мы изучаем способ двухступенчатой сульфит-сульфатной варки, при этом первая ступень варки ведется с сульфитной варочной кислотой на натриевом основании, а вторая — с зеленым щелоком, содержащим карбонат и сульфид натрия, которые являются продуктами регенерации щелоков от обеих ступеней варки. Такой способ дает возможность получать высокооблагороженную целлюлозу, пригодную для переработки на вискозный корд.

В ходе предыдущих исследований [2], [3], [4], [5] были выяснены технологические особенности способа, влияние некоторых факторов варки и отбелки на свойства целлюлозы, а также намечена схема регенерации химикатов. На Светогорском комбинате было проведено десять полузаводских варок в котле емкостью 1,2 м³.

В настоящей статье изложены результаты серии лабораторных опытов, в которых было изучено влияние расхода щелочи, температуры, рода щелочного реагента и присутствия сульфитного щелока во второй ступени варки; были также проведены сравнительные двухступенчатые варки по различным вариантам, предлагаемым другими исследователями [1], [6].

Влияние расхода щелочи и температуры во второй ступени варки

Первую ступень варки проводили в автоклаве емкостью 5 л. Для этого в автоклав загружали 550 г еловой щепы влажностью 8% (500 г абс. сухой) и заливали 2,5 л кислоты, содержащей 6,5% всей SO₂ и 1% Na₂O. Варку вели по следующему температурному графику: подъем до 105°С — 2 час, стоянка — 2,5 час, подъем до 150°С — 2 час, стоянка — 1 час. По окончании варки проводили сдувку и из автоклава отбирали весь свободно стекающий сульфитный щелок — около 1,7 л, что составляет примерно 2/3 общего объема. Целлюлозу, пропитанную оставшимся количеством щелока, взвешивали и делили по весу на шестнадцать равных частей. Одна из этих частей была промыта и в ней

определены: выход, оказавшийся равным 48% от древесины (непровара не было), и жесткость, составлявшая 100 единиц Бьеркмана. Остальные пятнадцать частей целлюлозы без промывки подвергали варке второй ступени в малых автоклавах, обогреваемых на глицериновой бане.

Во второй ступени было проведено три серии варок, конечная температура составляла в различных сериях 150, 160 и 170° С. В каждый автоклав (по пять в каждой серии) загружали около 15 г целлюлозы, содержащей примерно 60 мл сульфитного щелока, и заливали 100 мл зеленого щелока; таким образом, по отношению к исходной древесине, жидкостный модуль был сохранен во второй ступени варки примерно таким же, как в первой (5 : 1). Подъем температуры во всех случаях занимал 1,5 час, стоянка на конечной температуре — 1 час.

Зеленый щелок, полученный со Светогорского сульфат-целлюлозного завода, содержал NaOH — 22, Na₂S — 21, Na₂CO₃ — 57% от общей щелочи. Его разбавляли водой или упаривали с таким расчетом, чтобы количество общей щелочи (в единицах Na₂O по отношению к весу исходной древесины) в отдельных автоклавах одной и той же серии составляло 15, 20, 25, 30 и 40%.

В облагороженной целлюлозе после второй ступени варки определяли перманганатную жесткость, медноаммиачную вязкость и содержание альфа-целлюлозы. В черном щелоке второй ступени определяли остаточную щелочность и по содержанию последней рассчитывали количество общей щелочи, израсходованное на варку. Полученные в трех сериях результаты варок после второй ступени показаны в табл. 1.

Таблица 1

№ варок	Количество общей щелочи (% Na ₂ O от веса исходной древесины)		Состав конечного щелока (г/л)		Показатели целлюлозы		
	задано	израсходовано	общая Na ₂ O	активная Na ₂ O	жесткость единицы Бьеркмана	вязкость медноаммиачная, млз	содержание альфа-целлюлозы, %
Серия варок при конечной температуре 150°С							
1	15,0	10,2	20,1	2,2	60	730	97,2
2	20,0	11,1	23,0	6,2	40	607	97,4
3	25,0	11,2	35,7	7,8	35	658	96,9
4	30,0	10,0	44,0	10,4	35	644	96,9
5	40,0	9,4	50,0	16,3	29	571	96,9
Серия варок при конечной температуре 160°С							
6	15,0	10,8	18,4	0,9	58	534	97,3
7	20,0	11,5	27,1	5,8	39	420	97,1
8	25,0	11,5	35,8	7,9	34	426	97,5
9	30,0	10,4	41,8	12,0	30	387	97,2
10	40,0	9,6	49,6	22,6	40	478	97,8
Серия варок при конечной температуре 170°С							
11	15,0	9,6	18,6	0,8	50	711	97,0
12	20,0	11,8	26,3	3,1	28	562	97,4
13	25,0	11,5	35,6	6,2	26	300	97,2
14	30,0	10,9	41,8	9,9	24	288	97,0
15	40,0	9,4	50,0	14,7	21	326	96,5

Из таблицы видно, что изменение конечной температуры варки и количества заданной щелочи мало отражается на содержании альфа-целлюлозы; однако относительно лучшие результаты дала серия варок при температуре 160° С, где во всех случаях содержание альфа-целлю-

лозы превышает 97%. Жесткость и вязкость целлюлозы заметно понижаются с повышением конечной температуры варки и количества заданной щелочи. Имея в виду, что для получения вискозной кордной целлюлозы наиболее желательна вязкость небеленой целлюлозы в пределах 400—500 *мпз*, можно признать оптимальными конечную температуру варки 160°С и количество заданной щелочи 20—25% Na_2O к весу исходной древесины.

Заслуживает быть отмеченным, что количество израсходованной на облагораживание щелочи во второй ступени варки во всех случаях изменяется мало, составляя 9,4—11,8% Na_2O к весу исходной древесины. Это количество щелочи затрачивается на связывание кислых веществ, присутствующего сульфитного щелока и продуктов разрушения гемицеллюлоз и низкомолекулярных фракций целлюлозы, переходящих в раствор во время второй ступени варки. Уже при расходе задаваемой щелочи 15% Na_2O к весу древесины в варочном растворе до конца варки сохраняется достаточно большой избыток свободной щелочи (4—5% Na_2O), обеспечивающий высокий облагораживающий эффект при температурах 150—170°С. Поэтому нет особой необходимости в чрезмерном увеличении расхода щелочи, задаваемой на вторую ступень варки с зеленым щелоком.

В отношении цвета получаемой целлюлозы надо отметить, что при более высоких температурах варка дает лучший результат: целлюлоза, полученная при температуре 170°С, не отличалась по цвету от сульфитной. Если принять во внимание, что с повышением температуры варки снижается также жесткость целлюлозы, то применение высоких температур во второй ступени должно приводить к экономии в расходе хлора на отбелку.

Влияние рода щелочного реагента в присутствии сульфитного щелока во второй ступени варки

Чтобы проверить, действие каких реагентов при щелочной ступени варки наиболее эффективно, были проведены две серии обработок сульфитной целлюлозы щелочными растворами, содержащими чистый карбонат (Na_2CO_3), смесь карбоната и сульфида (50% Na_2CO_3 + 50% Na_2S), карбоната и сульфита (50% Na_2CO_3 + 50% Na_2SO_3), белый и зеленый щелока. Зеленый щелок имел тот же относительный состав, что в предыдущих опытах, белый содержал 58% NaOH , 21% Na_2S и 21% Na_2CO_3 . В качестве исходной целлюлозы была взята сульфитная целлюлоза полужаводской варки с кислотой на натриевом основании, имевшая жесткость 56 единиц Бьеркмана, вязкость в 1%-ном медноаммиачном растворе — 382 *мпз* и содержавшая 87,0% альфа-целлюлозы.

Были проведены две серии обработок (облагораживаний) этой целлюлозы перечисленными выше щелочными реагентами при расходах общей щелочи 30 и 60% Na_2O от веса абс. сухого волокна, что примерно отвечает расходу 15 и 30% Na_2O от веса исходной древесины. Температурный график в обеих сериях был одинаков: подъем до 170°С — 1,5 часа и стоянка на этой температуре — 1 час. Обработки проводили в небольших автоклавах, обогреваемых на глицериновой бане; в каждый загружали 50 г целлюлозы (в пересчете на сухой вес) и заливали 500 *мл* варочного раствора.

Полученные результаты указаны в табл. 2.

Облагораживание чистым карбонатом в обеих сериях привело к получению наиболее жесткой и темной целлюлозы. Наиболее светлая целлюлоза с относительно высоким выходом получилась в опытах об-

Таблица 2

№ варок	Род щелочного реагента	Количество общей щелочи, в % Na_2O к весу целлюлозы		Выход облагороженной целлюлозы, % от исходной	Показатели облагороженной целлюлозы				
		задано	израсходовано		жесткость, единиц Бьеркмана	вязкость, <i>млз</i>	содержание, %		
								пентозанов	лигнина
Количество заданной общей щелочи — 30% Na_2O к весу целлюлозы									
16	Na_2CO_3	30,0	10,4	73,6	54	644	2,1	2,1	95,1
17	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{S}$	30,0	14,8	71,6	36	633	2,3	1,1	96,6
18	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_3$	30,0	12,4	75,8	37	722	1,9	1,2	95,5
19	Зеленый щелок	30,0	13,6	73,8	32	442	2,1	1,0	96,5
20	Белый щелок	30,0	10,4	70,6	29	370	1,6	0,9	96,1
Количество заданной общей щелочи — 60% Na_2O к весу целлюлозы									
21	Na_2CO_3	60,0	31,0	72,4	60	560	2,3	1,8	96,0
22	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{S}$	60,0	35,4	71,0	25	342	2,6	0,8	95,8
23	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_3$	60,0	37,2	72,4	28	645	2,6	1,0	96,5
24	Зеленый щелок	60,0	35,2	71,0	23	332	1,8	0,7	96,0
25	Белый щелок	60,0	34,6	68,6	18	170	2,2	0,7	95,0

лагораживания смеси карбоната и сульфита, где процесс носил характер моносльфитной варки. При облагораживании белым щелоком была получена наиболее мягкая целлюлоза, но с относительно низкими выходом и вязкостью. Применение зеленого щелока дало лучшие результаты: при том же содержании остаточного лигнина, что и для опытов с белым щелоком, целлюлоза имела более высокие выход, вязкость и содержание альфа-целлюлозы. Облагораживание смеси карбоната и сульфида, как и следовало ожидать, дало почти такие же результаты, как и в случае зеленого щелока. Таким образом, использование зеленого щелока в качестве облагораживающего реагента при высоких температурах варки во второй ступени имеет определенные преимущества.

Увеличение расхода щелочи при примененных условиях облагораживания сверх 30% Na_2O к весу целлюлозы (около 15% Na_2O к весу исходной древесины), как видно из табл. 2, не имеет практического смысла: при этом показатели облагороженной целлюлозы не улучшаются, а выход ее понижается.

Чтобы выяснить, какое влияние во время щелочного облагораживания оказывает сульфитный щелок (частично остающийся в автоклаве после первой ступени при двухступенчатом процессе), были повторены серии обработок теми же щелочными реагентами той же сульфитной целлюлозы при тех же условиях, что и варки № 16—25, но в присутствии сульфитного щелока, специально полученного от лабораторной варки еловой щепы. Для этой варки применяли кислоту на натриевом основании, содержащую 6,7% всей SO_2 и 1% Na_2O . Была получена мягкая целлюлоза, сульфитный щелок имел темно-вишневый оттенок и содержал 0,5% остаточной SO_2 . В каждый автоклав при облагораживании заливали смесь из 250 мл сульфитного щелока и 250 мл щелока, содержащего щелочной реагент. Расходы заданной щелочи были такие же, как в предыдущих опытах.

Результаты щелочных обработок в присутствии сульфитного щелока указаны в табл. 3.

Из сопоставления табл. 2 и 3 ясно видно ухудшающее влияние сульфитного щелока на результат щелочной обработки. Это выражено, прежде всего, в потемнении целлюлозы и повышении ее жесткости вследствие частичного осаждения на волокне сульфонируемого лиг-

Таблица 3

№ варок	Род щелочного реагента	Количество общей щелочи, % Na ₂ O к весу целлюлозы		Выход облагороженной целлюлозы, % от исходной	Показатели облагороженной целлюлозы						
		задано	израсходовано		жесткость, единицы Бьеркмана	вязкость, млз	содержание, %				
пентозанов										лигнина	альфа-целлюлозы
Количество заданной общей щелочи — 30% Na ₂ O к весу целлюлозы											
26	Na ₂ CO ₃	30,0	18,2	75,2	136	783	2,5	4,1	95,1		
27	Na ₂ CO ₃ +Na ₂ S	30,0	17,4	74,7	97	508	1,9	1,3	95,6		
28	Na ₂ CO ₃ +Na ₂ SO ₃	30,0	16,4	82,0	51	480	2,1	0,7	94,0		
29	Зеленый щелок	30,0	17,2	73,8	90	481	2,1	2,1	95,4		
30	Белый щелок	30,0	18,2	70,5	47	390	2,3	1,4	96,1		
Количество заданной общей щелочи — 60% Na ₂ O к весу целлюлозы											
31	Na ₂ CO ₃	60,0	—	75,2	131	640	2,4	4,0	95,1		
32	Na ₂ CO ₃ +Na ₂ S	60,0	—	74,3	119	574	2,4	2,5	95,3		
33	Na ₂ CO ₃ +Na ₂ SO ₃	60,0	—	76,5	37	312	2,7	0,8	94,9		
34	Зеленый щелок	60,0	—	72,4	45	297	2,3	0,8	96,2		
35	Белый щелок	60,0	—	71,1	36	285	2,1	0,8	96,5		

нина сульфитного щелока. Особенно резко возросла жесткость при использовании для облагораживания карбоната и смеси карбоната с сульфидом натрия, а при 30%-ном расходе щелочи — также при применении зеленого щелока. Этот вопрос требует дальнейшего серьезного изучения.

При облагораживании смесью карбоната и сульфита присутствие сульфитного щелока сказалось лишь относительно небольшим повышением жесткости целлюлозы, но одновременно снизилась вязкость и содержание альфа-целлюлозы, а выход значительно повысился. По-видимому, часть карбоната превратилась в сульфит за счет остаточного SO₂ сульфитного щелока, поэтому облагораживающее действие смеси оказалось несколько ослабленным, но, с другой стороны, низкий pH моносульфитного щелока препятствовал осаждению лигнина.

В опытах облагораживания белым щелоком присутствие 50%-ного сульфитного щелока практически не оказало влияния, за исключением небольшого повышения жесткости целлюлозы.

Количество израсходованной на облагораживание щелочи для варок № 26—30 оказалось значительно больше, чем для варок № 16—20, так как щелочь дополнительно расходовали на нейтрализацию кислых веществ сульфитного щелока (в том числе остаточной SO₂). Увеличение количества заданной щелочи в серии варок № 26—30 однако не принесло ощутительного улучшения: содержание альфа-целлюлозы практически не изменилось, вязкость понизилась, а в опыте облагораживания смесью карбоната и сульфида повысилась жесткость целлюлозы.

Таким образом, в присутствии сульфитного щелока наиболее надежный облагораживающий агент — белый щелок. При облагораживании зеленым щелоком надо стремиться оставлять в котле минимальное количество сульфитного щелока после первой ступени варки.

Сопоставление различных вариантов двухступенчатой сульфит-щелочной варки

Кроме способа сульфит-сульфатной варки, разрабатываемого кафедрой целлюлозно-бумажного производства ЛТА, заслуживают внимания некоторые другие варианты двухступенчатой сульфит-щелочной

варки [1], [6]. С целью ориентировочного сопоставления различных вариантов, нами были проведены четыре сравнительные варки по следующим способам: 1) в первой ступени с кислотой на натриевом основании, во второй — с зеленым щелоком (способ кафедры целлюлозно-бумажного производства ЛТА); 2) в первой ступени с кислотой на натриевом основании, во второй — с раствором карбоната натрия (способ Раума—Репола); 3) в первой ступени с кислотой на сульфате натрия, во второй — с белым щелоком (способ, предлагаемый лабораторией сульфатной целлюлозы ВНИИБ); 4) в первой ступени с кислотой на натриевом основании, приготовленной на зеленом щелоке, во второй — с белым щелоком (способ, предложенный кафедрой органической химии ЛТА).

Во всех случаях варке подвергали одну и ту же еловую щепу. Все варки проводили в автоклаве емкостью 2 л; жидкостный модуль составлял 5:1. Кислота для варок первой ступени содержала 6,5% всей SO_2 ; содержание Na_2O в кислоте для варок по первому, второму и четвертому вариантам составляло 1%; в третьем варианте кислота содержала в качестве основания 4% Na_2SO_4 . Температурный график варки первой ступени для первого и второго вариантов был следующий: подъем до 105°C — 2 час, стоянка при 105°C — 2 час, подъем до 150°C — 2,5 час, стоянка при 150°C — 1 час. Для третьего и четвертого вариантов был применен несколько иной режим варки в первой ступени: подъем до 105°C — 2 час, стоянка при 105°C — 2,5 час, подъем до 125°C — 1 час, стоянка при 125°C — 4 час. По окончании первой ступени варки проводили сдвuku и из автоклава отбирали весь свободно стекающий щелок в количестве около 65% от объема залитой кислоты. Затем, не вскрывая его, из соседнего автоклава под давлением перепускали подогретый щелочной раствор второй ступени, количество которого соответствовало объему спущенного сульфитного щелока. Таким образом, жидкостный модуль во второй ступени сохранялся таким же, как и в первой (5:1 по отношению к весу исходной древесины). Относительный состав зеленого и белого щелоков был таким же, как в предыдущих опытах.

Варку во второй ступени в первом и втором вариантах проводили по следующему графику: подъем до 170°C — 1,5 час, стоянка на 170°C — 1 час. В третьем и четвертом вариантах был применен удлиненный график: подъем до 170°C — 3,5 час, стоянка при 170°C — 1,5 час. Прочие условия варки, выход и качество полученной целлюлозы указаны в табл. 4.

Таблица 4

Варианты	Род щелочного реагента	Задано общей Na_2O , % к весу древесины	Общая продолжительность двухступенчатого процесса, час-мин	Выход целлюлозы, % от древесины	Показатели целлюлозы		
					жесткость, единиц Бьеркмана	вязкость, млз	содержание альфа-целлюлозы, %
1	Зеленый щелок	23,0	10—00	38,0	65	420	46,9
2	Na_2CO_3	30,0	10—00	41,1	140	714	95,9
3	Белый щелок	23,0	14—30	34,4	35	380	97,0
4	"	23,0	14—30	32,0	62	341	95,0

Наиболее светлая целлюлоза была получена в варианте 1; выход, степень облагораживания и качество целлюлозы в этом варианте также вполне удовлетворительны. Варка по варианту 2, несмотря на увеличение расхода щелочи во второй ступени, привела к получению жест-

кой и темной целлюлозы; очевидно, в этом случае произошло осаждение на волокне сульфонированного лигнина так же, как это имело место при варках № 26 и 31 (табл. 3).

Двухступенчатые варки по вариантам 3 и 4 дали хорошо проваренные облагороженные целлюлозы, однако, в варианте 4 целлюлоза имела более темный цвет, меньший выход, меньшее содержание альфа-целлюлозы и более высокую жесткость. При сопоставлении вариантов 3 и 4 с первым выяснено, что недостаток первых — более низкий выход облагороженной целлюлозы и большая продолжительность процесса.

Можно спорить о том, насколько удачны и характерны были выбранные нами варки в различных вариантах, но несомненно, что вариант двухступенчатого процесса с облагораживанием зеленым щелочком имеет перспективу практического применения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. С. Косая. Журн. «Бумажная промышленность». Т. 34, № 3, 1959.
[2]. Ю. Н. Непенин, В. Б. Литвинова, А. Б. Литвинов, П. А. Демченков. «Бумажная промышленность». Т. 33, № 12, 1958. [3]. Ю. Н. Непенин, Г. А. Пазухина, П. А. Демченков. Сб. «Варка сульфитной целлюлозы с растворимыми основаниями». Изд. ЦИНТИ бумажной и деревообрабатывающей промышленности, 1961.
[4]. Ю. Н. Непенин, П. А. Демченков, Г. А. Пазухина. Труды ВНИИБ, вып. 47, 1961. [5]. Ю. Н. Непенин, Н. М. Бирбровер. Труды ВНИИБ, вып. 48, 1962. [6]. R. H. Räsänen, L. J. Luotonen. «Zellstoff und Papier», 8, № 9, 1959, S. 340—345 и № 10, 1959, S. 375—378.

Поступила в редакцию
25 октября 1963 г.

МЕХАНОХИМИЧЕСКАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ПОЛИСАХАРИДОВ В ПРИСУТСТВИИ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

Сообщение 5

ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

Н. В. ЧАЛОВ

Кандидат технических наук

Н. Н. БЛИНОВА

И. о. старшего научного сотрудника

(Государственный НИИ гидролизной и сульфитно-спиртовой промышленности)

В предыдущем сообщении [2] мы привели результаты исследований по действию нагрева на продукты механохимической деструкции полисахаридов целлолигнина в присутствии 80%-ной серной кислоты. Количество серной кислоты, считая по моногидрату, было равно 0,017 модуля, что отвечает одной молекуле кислоты на 20 элементарных звеньев макромолекулы полисахаридов. На основании сравнительного определения содержания легкогидролизуемой фракции полисахаридов методами гидролиза и этанолиза было показано, что в процессе нагрева происходит термостабилизация механически деструктированных полисахаридов, и они теряют способность к рекристаллизации (уплотнению) под влиянием воды. Однако следует учитывать и каталитическое действие серной кислоты, которое усиливается по мере увеличения содержания ее в материале. Это действие проявляется как на стадии механохимической деструкции, так и при термостабилизации. В связи с этим были проведены исследования по механохимической деструкции полисахаридов целлолигнина в присутствии различного количества 80%-ной серной кислоты. Методика экспериментов была та же, что и в предыдущем исследовании [2] (было исключено только определение содержания легкогидролизуемой фракции методом этанолиза). Все показатели содержания легкогидролизуемой фракции определены методом гидролиза 4%-ной серной кислотой при 100°С в течение трех часов. Полученные результаты и их обсуждение представлены в настоящей статье.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Как видно из рис. 1, на скорость механохимической деструкции значительное влияние оказывает содержащаяся в целлолигнине серная кислота. С повышением ее содержания увеличивается и скорость деструкции. Это показывает, что по мере увеличения содержания серной

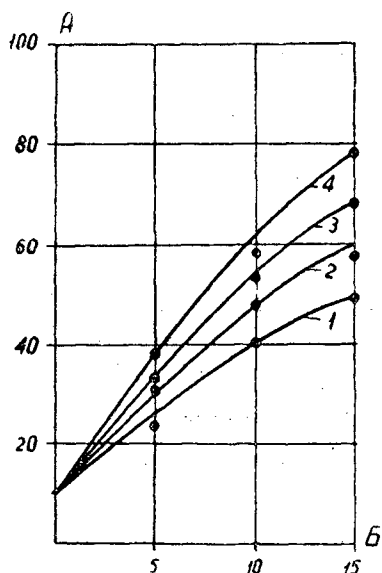


Рис. 1. Показатели механохимической деструкции полисахаридов целлолигнина в присутствии 80%-ной серной кислоты.

А — легкогидролизуемая фракция, % от полисахаридов; Б — время размола, мин; 1 — модуль серной кислоты по моноhydrату равен 0,017; 2 — 0,034; 3 — 0,06; 4 — 0,08.

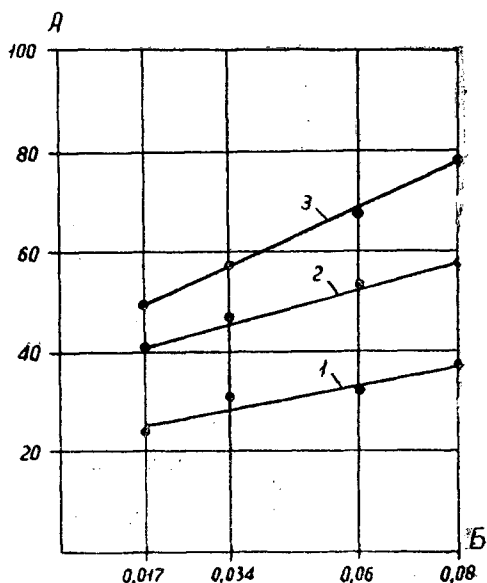


Рис. 2. Влияние расходного модуля серной кислоты на механохимическую деструкцию полисахаридов целлолигнина.

А — легкогидролизуемая фракция, % от полисахаридов; Б — расходный модуль серной кислоты по моноhydrату; 1 — время размола 5 мин; 2 — 10 мин; 3 — 15 мин.

кислоты усиливается ее каталитическое действие. Однако мы знаем, что при малом содержании кислоты, которое в нашем случае не превышало 0,08 модуля, разрыв глюкозидных связей с получением низкомолекулярных продуктов не может произойти без одновременного механического воздействия. Этому может быть дано двойное объяснение: 1) происходит гидролитическая деструкция макромолекул полисахаридов, которую резко интенсифицируют механические воздействия; 2) основное — механохимическая деструкция макромолекул полисахаридов; присутствующая кислота оказывает действие на продукты деструкции, то есть является стабилизатором радикалов.

Представленные на рис. 2 данные показывают, что при одинаковом времени размола лабораторной вибромельницей степень механохимической деструкции прямо пропорциональна количеству серной кислоты, содержащейся в целлолигнине. При этом, чем продолжительнее время размола, тем резче увеличивается расходный модуль по кислоте. Отсюда следует, что степень механохимической деструкции при всех прочих равных условиях определяется продолжительностью механического воздействия (размола) и количеством серной кислоты в растительном материале.

Если принять, что соотношение между временем размола и количеством серной кислоты, представленное на рис. 2, сохранится и при дальнейшем увеличении расходного модуля по кислоте, то можно экстраполировать эти данные и определить количество серной кислоты, при котором процесс механохимической деструкции завершится за 5—15 мин. По данным экстраполяции следует, что для осуществления процесса механохимической деструкции с полным переводом в легко-

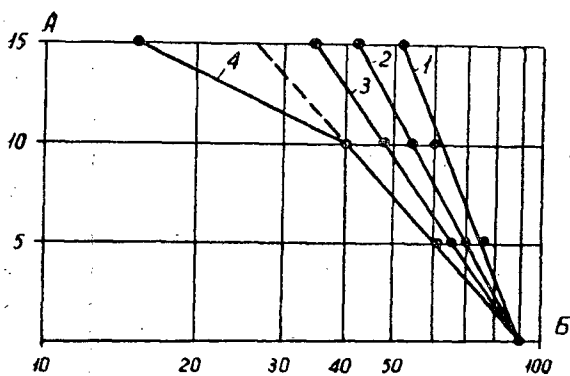


Рис. 3. Зависимость содержания трудногидролизуемой фракции полисахаридов от времени механохимической деструкции.

А — время размола, мин; Б — содержание трудногидролизуемой фракции полисахаридов, % (логарифмическая шкала); 1 — модуль серной кислоты по моногидрату равен 0,017; 2 — 0,034; 3 — 0,06; 4 — 0,08.

гидролизуемое состояние расходный модуль по серной кислоте должен быть равным 0,128 при 15-минутном, 0,235 при 10- и 0,405 при 5-минутном размоле.

Однако следует учитывать, что приведенные показатели справедливы применительно к условиям механохимической деструкции в вибромельнице в том случае, если не будет происходить пластификация растительного материала сравнительно большим количеством серной кислоты. В случае пластификации скорость механохимической деструкции полисахаридов будет меньше, и приведенные на рис. 2 закономерности не сохранятся.

Как следует из рис. 3, зависимость между содержанием трудногидролизуемой фракции в продуктах механохимической деструкции и временем размола хорошо изображается прямыми линиями на полулогарифмической координатной сетке, за исключением случая 15-минутного размола при модуле кислоты 0,08. Это означает, что процесс следует закону мономолекулярной реакции. Отклонение произошло, по-видимому, в результате того, что в процессе механохимической деструкции имело место частичное разложение полисахаридов и что каталитическое действие кислоты усилилось вследствие несколько более высокой температуры материала в размольной ячейке к концу 15-минутного размола [1]. Но поскольку при модуле 0,08 для 5- и 10-минутного размола процесс механохимической деструкции подчиняется уравнению мономолекулярной реакции, можно определить константы скорости этого процесса для всего исследованного интервала расходных модулей серной кислоты.

Из рис. 4 видно, что константа скорости механохимической деструкции полисахаридов целлолигнина прямо пропорциональна удельному расходу серной кислоты и применительно к нашим условиям может быть выражена математически следующей формулой:

$$K = A + B \cdot M,$$

где K — константа скорости деструкции, мин^{-1} ;
 A — постоянный коэффициент, равный 0,03;
 M — расходный модуль 80%-ной серной кислоты, считая по моногидрату, выраженный в весовых модулях на целлолигнин

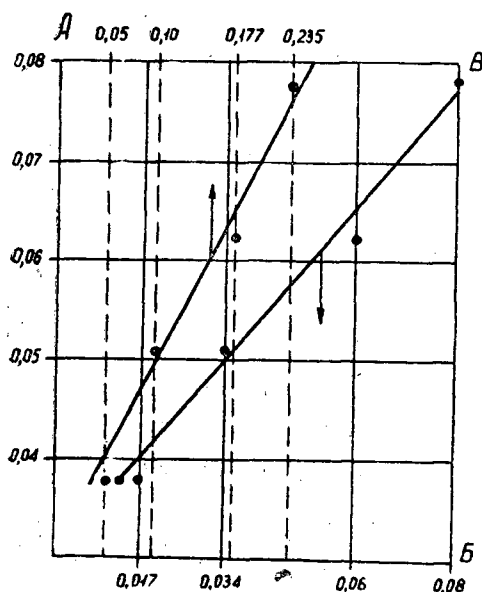


Рис 4. Зависимость константы скорости механохимической деструкции от удельного расхода серной кислоты.

А — константа скорости деструкции, мин^{-1} ;
 Б — расходный модуль серной кислоты по моногидрату;
 В — количество серной кислоты (молей) на одно элементарное звено (глюкозный остаток) полисахарида.

или в молях серной кислоты на одно элементарное звено (глюкозный остаток) полисахарида;

Б — постоянный коэффициент, равный 0,59 в том случае, когда M выражено в весовых модулях на целлолигнин, и 0,20, когда M выражено в молях серной кислоты на одно элементарное звено (глюкозный остаток) полисахарида.

Отметим, что значение всех постоянных коэффициентов округлено в соответствии с точностью вычисления константы скорости механохимической деструкции. Коэффициент А, равный 0,03, отвечает константе скорости при отсутствии кислоты в целлолигнине.

Образцы размолотого целлолигнина были подвергнуты термостабилизации — нагреву в течение одного часа при температурах 80, 90 и 100°С.

Как и следовало ожидать, после термостабилизации содержание легкогидролизуемой фракции значительно возросло. Однако (рис. 5) максимальное содержание ее практически одинаково для образцов целлолигнина, размолотого при разном содержании кислоты. Для продуктов 10- и 15-минутной деструкции данные содержания легкогидролизуемой фракции после нагрева практически совпадают при модулях кислоты 0,017—0,06, а при модуле 0,08 — несколько меньше.

Из этих данных следует, что основные факторы при введении термостабилизации — продолжительность помолы и условия термостабилизации, количество же серной кислоты не оказывает влияния на конечный результат. Полученные данные имеют весьма важное теоретическое и практическое значение и поэтому их разбору необходимо уделить внимание.

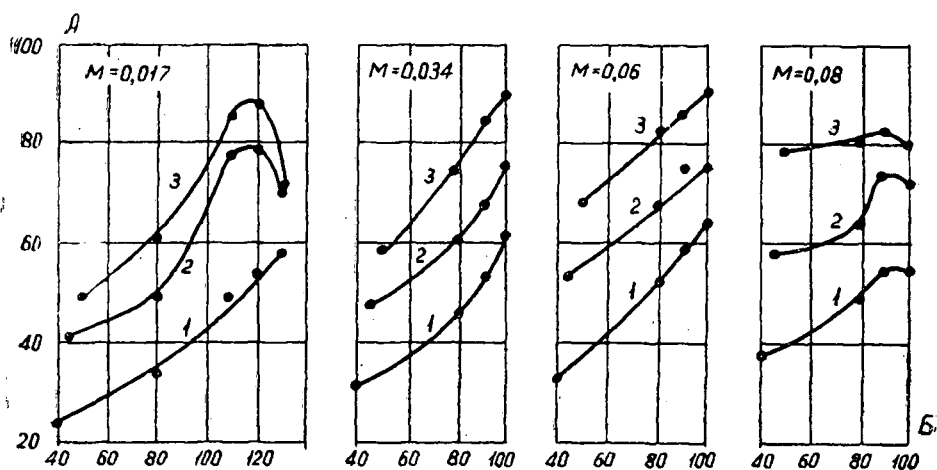


Рис. 5. Зависимость содержания легкогидролизуемой фракции при термостабилизации продуктов механохимической деструкции полисахаридов целлолигнина от продолжительности размола.

А — содержание легкогидролизуемой фракции, % от полисахаридов; Б — температура, °С; 1 — время размола 5 мин; 2 — 10 мин; 3 — 15 мин; М — модуль серной кислоты по моногидрату.

Следует отметить, что принятая продолжительность термостабилизации, равная одному часу, по-видимому, не оптимальна. Об этом свидетельствует влияние разложения продуктов механохимической деструкции, которое проявляется тем сильнее, чем больше содержание серной кислоты в целлолигнине и чем выше температура термостабилизации. Поэтому при расходном модуле серной кислоты 0,08 после термостабилизации продукта 15-минутного размола содержание легкогидролизуемой фракции меньше, чем для образцов, полученных после механохимической деструкции при меньшем содержании серной кислоты.

Отсюда следует полагать, что при механохимической деструкции основной фактор, обуславливающий разрыв глюкозидных связей, — механическое воздействие; каталитическое действие кислоты проявляется только по отношению к полисахаридам, претерпевающим изменения в результате механического воздействия, и по своему действию равнозначно термостабилизации. Практическое значение полученных данных состоит в том, что в пределах исследованных нами количеств серной кислоты (0,017—0,08 модуля) удельный расход ее при применении термостабилизации не оказывает влияния на выход легкогидролизуемой фракции.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. В. Чалов, Ю. К. Лаппо-Данилевский. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1963. [2]. Н. В. Чалов, Н. Н. Блинова. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1964.

Поступила в редакцию
24 февраля 1964 г.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АЦЕТАМИДА С УКСУСНОЙ И ТРИХЛОРУКСУСНОЙ КИСЛОТАМИ

И. М. БОХОВКИН

Профессор

Ю. И. БОХОВКИНА

Старший преподаватель

Е. О. ВИТМАН

Старший лаборант

(Архангельский лесотехнический институт)

Ацетамид привлекает к себе все большее внимание как хороший растворитель многих неорганических и органических соединений. Обладая высокой диэлектрической проницаемостью (59,1), он способствует распаду на ионы растворяющихся в нем молекул. В случае растворения в ацетамиде органических кислот происходит усиление диссоциации последних с отщеплением ионов водорода. Появление ионов водорода обуславливает возможность образования новых соединений между ацетамидом и органическими кислотами [1].

В ряде работ [1], [2], [4], [5], [6] приведены данные по исследованию взаимодействия ацетамида с уксусной кислотой и ее хлорпроизводными. Было показано, что в бинарных системах ацетамид с указанными веществами образует соединения, прочность и количество которых возрастают с увеличением числа атомов хлора в радикале уксусной кислоты. Это положение находится в соответствии с данными, описанными другими авторами [13]. Представляло интерес проследить характер химического взаимодействия ацетамида с уксусной кислотой и ее хлорпроизводными в комбинации из трех компонентов. В другой нашей работе [7] приведены данные по исследованию системы ацетамид — уксусная кислота — монохлоруксусная кислота. При этом было показано, что ацетамид сохраняет свою способность к взаимодействию с уксусной и монохлоруксусной кислотами в случае совместного присутствия обеих кислот. На диаграмме четко выявились не только поля кристаллов чистых компонентов, но и поля соединений в бинарных системах ацетамид — уксусная и монохлоруксусная кислоты. При этом тройных соединений не обнаружено.

Задача настоящего исследования — выяснить характер поведения ацетамида и его соединений в среде двух кислот, различающихся между собой большей величиной ионизации. Для этих целей были использованы уксусная и трихлоруксусная кислоты.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Исследование было проведено визуально-термическим методом. Вначале смеси замораживали в атмосфере жидкого воздуха, а затем в них фиксировали температуры исчезновения последних кристаллов путем нагревания закристаллизовавшихся расплавов. Полученные результаты рассматривали с точки зрения физико-химического анализа [3], [10]. На оси ординат откладывали состав смесей, а на оси абсцисс — их температуры плавления. Весь характер химического взаимодействия между компонентами рельефно отражается на таких диаграммах в виде кривых с характерными изломами, соответствующими химическим превращениям. Состав компонентов выражался в молекулярных процентах. Исходные вещества были предварительно очищены: ацетамид — перегонкой, т. пл. 78°; уксусная кислота — неоднократным вымораживанием, т. пл. 16,5°; трихлоруксусная кислота — перегонкой, т. пл. 58°. Чистота исходных веществ соответствовала константам, приведенным в литературе [11].

Бинарные системы

1. Уксусная кислота — трихлоруксусная кислота. Диаграмма плавкости этой системы состоит из двух пересекающихся ветвей с простой эвтектической точкой и не образует двойных соединений [12]. Гомогенная расплавленная фаза этой системы изучена методом поверхностного натяжения [9] при 40, 50 и 60°. Изотермы поверхностного натяжения изменяются почти по прямой линии, возрастая от уксусной к трихлоруксусной кислоте.

2. Ацетамид — уксусная кислота. По плавкости эта система была изучена ранее [2]. В ней установлено соединение состава $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot \text{CH}_3\text{COOH}$. Мы установили, что ветвь уксусной кислоты круто спускается к эвтектической точке, соответствующей 29,5 мол% ацетамида и т. пл. 13,5°. От эвтектики поднимается ветвь соединения, которая пересекается с ветвью ацетамида при 48,5 мол% ацетамида и т. пл. — 2,4°. В этой системе изучены [4], [8] плотность, вязкость, удельная электропроводность и поверхностное натяжение при 20, 60 и 80°. Изотермы плотности представляют собой кривые с незначительной выпуклостью от оси состава, изотермы вязкости — кривые, выпуклые к оси состава. Поверхностное натяжение изменяется почти прямолинейно, возрастая от кислоты к ацетамиду. Изотермы удельной электропроводности характеризуются максимумом, который с повышением температуры немного смещается в сторону ацетамида. Таким образом, изотермы изученных свойств указывают на существование соединения и в расплавленной гомогенной среде.

3. Ацетамид — трихлоруксусная кислота. По плавкости эта система изучена в работе [2]. В ней установлено существование двух соединений состава $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot \text{CCl}_3\text{COOH}$ и $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot 2\text{CCl}_3\text{COOH}$, оба с явным максимумом при 26 и 29,3°. Эвтектические точки соответствуют: 24,2 мол% ацетамида и т. пл. 22,3°; 41,7 мол% ацетамида и т. пл. 20,6°; 64,12 мол% ацетамида и т. пл. 14°. В системе изучены плотность, вязкость, поверхностное натяжение и удельная электропроводность [6]. Изотермы плотности слегка выпуклы к оси состава. Изотермы вязкости имеют максимум, приходящийся на соотношение ацетамида к трихлоруксусной кислоте как 1:2. На изотерме поверхностного натяжения отмечено по одному максимуму, что связано с наличием в гомогенной среде соединения $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot 2\text{CCl}_3\text{COOH}$. Изотермы электро-

проводности имеют изломы, соответствующие соединениям с соотношением компонентов 1 : 1 и 1 : 2 (2 моля кислоты).

Разрезы через тройную систему

Поверхность кристаллизации тройной системы была исследована также термическим методом. В этих целях было проведено одиннадцать сечений в направлениях, указанных на рис. 4. Номера разрезов соответствуют номерам кривых на рис. 1, 2, 3.

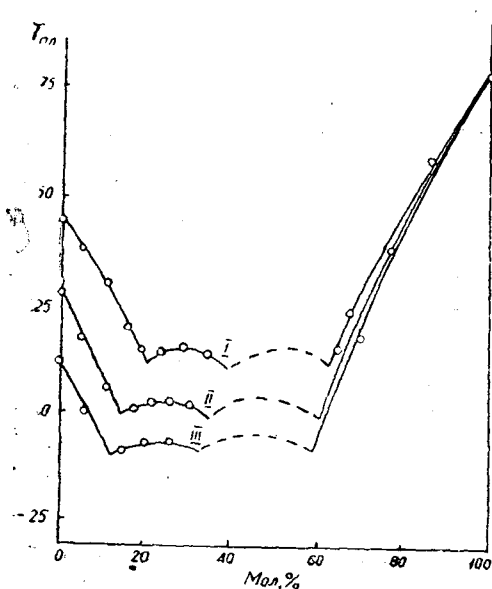


Рис. 1. Кривые кристаллизации по разрезам I, II и III тройной системы ацетамид — уксусная кислота — трихлоруксусная кислота.

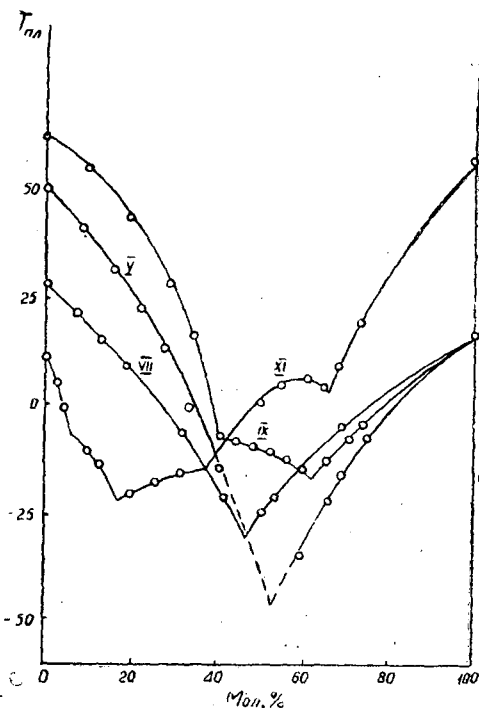


Рис. 2. Кривые кристаллизации по разрезам V, VII, IX, XI тройной системы ацетамид — уксусная кислота — трихлоруксусная кислота.

Разрез I (15 мол% уксусной и 85 мол% трихлоруксусной кислоты) пересекает поля трихлоруксусной кислоты, соединения $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot 2\text{CCl}_3\text{COOH}$ (точка пересечения соответствует 20 мол% ацетамида и т. пл. 11°), соединения $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot \text{CCl}_3\text{COOH}$ (граница пересечения соответствует 39 мол% ацетамида и т. пл. 10°) и ацетамида (точка пересечения соответствует 63 мол% ацетамида и т. пл. 10°).

Разрез II (30 мол% уксусной и 70 мол% трихлоруксусной кислоты) пересекает те же поля. Точки пересечения соответствуют: первая — 14 мол% ацетамида и т. пл. 0° ; вторая — 34 мол% ацетамида и т. пл. 0° и третья — 60 мол% ацетамида и т. пл. 0° .

Разрез III (40 мол% уксусной и 60 мол% трихлоруксусной кислоты) пересекает те же поля. Точки пересечения соответствуют: первая — 12 мол% ацетамида и т. пл. -10° ; вторая — 33 мол% ацетамида и т. пл. -9° ; третья — 58 мол% ацетамида и т. пл. -9° .

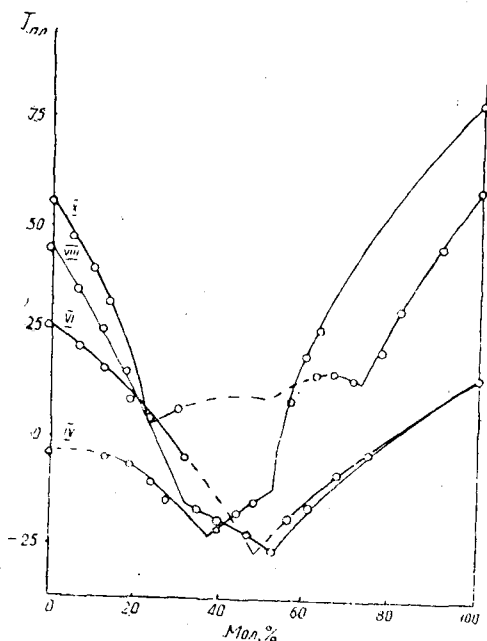


Рис. 3. Кривые кристаллизации по разрезам IV, VI, VIII и X тройной системы ацетамид — уксусная кислота — трихлоруксусная кислота.

Разрез IV (77 мол% уксусной и 23 мол% трихлоруксусной кислоты) пересекает поля уксусной кислоты, соединения $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot \text{CH}_3\text{COOH}$ (точка пересечения соответствует 33 мол% ацетамида и т. пл. — 26°) и поле ацетамида (точка пересечения соответствует 50 мол% ацетамида и т. пл. — 13°).

Разрез V (90 мол% трихлоруксусной кислоты и 10 мол% ацетамида) пересекает поля трихлоруксусной и уксусной кислоты. Точка пересечения отвечает 55 мол% ацетамида и т. пл. — 50° .

Разрез VI (72 мол% трихлоруксусной кислоты и 28 мол% ацетамида). Пересекает поля соединения состава $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot 2\text{CCl}_3\text{COOH}$ и уксусной кислоты. Точка пересечения соответствует 47 мол% уксусной кислоты и т. пл., равной — 28° .

Разрез VII (65 мол% трихлоруксусной кислоты и 35 мол% ацетамида) пересекает те же поля. Точка пересечения соответствует 47 мол% уксусной кислоты и т. пл., равной — 27° .

Разрез VIII (25 мол% трихлоруксусной кислоты и 75 мол% ацетамида) пересекает поля ацетамида, соединения $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot \text{CH}_3\text{COOH}$ (точка пересечения соответствует 32 мол% уксусной кислоты и т. пл., равной — 16°) и уксусной кислоты (точка пересечения отвечает 54 мол% уксусной кислоты и т. пл., равной — 26°).

Разрез IX (15 мол% трихлоруксусной кислоты и 85 мол% ацетамида) пересекает те же поля. Точки пересечения соответствуют: первая — 41 мол% уксусной кислоты и т. пл., равной — 7° , вторая — 63 мол% уксусной кислоты и т. пл., равной 17° .

Разрез X (25 мол% уксусной кислоты и 75 мол% ацетамида) пересекает поля ацетамида, соединения $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot \text{CCl}_3\text{COOH}$ (точка пересечения соответствует 25 мол% трихлоруксусной кислоты и т. пл. 3°).

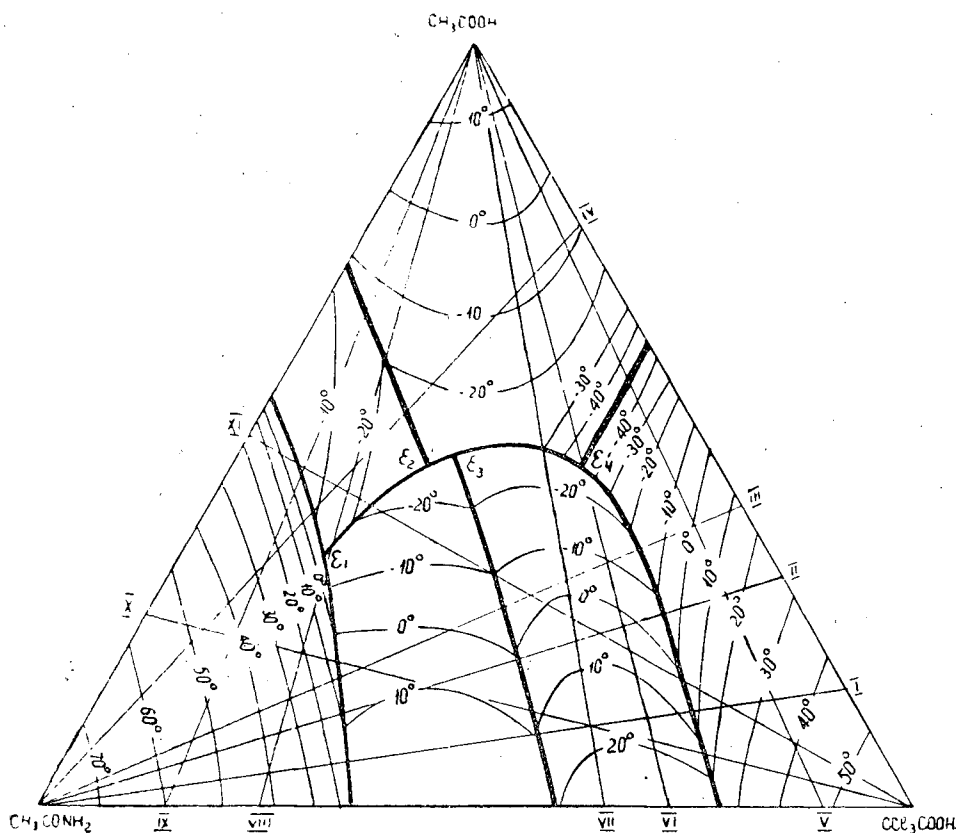


Рис. 4. Плоская диаграмма кристаллизации тройной системы ацетамид — уксусная кислота — трихлоруксусная кислота.

соединения $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot 2\text{CCl}_3\text{COOH}$ (точка пересечения соответствует 52 мол% трихлоруксусной кислоты и т. пл. 10°) и трихлоруксусной кислоты (точка пересечения соответствует 73 мол% трихлоруксусной кислоты и т. пл. 12°).

Разрез XI (48 мол% уксусной кислоты и 52 мол% ацетамида) пересекает поля ацетамида, соединения состава $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot \text{CH}_3\text{COOH}$ (точка пересечения соответствует 6 мол% трихлоруксусной кислоты и т. пл., равной -5°), соединения состава $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot \text{CCl}_3\text{COOH}$ (точка пересечения соответствует 17 мол% трихлоруксусной кислоты и т. пл., равной -21°), соединения состава $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot 2\text{CCl}_3\text{COOH}$ (точка пересечения соответствует 37 мол% трихлоруксусной кислоты и т. пл., равной -13°) и трихлоруксусной кислоты (точка пересечения соответствует 65 мол% трихлоруксусной кислоты и т. пл. 4°).

Следует отметить, что в тройной системе при равном соотношении компонентов наблюдается переохлаждение, что затрудняло ее исследование. Необходимо было применять затравки и энергичное перемешивание. Однако в ряде случаев и это не привело к кристаллизации расплавов (на наших кривых эти участки изображены условно пунктиром).

На основании полученных данных построена диаграмма плавкости тройной системы ацетамид — уксусная кислота — трихлоруксусная кислота, на которой нанесены изотермы через каждые 10° (рис. 4).

Эта диаграмма включает в себя шесть полей кристаллизации: три поля чистых компонентов, поле соединения $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot \text{CH}_3\text{COOH}$ и два поля двойных соединений между ацетамидом и трихлоруксусной кислотой состава $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot \text{CCl}_3\text{COOH}$ и $\text{CH}_3\text{CONH}_2 \cdot 2\text{CCl}_3\text{COOH}$. Тройного соединения в системе не обнаружено.

В системе имеется четыре тройные эвтектические точки: E_1 — 17 мол% трихлоруксусной, 32 мол% уксусной кислоты и 51 мол% ацетамида при т. пл., равной — 16°; E_2 — 23 мол% трихлоруксусной, 44 мол% уксусной и 33 мол% ацетамида при т. пл., равной — 26°; E_3 — 25 мол% трихлоруксусной, 45 мол% уксусной кислоты и 30 мол% ацетамида при т. пл., равной — 26,5°; E_4 — 40 мол% трихлоруксусной, 45 мол% уксусной кислоты и 15 мол% ацетамида при т. пл., равной — 52°.

Тройные эвтектические точки располагаются в такой последовательности $E_1 \rightarrow E_2 \rightarrow E_3 \rightarrow E_4$. Таким образом, общее направление кристаллизации идет в сторону бинарной системы уксусная кислота — трихлоруксусная кислота.

Следовательно, взаимодействие ацетамида с уксусной и трихлоруксусной кислотами в комбинации из трех компонентов существенно не отличается от химизма в двойных системах. Не отмечено существенных различий в химическом взаимодействии ацетамида с карбоновыми кислотами и в том случае, когда последние значительно различаются между собой степенью диссоциации. Характер кристаллизации почти одинаков в случае взаимодействия ацетамида с уксусной и монохлоруксусной кислотами, а также при его взаимодействии с уксусной и трихлоруксусной кислотами.

Кривые растворимости ацетамида с уксусной и трихлоруксусной кислотами подтверждает, что ацетамид — прекрасный растворитель, имеющий важное значение при практическом его применении в ряде производств.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Л. Альбанский, ДАН СССР, 67, 77, 1949 [2]. В. Л. Альбанский, ИСФХА АН СССР, 21, 346, 1952. [3]. В. Я. Амосов, С. А. Погодин, Основные начала физико-химического анализа. Изд-во АН СССР 1947. [4]. И. М. Боховкин, Ю. И. Боховкина. ЖОХ, 26, 1315, 1956. [5]. Ю. И. Боховкина, И. М. Боховкин. ЖОХ, 26, 1318, 1956. [6]. Ю. И. Боховкина, И. М. Боховкин. ЖОХ, 26, 1872, 1956. [7]. И. М. Боховкин, Ю. И. Боховкина, Е. О. Витман. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1964. [8]. Ю. И. Боховкина. ЖОХ, 26, 2955, 1956. [9]. И. М. Боховкин. ЖОХ, 26, 2953, 1956. [10]. Н. С. Курнаков. Введение в физико-химический анализ, 1936. [11] Справочник химика. Т. II, 1952. [12]. Техническая энциклопедия. Справочник физико-химических и технологических величин, т. VI. [13]. А. И. Шатенштейн. Теория кислот и оснований. Госхимиздат, 1949.

Поступила в редакцию,
18 декабря 1963 г.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СМОЛИСТЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ОСМОЛА И ПОЛУЧЕНИЯ ДРЕВЕСНОЙ МУКИ

Ф. А. МЕДНИКОВ

Доцент, кандидат технических наук

В. И. ЖЕРНАКОВА

Младший научный сотрудник

(Ленинградская лесотехническая академия)

Электрогидравлический эффект (ЭГЭ) — новый вид превращения электрической энергии в механическую без промежуточных звеньев. Он возникает при электрическом пробое жидкости высоковольтным импульсным разрядом, имеющим крутой фронт и малую длительность протекания. При этом создаются значительные перемещения жидкости, приводящие к образованию кавитационной полости с последующим ее смыканием. Давление, возникающее при электрогидравлическом ударе, тем выше, чем больше плотность среды [3], [5]. Энергия единичного импульса определяется по формуле [6], [4]

$$A = \frac{C \cdot V^2}{2} \text{вт-с,}$$

где C — емкость, ϕ ;
 V — напряжение, v .

Настоящее исследование проведено на лабораторном оборудовании. Первые две серии опытов — на установке электрогидравлического эффекта при емкости 7800 *пкф* (напряжение тока и расстояние между электродами менялись в зависимости от формы и емкости автоклава, в котором обрабатывали щепу); третью серию опытов — на установке емкостью 120000 *пкф*.

Из подготовленной к опытам осмольной щепы отбирали (методом диагоналей) средние пробы, в которых определяли: 1) степень измельчения — гранулометрически (ситовым анализом); 2) содержание воды — по Дину и Старку (отгонкой с бензином); 3) смолистость — в аппаратах Иванова со свежеперегнанным серным эфиром с последующим титрованием вытяжки 0,1 н. КОН в присутствии фенолфталеина. Этим же методом определяли остаточную смолистость в обработанной электрогидравлическим эффектом древесине. Содержание канифоли в растворах определяли методом титрования, как указано выше.

Первую и третью серии опытов проводили с осмольной щепой лесохимкомбината, а для второй серии щепу приготавливали в лаборатории из крупных кусков осмола, заготовленного в Ленинградской области.

Содержание канифоли в исходной щепе было в пределах 21,2—65,2% на абс. сухую обессмоленную древесину, а влажность 4—24% (некоторые опыты проводили с увлажнением щепы до 60%).

Осмольная щепка комбината, подготовленная к опытам, имела такие размеры, что через сито № 10 (с диаметром ячеек 10 мм) проходило 42,95; через сито № 7 (7 мм) — 37,48; через сито № 5 (5 мм) — 14,43; через сито № 3 (3 мм) — 2,66; через сито № 2 (2 мм) — 0,85; через сито № 1 (1 мм) — 0,55%; пыль и древесная мелочь составляли 0,44%.

Более однородной была щепка, приготовленная для опытов в лабораторных условиях: на 90% она состояла из кусков размерами $11 \div 15 \times 2 \div 6 \times 4 \div 10$ мм (наибольший размер соответствует направлению волокон).

Опыты проводили в стальном и латунном автоклавах емкостью в 0,5 и 6 л. Через верхнюю крышку автоклава вводили латунный электрод, корпус автоклава являлся вторым электродом; расстояние между ними колебалось в пределах от 10 до 40 мм.

После загрузки в автоклав щепу заливали растворителем в количестве, необходимом для полного покрытия загруженного материала. Затем автоклав включали в схему установки электрогидравлического эффекта. Управление процессом осуществляли с регулировочного пульта. После подачи заданного числа импульсов ток выключали из щепы. Мисцеллу отсасывали через фильтр и в ней определяли содержание канифоли. Отмытую от смолистых веществ древесину высушивали, степень ее измельчения определяли ситовым анализом, а содержание смолистых — обычным порядком.

Результаты опытов по извлечению смолистых из осмольной щепы электрогидравлическим эффектом приведены в табл. 1.

Таблица 1

№ серии опытов	№ опыта	Количество загруженных в автоклав		Содержание канифоли (% на абс. сухую обессмоленную древесину)		Коэффициент извлечения смолистых веществ, %*	Расход электроэнергии (квт ч) на 1 кг щепы при 20%-ной влажности
		щепы, Г	растворителя, мл	в исходной щепе	после обработки ЭГЭ		
I (С-7800 пкф)	1	75	500	23,5	12,9	45,1	4,30
	2	50	600	32,0	8,7	72,8	2,10
	3	50	600	32,0	15,3	55,3	2,10
	4	50	600	32,3	13,7	57,5	2,20
	5	50	600	32,5	13,9	57,2	2,20
	6	50	600	32,5	7,0	78,4	2,20
II (С-7800 пкф)	1	30	250	43,4	26,4	38,7	15,4
	2	20	200	55,3	6,4	88,4	0,37
	3	20	150	55,3	3,2	94,2	4,91
	4	20	250	65,2	13,9	78,7	1,44
	5	20	200	65,2	7,5	88,4	3,58
	6	20	150	50,7	8,3	83,6	4,70
	7	20	250	50,7	9,9	80,3	1,08
	8	20	200	33,8	29,0	14,1	11,52
	9	20	200	41,2	11,7	71,6	1,79
III (С-120000 пкф)	1	500	3500	26,7	5,16	80,6	2,19
	2	500	1500	26,1	6,80	74,0	4,05
	3	430	4500	28,1	24,90	11,3	6,89

* Коэффициент извлечения следует считать условным, так как адсорбция смолистых веществ древесной мукой из мисцеллы не была учтена.

В первой серии опытов коэффициент извлечения колеблется в пределах от 46,1 до 78,4%.

Несколько опытов по извлечению смолистых веществ из щепы, обработанной ЭГЭ, было поставлено в водной среде без органического растворителя (опыты 1 и 8 во второй серии и опыт 3 в третьей серии). Как видно, извлечение смолистых при этом совсем незначительно (11,3—14,1 и 38,7%). При этом образуется стойкая, белого цвета эмульсия, которая при выдерживании в течение 2 месяцев не расслаивалась. Смолистые вещества извлекали из этой водной эмульсии серным эфиром. Обработка эмульсии на центрифугах не привела к положительным результатам. Наиболее высокие коэффициенты извлечения смолистых получены при проведении второй серии опытов, где в качестве жидкой среды применяли бензинобутанольную смесь с небольшими добавками воды. Обработка осмольной щепы в среде таких органических растворителей приводит к почернению древесины в процессе опыта, причем почернение не распространяется в глубь щепок, а покрывает древесину только снаружи. В отдельных опытах второй серии коэффициент извлечения смолистых веществ составляет 88% (опыты 2 и 6) и 94% (опыт 3). Все это указывает на возможность применения электрогидравлического эффекта для извлечения смолистых из древесины.

Канифоль после отгонки с паром растворителя из мисцеллы и подсушивания в термостате (при 110—115° С) имела темный цвет, температуру размягчения 54° С, кислотное число 132; в канифоли, полученной методом ЭГЭ, содержалось смоляных кислот 74; жирных — 9,2; не растворимых в петролейном эфире веществ — 15,7 и неомыляемых — 16%.

Как видно из этой физико-химической характеристики, канифоль в основном отвечает требованиям ГОСТа 797-55 (второй сорт). Высокое содержание не растворимых в петролейном эфире веществ и темный цвет канифоли указывают на окисление последней, происходящее при извлечении ее из осмола методом электрогидравлического эффекта. Это может привести в дальнейшем к получению вместо обычной экстракционной канифоли окисленных смол (типа абиетиновой).

Улавливание летучих смолистых веществ в этих опытах не проводили из-за незначительных количеств осмольной щепы.

При обработке электрогидравлическим эффектом из осмола наравне со смолистыми веществами получается стандартная древесная мука, широко применяемая в производстве разнообразных пластических масс и в других отраслях промышленности. При однократной обработке выход муки, отвечающей требованиям технических условий на этот продукт, составляет для опыта 1—97,9 (в среде воды); для опыта 3—92,7 (в среде бензина); для опыта 8—88,2% (в среде бензинобутанольной смеси).

В табл. 1 приведен расход электроэнергии на измельчение осмольной щепы в древесную муку. Из таблицы видно, что сравнительно высокий расход (укладывающийся в среднем только в верхний предел обычного расхода на получение древесной муки размолом [1], [2]), наблюдается в первых двух сериях опытов.

Это обуславливается главным образом отсутствием специальных аппаратов, в которых следует проводить измельчение осмольной древесины (методом электрогидравлического эффекта) с одновременным извлечением смолистых веществ.

Проведение ряда опытов в автоклаве с тремя электродами (вместо одного центрального) обеспечивает обработку древесины тройным уда-

ром и приводит к сокращению расхода электроэнергии на 20—25% по сравнению с опытами, проводившимися на одноэлектродном латунном автоклаве (на электроды дается положительный заряд, а отрицательный— на корпус автоклава).

Проведенные опыты по обработке осмольной щепы методом электрогидравлического эффекта дают основания для конструирования непрерывнодействующего многоэлектродного электрогидравлического экстрактора с получением канифоли, окисленных смол, летучих смолистых веществ и древесной муки из пневого осмола и других видов смолистой древесины.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Д. Архангельский. Технология древесной муки. Гослесбумиздат, М., 1957. [2]. Н. А. Борисов. Опыт эксплуатации цехов древесной муки. ЦБТИ министерства лесной промышленности РСФСР, М., 1957. [3]. О. В. Карышев. Прирученная молния. Журн. «Знание-сила» № 4, М., 1956. [4]. Н. Г. Столяров. Молния под водой. Журн. «Советский Союз» № 1, М., 1958. [5]. Л. А. Юткин. Электрогидравлический эффект и его применение в горном деле. Журн. «Строительные материалы, изделия и конструкции» № 9, М., 1955. [6]. Л. А. Юткин. Электрогидравлический эффект. Машгиз, М.—Л., 1955.

Поступила в редакцию
18 ноября 1963 г.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ
РАСКРОЯ ДРЕВЕСНЫХ СТВОЛОВ С ЦЕЛЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ
ЦИФРОВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ
ПРОЦЕССОМ РАЗДЕЛКИ ХЛЫСТОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ

В. С. ПЕТРОВСКИЙ

И. о. доцента

(Сибирский технологический институт)

Ранее мы получили математическое описание процесса раскряжки стволов [8], которое позволяет, исходя из принятой схемы раскряжки, вычислить величины четырех показателей выхода бревен; разработали теоретические основы построения алгоритмов раскряжки [7], [9]; доказали возможность использования вычислительных устройств для автоматизированного управления раскряжкой хлыстов по оптимальным программам [9].

В дальнейшем необходимо было построить систему автоматической оптимизации (САО) раскряжки стволов и дать четкую логику поиска оптимальных схем раскряжки. Этому вопросу и посвящена настоящая статья. Данная задача чрезвычайно сложна, что можно объяснить следующими причинами: 1) уравнения математических моделей нелинейные; 2) древесные стволы имеют неодинаковые размеры по длинам и диаметрам и разную степень фауности древесины; 3) на выпуск бревен накладываются сложные требования ГОСТ и сортиментные программы; число возможных вариантов раскряжки колеблется в пределах 10^3 — 10^9 в зависимости от длины ствола и градации длины заготавливаемых бревен по ГОСТу.

Если характеристики поступающих в разделку стволов не меняются в течение сравнительно длительного времени, то вычислительное устройство может и не входить в контур системы автоматической оптимизации, и раскрой стволов можно производить по заранее рассчитанным оптимальным программам. Но древесные стволы, даже одной породы, резко отличаются друг от друга по длинам, диаметрам и степени фауности, поэтому вычислительное устройство должно входить в систему управления автоматической линией и быстро определять оптимальные программы раскряжки.

Дадим формулировку принципа оптимальности раскряжки в САО. «Оптимальными схемами (программами) раскряжки стволов являются те схемы, которые при заданных ограничениях и случайных воздействиях обеспечивают максимум объемного выхода деловых бревен (V_{max}^a), максимум бревен плановых сортиментов (V_{max}^n), с наибольшим возможным их цилиндрическим объемом V_{max}^c , с наибольшим возможным выходом бревен в ценностном выражении: $(Q_{max})^a$ ».

Рассмотрим порядок реализации каждого требования оптимальности в управляющей вычислительной системе.

Получение максимального объемного выхода деловых бревен V_{max}^d

Перевод древесины в категорию дров происходит в подавляющем большинстве случаев из-за наличия в деревьях внутренних гнилей, и главным образом, напеленных. Отдельные стволовые гнили иногда встречаются на перестойных деревьях и располагаются в низкообъемной верхней части ствола. В результате исследования центральных напеленных гнилей мы установили математические связи между диаметром и длиной гнилостного поражения с достаточно высоким корреляционным отношением [6], а также получили уравнение для вычисления длины дровяной откомлевки [8]. Наличие названных уравнений раскроя позволяет вычислительному устройству находить места распиловки стволов для отделения дровяных отрезков. Рассматриваемое требование оптимальности введем в управляющую вычислительную САО в виде воздействий на процесс раскроя, которые вызваны случайными поступлениями хлыстов с напеленной гнилью. Но следует отметить, что лучшее решение вопроса получения V_{max}^d в САО может быть найдено с помощью автоматических дефектоскопов древесины.

ПОЛУЧЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОГО ВЫХОДА БРЕВЕН ПЛАНОВЫХ СОРТИМЕНТОВ V_{max}^n

Исходя из размеров и фауности ствола, диаметров плановых лесоматериалов, минимально допустимых по ГОСТу, и очередности выпилки сортиментов, вычислительная САО должна определить протяженность сортиментных зон. Обязательный раскрой хлыстов на сортиментные зоны позволяет автоматически выполнять, а возможно и перевыполнять план лесозаготовок по важным сортиментам.

Математическая основа алгоритма решения этой задачи — уравнение образующей древесного ствола, имеющее общий вид

$$2x = 1,41 \cdot D_{0,5} \cdot \left[\sqrt{1 - \frac{l}{H}} + A \left(\frac{l}{H} \right)^4 + B \left(\frac{l}{H} \right)^3 + C \left(\frac{l}{H} \right)^2 + D \left(\frac{l}{H} \right) + E \right], \quad (1)$$

где $2x$ — диаметр ствола в месте измерения;
 l — расстояние от комля ствола до места измерения диаметра;

H — длина ствола;

A, B, C, D, E — коэффициенты, которые для каждой породы дерева имеют свои значения;

$D_{0,5}$ — базовый диаметр на высоте $0,5 H$ от комля.

Наличие базового диаметра на высоте $0,5 H$ исключает влияние размера коэффициента формы q_2 на величины коэффициентов A, B, C, D, E . Вычисление длины сортиментных зон можно существенно упростить, если по уравнению (1) составить таблицу значений $\frac{l}{H} = l_0$ и соответствующие им значения $\frac{2x}{D_{0,5}} = j$, где l_0 — относительное расстояние точки ствола от комля; j — относительный сбег в точке ствола.

Рассмотрим пример. При раскряжке хлыстов требуется получить наибольший выход строевых бревен диаметром 12 см и более. Для каждого хлыста известны H и $D_{0,5}$. Вычислим величину $j = \frac{0,12}{D_{0,5}}$. По j с помощью таблицы находим l_0 , откуда $l = l_0 \cdot H$, здесь l — расстояние от комля ствола до того сечения, где диаметр равен 12 см.

Такой же порядок расчета можно применить и при раскряжке хлыстов на две и большее количество сортиментных зон. Эта таблица дает решение обратной задачи: по принятой схеме раскроя можно определить диаметры каждого бревна, что дает существенное упрощение математического аппарата САО.

Требование получить наибольший выход плановых лесоматериалов введем в САО в виде соответствующих ограничений при раскряжке каждого хлыста на сортиментные зоны.

Реализация первого и второго требований оптимальности в САО определяет длину дровяного отрезка с напенной гнилью и протяженность сортиментных зон. В дальнейшем сортиментные зоны необходимо раскроить на бревна оптимальной длины. Эти длины должны соответствовать наибольшей сумме цилиндрического объема бревен и наибольшему ценностному выходу древесины. Мы установили, что для большинства сосновых и пихтовых деревьев сбеги и ценностное качество древесины имеют сходные закономерности изменения по длине ствола. Схемы раскроя с наибольшей суммой цилиндрического объема бревен и с наибольшим ценностным выходом древесины довольно часто совпадают. В этой статье рассмотрим поиск схем раскроя, которые дают наибольший выход цилиндрического объема бревен.

На поиск оптимальных схем раскроя в САО накладывают ряд ограничений по длинам бревен: 1) длина каждого бревна (a_i) должна быть не больше максимально допустимой длины (a_{max}), то есть $a_i \leq a_{max}$ при $i = 1, 2, 3, \dots, n$, где n — число бревен, на которые раскроен ствол; 2) длина каждого бревна должна быть не меньше минимально допустимой длины (a_{min}), то есть $a_i \geq a_{min}$ (по ГОСТу a_{max} и a_{min} для деловых сортиментов и дровяных бревен имеют разные размеры); 3) длины бревен из одного хлыста не должны быть одинаковыми, то есть $a_i = l_i - l_{i-1} \neq const$, где l_i — расстояние от комля хлыста до верхнего торца i -го бревна; 4) средняя длина бревен из каждого хлыста должна быть равной или близкой к среднеплановой длине (a_c)

$$a_c \approx \frac{\sum_{i=1}^n (l_i - l_{i-1})}{n} = \frac{H}{n}. \quad (2)$$

Среднюю плановую длину бревен указывают в сортиментных заданиях леспромхозов, прикрепленных к постоянным потребителям леса. Такая практика применяется также в Финляндии и других странах [1]. Несоблюдение третьего ограничения может вызвать повышенный выход укороченных или только удлиненных бревен, что, конечно, недопустимо.

Нужно иметь в виду, что уравнение (2) при поиске оптимальных схем раскроя дает число бревен (n), на которые нужно разделить древесный ствол.

Для выявления логики поиска оптимальных программ раскряжки автор привел два необходимых доказательства.

Доказательство I. Если уменьшить длину бревна, то отношение цилиндрического объема древесины к общему объему увеличится, то есть при $\Delta a < 0$

$$\frac{f(a + \Delta a)}{\varphi(a + \Delta a)} - \frac{f(a)}{\varphi(a)} > 0. \quad (3)$$

Имеем бревно длиной a , диаметром в комле D_0 , диаметром в верхнем торце D_1 . Уменьшим длину бревна на величину Δa . Укороченное бревно имеет диаметр в верхнем торце D_{11} , причем $D_0 > D_{11} > D_1$; $f(a) = V_{\text{ц}}$ и $\varphi(a) = V$ — цилиндрический и общий объемы бревна длиной a ; $f(a + \Delta a) = V_{\text{ц}} + \Delta V_{\text{ц}}$ и $\varphi(a + \Delta a) = V + \Delta V$ — цилиндрический и общий объемы бревна длиной $(a + \Delta a)$.

В формулу (3) подставим значения цилиндрического и общего объемов бревна как усеченного параболоида

$$\frac{\frac{\pi}{4}(a - \Delta a) D_{11}^2}{\frac{\pi}{8}(a - \Delta a) \cdot (D_{11}^2 + D_0^2)} - \frac{\frac{\pi}{4} \cdot a \cdot D_1^2}{\frac{\pi}{8} \cdot a (D_1^2 + D_0^2)}.$$

После сокращения и преобразования это выражение имеет вид

$$2D_0^2 \cdot (D_{11}^2 - D_1^2).$$

Так как $D_{11} > D_1$, то и

$$2D_0^2 \cdot (D_{11}^2 - D_1^2) > 0.$$

Таким же способом можно доказать и обратное положение при $\Delta a > 0$

$$\frac{f(a + \Delta a)}{\varphi(a + \Delta a)} - \frac{f(a)}{\varphi(a)} > 0. \quad (4)$$

Доказательство II. При раскросе хлыста на конечное (фиксированное) число бревен с уменьшением длины комлевых, верхинных и с соответствующим увеличением длины срединных бревен наблюдается прирост цилиндрического объема древесины ($\Delta V_{\text{ц}}$).

Для краткости и простоты доказательства возьмем ствол с отпиленной верхинной частью и раскросим его на два бревна одинаковой длины. При этом имеем срединное бревно длиной a , диаметром в верхнем торце D_1 , со средним сбегом i_1 ; комлевое бревно длиной a , диаметром в верхнем торце D_2 , диаметром в комле D_3 , со средним сбегом

$$i_2. \text{ При } i_1 = \frac{D_2 - D_1}{a}; \quad i_2 = \frac{D_2 - D_2}{a}; \quad i_2 > i_1; \quad D_2 = D_1 + a \cdot i_1.$$

В этом варианте раскрося выход цилиндрического объема бревен

$$V_{\text{ц}} = \frac{\pi}{4} \cdot a \cdot (D_1^2 + D_2^2).$$

Уменьшим длину комлевого бревна и увеличим длину срединного на величину Δa . Укороченное комлевое бревно имеет диаметр в верхнем торце D_{22} . Для реальной области изменения величины Δa можно принять следующее соотношение между диаметрами D_2 и D_{22} :

$$D_{22} \approx D_2 + \Delta a_1 \cdot i_1.$$

В новом варианте раскрося выход цилиндрического объема

$$V_{\text{ц}}^1 = \frac{\pi}{4} [(a + \Delta a) \cdot D_1^2 + (a - \Delta a) \cdot (D_2^2 + 2D_2 \cdot \Delta a \cdot i_1 + \Delta a^2 \cdot i_1^2)].$$

В это уравнение вместо D_2 подставим его значение через D_1 . После этого найдем уравнение, характеризующее величину прироста цилиндрического объема.

$$\Delta V_{\text{ц}} = V_{\text{ц}}^1 - V_{\text{ц}}.$$

После подстановки значений $V_{\text{ц}}^1$ и $V_{\text{ц}}$ и преобразования получим

$$\Delta V_{\text{ц}} = \frac{\pi}{4} [a \cdot \Delta a \cdot i_1^2 \cdot (a - \Delta a) - \Delta a^2 \cdot i_1 \cdot (2D_1 + \Delta a \cdot i_1)] \quad (5)$$

или

$$\Delta V_{\text{ц}} = \frac{\pi}{4} (A - B).$$

Найдем формулу для вычисления оптимального приращения Δa_{opt} , при котором положительный прирост цилиндрического объема достигает максимума. Для этого продифференцируем уравнение (5) по Δa и производную $\frac{\partial(\Delta V_{\text{ц}})}{\partial(\Delta a)}$ приравняем нулю

$$\frac{\partial(\Delta V_{\text{ц}})}{\partial(\Delta a)} = \frac{\pi}{4} [-3 \cdot i_1^2 \cdot \Delta a_{\text{opt}} - (2a \cdot i_1 + 4D_1) \cdot i_1 \cdot \Delta a_{\text{opt}} + a^2 \cdot i_1^2] = 0.$$

Из этого равенства получим формулу для вычисления оптимального приращения при раскрое ствола на два бревна

$$\Delta a_{\text{opt}} = \frac{-2(a \cdot i_1 + 2D_1) + \sqrt{(2a \cdot i_1 + 4D_1)^2 + 12a^2 \cdot i_1^2}}{6i_1}. \quad (6)$$

Вторая производная уравнения (5) имеет отрицательный знак

$$\frac{\partial^2(\Delta V_{\text{ц}})}{\partial(\Delta a)^2} = \frac{\pi}{4} [-6i_1^2 \cdot \Delta a - 2a \cdot i_1^2 - 4D_1 \cdot i_1] < 0.$$

Это говорит о действительном наличии максимума. Прирост цилиндрического объема будет равен нулю в следующих двух случаях: 1) при $\Delta a = 0$ и $\Delta V_{\text{ц}} = 0$; 2) с увеличением Δa от нуля до Δa_{opt} положительный прирост цилиндрического объема становится больше, при дальнейшем увеличении Δa наблюдается постепенное уменьшение положительного $\Delta V_{\text{ц}}$. Значение Δa_0 , при котором заканчивается положительный прирост и начинается отрицательный, можно определить из уравнения (5). В этом случае $A = B$ и $\Delta V_{\text{ц}} = 0$. После подстановки A и B и преобразования получим

$$\Delta a_0 = \frac{-(2D_1 + a \cdot i_1) + \sqrt{(2D_1 + a \cdot i_1)^2 + 4a^2 \cdot i_1^2}}{2i_1}. \quad (7)$$

Анализ уравнений (6) и (7) показал, что

$$\Delta a_0 = 2\Delta a_{\text{opt}}$$

Полученное доказательство справедливо и при раскрое целого ствола на три и большее число бревен. Оптимальные приращения по длине каждого бревна в этом случае вычисляются после нахождения экстремальных значений функции прироста цилиндрического объема по каждому переменному приращению.

ПОЛУЧЕНИЕ НАИБОЛЬШЕГО ВОЗМОЖНОГО ВЫХОДА ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ОБЪЕМА БРЕВЕН $V_{\text{ц}}^{\text{max}}$ (ОКОНЧАТЕЛЬНОЕ УСТАНОВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СХЕМЫ РАСКРОЯ)

Вычислительная САО определяет длину дровяных отрезков с напленной гнилью и протяженность сортиментных зон ствола. Каждую сортиментную зону нужно раскроить так, чтобы длины бревен соответствовали наибольшему выходу цилиндрического объема древесины.

Разберем пример. Пусть ствол имеет напennую гниль. Требуется получить наибольший выход пиловочных бревен диаметром 14 см и более.

Место первого распила (длина дровяной откомлевки) и второго (в сечении ствола с диаметром 14 см) определяют рассмотренными выше способами.

Имеем комлевое бревно длиной $a_1 = l_1$ и вершинное бревно $a_n = l_n - l_{n-1} = H - l_{n-1}$. Пусть $a_{\min} < a_1 < a_{\max}$ и $a_{\min} < a_n < a_{\max}$. Число бревен, которое необходимо выпилить из этого ствола, $n \approx \frac{H}{a_c}$ с округлением n до ближайшего целого. Число бревен, на которое необходимо распилить пиловочную зону ствола, равно $n - 2$. Эта зона распространяется от l_1 до l_{n-1} . Следовательно, мы имеем функцию

$$V_{\Pi} = f(a_2, a_3, \dots, a_{n-1}), \quad (8)$$

ограниченную в области от l_1 до l_{n-1} ,

где $a_2 = l_2 - l_1$ — длина второго бревна;

$a_{n-1} = l_{n-1} - l_{n-2}$ — длина $(n - 1)$ бревна;

l_{n-1} — расстояние от комля до верхнего торца $(n - 1)$ бревна.

Требуется найти максимум функции (8). Для решения этой задачи используем четыре метода максимизации.

1. Максимизация уравнения (8) классическим методом математики

Имеем функцию $V_{\Pi} = f(a_2, a_3, \dots, a_{n-1})$, которая определена и непрерывна в ограниченной области от l_1 до l_{n-1} . По теореме Вейерштрасса в этой области найдется точка M с координатами $a_2^0, a_3^0, \dots, a_{n-1}^0$, в которой функция получает наибольшее значение. Обращение в нуль частных производных первого порядка — необходимое условие существования экстремума. Функциональное уравнение (8) запишем в следующем виде:

$$V_{\Pi} = \frac{\pi}{4} [a_2 \cdot x_2^2 + a_3 \cdot x_3^2 + \dots + a_{n-1} \cdot x_{n-1}^2].$$

Подставив в это уравнение функциональные значения a и x , получим

$$V_{\Pi} = \frac{\pi}{4} [(l_2 - l_1) \cdot \varphi(D_{0,5}, \frac{l_2}{H}) + (l_3 - l_2) \cdot \varphi(D_{0,5}, \frac{l_3}{H}) + \dots + (l_{n-1} - l_{n-2}) \cdot \varphi(D_{0,5}, \frac{l_{n-1}}{H})]. \quad (9)$$

Радиусы в верхнем отрубе второго, третьего, ... $(n - 1)$ бревна x_2, x_3, \dots, x_{n-1} определяем из уравнения (1). Величины l_2, l_3, \dots, l_{n-1} находим путем решения следующей системы уравнений:

$$\frac{\partial (V_{\Pi})}{\partial (l_2)} = 0; \quad \frac{\partial (V_{\Pi})}{\partial (l_3)} = 0; \quad \dots; \quad \frac{\partial (V_{\Pi})}{\partial (l_{n-2})} = 0 \quad (10)$$

(при этом считаем, что величины l_1 и l_{n-1} определены раньше). По величинам l_2, l_3, \dots, l_{n-2} вычисляем длины бревен a_2, a_3, \dots, a_{n-1} . Такое решение также удовлетворяет достаточному условию максимума.

Этот метод нахождения оптимальной схемы раскря неприемлем, когда длины первого и последнего бревен неизвестны. В этом случае длина комлевых бревен часто будет меньше минимально допустимой ($a_1 < a_{min}$), а длина вершинных бревен часто будет больше максимально допустимой ($a_n > a_{max}$).

2. Нахождение оптимальной программы раскря методом градиента

Вначале область ствола от l_1 до l_{n-1} раскряем на бревна одинаковой длины $a_1 = a_2 = a_3 = \dots = a_{n-1}$, причем $a_1 = \frac{l_{n-1} - l_1}{n-2}$. Для этой схемы раскря определим цилиндрический объем бревен

$$V_n^1 = f(a_2, a_3, \dots, a_{n-1}).$$

Это начальная точка поиска. Используя второе доказательство, можно установить направление поиска оптимальной схемы раскря градиентным методом, то есть для срединных бревен нужно дать положительные приращения по длине, для комлевых и вершинных — отрицательные, причем сумма приращений на каждом шаге поиска по всем бревнам должна быть равной нулю. Метод градиента заключается в том, что величины изменения каждой переменной (Δa_i) устанавливаются пропорциональными соответствующим компонентам градиента [5], [6]

$$\Delta a_i = R \frac{\partial f}{\partial a_i}, \quad (11)$$

где $i = 2, 3, \dots, n-1$;

Δa_i — приращение длины i -го бревна;

R — постоянная величина, кратная градации длины бревен по ГОСТу.

После первого шага изменения длины бревен вычисляем выход V_n^{11} и прирост цилиндрического объема

$$\Delta V_n = V_n^{11} - V_n^1 > 0.$$

Далее по уравнению (11) находим новые приращения по длине каждого бревна и т. д. Поиск оптимальной схемы раскря заканчивается при $\Delta V_n = 0$, а также если последующий шаг по всем переменным дает отрицательный прирост цилиндрического объема ($\Delta V_n < 0$). Если длины первого и последнего бревен неизвестны, то оптимальную схему раскря находим таким же образом при $i = 1, 2, \dots, n$.

В процессе поиска какое-нибудь бревно может достигнуть предельной длины (a_{min} или a_{max}), а выход цилиндрического объема продолжает нарастать. Длину этого бревна принимаем за постоянную величину. По оставшимся переменным вычисляем новые приращения и продолжаем поиск.

Достоинством метода градиента является возможность реализации всех ограничений по длинам бревен; недостатком — повышенный объем вычислений.

3. Нахождение оптимальной схемы раскря с использованием второго доказательства

Вначале область ствола от l_1 до l_{n-1} раскряем на бревна одинаковой длины $a_1 = a_2 = a_3 = \dots = a_{n-1}$

$$a_i = \frac{l_{n-1} - l_1}{n-2}.$$

Для этой схемы раскроя определим выход цилиндрического объема

$$V_{\text{ц}} = \frac{\pi}{4} \cdot a_i \cdot [x_2^2 + x_3^2 + \dots + x_{n-1}^2].$$

Если квадраты радиусов x_2, x_3, \dots, x_{n-1} выразим через их функциональные зависимости, то это выражение примет вид

$$V_{\text{ц}} = \frac{\pi}{4} a_i \left[\varphi \left(D_{0,5}, \frac{l_1 + a_i}{H} \right) + \varphi \left(D_{0,5}, \frac{l_1 + 2a_i}{H} \right) + \dots + \varphi \left(D_{0,5}, \frac{l_1 + (n-2) \cdot a_i}{H} \right) \right]. \quad (12)$$

Имеем в виду, что оптимальные длины $a_2^0, a_3^0, \dots, a_{n-1}^0$ обеспечивают максимальный выход цилиндрического объема бревен

$$V_{\text{max}}^{\text{ц}} = \frac{\pi}{4} [(a_i + \Delta a_2^0) \cdot x_{22}^2 + (a_i + \Delta a_3^0) \cdot x_{33}^2 + \dots + (a_i + \Delta a_{n-1}^0) \cdot x_{n-1}^2].$$

Если квадраты радиусов бревен (получивших оптимальные приращения $\Delta a_2^0, \Delta a_3^0, \dots, \Delta a_{n-1}^0$) заменим их функциональными зависимостями, то получим

$$V_{\text{max}}^{\text{ц}} = \frac{\pi}{4} \left[(a_i + \Delta a_2^0) \cdot \varphi \left(D_{0,5}, \frac{l_1 + a_i + \Delta a_2^0}{H} \right) + (a_i + \Delta a_3^0) \cdot \varphi \left(D_{0,5}, \frac{l_1 + 2a_i + \Delta a_3^0}{H} \right) + \dots + (a_i + \Delta a_{n-1}^0) \cdot \varphi \left(D_{0,5}, \frac{l_1 + (n-2) a_i}{H} \right) \right]. \quad (13)$$

Знаки приращений для срединных бревен должны быть положительными, для комлевых и вершинных бревен — отрицательными, причем

$$V_{\text{max}}^{\text{ц}} - V_{\text{ц}} = \Delta V_{\text{ц}} = F(\Delta a_2^0, \Delta a_3^0, \dots, \Delta a_{n-1}^0).$$

Исходя из второго доказательства, численное значение оптимальных приращений может быть найдено путем решения следующей системы уравнений:

$$\frac{\partial (\Delta V_{\text{ц}})}{\partial (\Delta a_2^0)} = 0; \quad \frac{\partial (\Delta V_{\text{ц}})}{\partial (\Delta a_3^0)} = 0; \quad \dots; \quad \frac{\partial (\Delta V_{\text{ц}})}{\partial (\Delta a_{n-1}^0)} = 0. \quad (14)$$

После этого вычисляем оптимальные длины бревен раскраиваемой области

$$a_2^0 = a_i + \Delta a_2^0; \quad a_3^0 = a_i + \Delta a_3^0; \quad \dots; \quad a_{n-1}^0 = a_i + \Delta a_{n-1}^0.$$

Значение $\Delta V_{\text{ц}}$ в уравнениях (14) получаем как разность между уравнениями (13) и (12). Этот метод нахождения оптимальной схемы раскроя требует во много раз меньше вычислений, чем метод градиента. Точку максимума выхода цилиндрического объема с координатами $M(a_2^0, a_3^0, \dots, a_{n-1}^0)$ находим единственным рабочим шагом по всем переменным. Кроме того, направленность изменения приращений длины не дает возможности бревнам выходить за предельно допустимые размеры a_{min} и a_{max} .

Рассмотренные три метода максимизации основаны на использовании довольно сложных нелинейных уравнений, что создает известные вычислительные трудности при реализации этих методов в системе автоматической оптимизации.

4. Нахождение оптимальной схемы раскря методом динамического программирования

Классическая формулировка задачи максимизации в первом методе поиска приводит к описанию процесса раскря хлыста в целом, тогда как формулировка задачи с точки зрения динамического программирования ведет к описанию последовательного выбора длины бревен, начиная от комля. Динамическое программирование не является всеобщим рецептом для решения любой задачи максимизации [2], [3]. В данном случае получить решение нашей задачи в виде готовой формулы невозможно. Его мы дадим в виде таблицы. Найдем путь поиска оптимальной схемы раскря и укажем порядок вычислений.

Раскряжка хлыста — это n -шаговый процесс последовательного расчленения его на n бревен. Раскря хлыста в сущности можно рассматривать как динамический процесс с искусственно введенным временем, проявляющим себя в виде числа бревен неустановленной длины, которые необходимо определить до конца поиска.

При использовании метода динамического программирования без затруднений реализуются все воздействия и ограничения на процесс раскря.

Для наглядности и простоты изложения рассмотрим раскря хлыста, в котором длины первого и последнего бревен неизвестны.

Определим функцию $f_n(H)$ как максимум цилиндрического объема от n -шагового процесса раскря области H . Следовательно, мы имеем

$$f_n(H) = \max_{\{H\}} V_n(H, a_1^0, a_2^0, \dots, a_n^0). \quad (15)$$

Максимизацию сложной функции n — переменных заменим последовательностью максимизации. Применяя подход метода динамического программирования, сформулируем следующий принцип поиска оптимальных длин бревен: «Длина каждого бревна должна соответствовать наибольшей цилиндрической кубатуре в нем, в сумме с предыдущими бревнами; причем оставшаяся часть хлыста раскрявается наивыгоднейшим образом».

Исходя из этого, запишем основное функциональное уравнение динамического программирования для нашей задачи

$$f_n(H) = \max V_n = [q_1(l_1) + q_2(l_2 - l_1) + \dots + q_n(l_n - l_{n-1})], \quad (16)$$

где q_1, q_2, \dots, q_n — функции, обеспечивающие наибольший цилиндрический объем первого, второго, ..., n -го бревна, в сумме с предыдущими и последующими бревнами.

В процессе нахождения значений q_1, q_2, \dots, q_n необходимо для каждого бревна рассмотреть K вариантных решений его длины

$$K = \frac{a_{max} - a_{min}}{\mu}, \quad (17)$$

где μ — градация длины бревен по ГОСТу.

Число вариантных решений по длине всех бревен (n) из хлыста

$$N \approx K \cdot n. \quad (18)$$

Число K и, следовательно, N можно уменьшить в среднем в два раза и поиск длины каждого бревна поставить на траекторию оптимального поведения, благодаря чему резко снижается объем вычислений. Сущ-

ность траектории оптимального поведения поиска заключается в том, что какова бы ни была начальная длина бревна, последующая анализируемая длина его должна дать положительный прирост суммы цилиндрического объема всех бревен.

Второе доказательство указывает направление траекторий оптимального поведения поиска схем раскряжки: а) для комлевых и вершинных бревен направление идет от a_c к a_{min} ; б) для срединных бревен — от a_c к a_{max} . Это положение теории раскряжки дает упорядоченную направленность автоматического анализа длины бревен при поиске оптимальных программ раскряжки.

Вычислительное устройство САО может табулировать $\frac{K}{2}$ — значений каждой функции $q_i(l_i - l_{i-1})$ при $i = 1, 2, 3, \dots, n$ и выбирать искомые $q_1(l_1)$, $q_2(l_2 - l_1)$, ..., $q_n(l_n - l_{n-1})$, то есть находить оптимальную схему раскряжки.

Рассмотрим пример. Имеем ствол. Длина его $H = 25$ м, диаметр $D_{0,5} = 0,40$ м, $a_c = 5$ м, $a_{max} = 6,5$ м, $a_{min} = 3$ м, $\mu = 0,5$ м. Число бревен, на которое необходимо раскряжить этот хлыст,

$$n = \frac{H}{a_c} = 5.$$

Методом динамического программирования находим схему раскряжки, которая обеспечивает наибольший выход цилиндрического объема бревен.

Путь получения решения показан в табл. 1.

Таблица 1

Вариант раскряжки	Длина бревен, м					Общий цилиндрический объем, м ³
	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	
Начальный	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	0,313
Промежуточный	4,5	5,0	6,0	5,0	4,5	0,318
"	4,0	4,5	6,5	5,5	4,5	0,322
"	3,5	4,5	6,5	6,0	4,5	0,329
Оптимальный	3,0	4,0	6,5	6,5	5,0	0,336

Эта таблица дает наглядное представление об оптимальных траекториях поиска длин бревен.

При поиске оптимального варианта раскряжки необходимо выполнить следующие расчеты: с помощью таблицы изменения относительного сбега по относительной длине ствола находят, исходя из принятой схемы раскряжки, радиусы бревен в верхнем отрубе, после чего вычисляют объемы цилиндров.

Таблицу относительного сбега по относительной длине стволов можно заложить в блок памяти вычислительного устройства. Поиск оптимальной схемы раскряжки методом динамического программирования состоит в решении простых и в основном линейных уравнений.

Таким образом, разработанная система автоматической оптимизации раскряжки хлыстов может реализовать требования принципа оптимальности раскряжки.

Выводы

1. Порядок работы САО состоит из следующей последовательности: определения мест распила ствола. Вначале определяют место обязательного пропила для отделения дровяной откомлевки с напенной.

гнилью, если такая есть. Далее находят места обязательных пропилов для получения максимального выхода заготавливаемых сортиментов. После этого сортиментные зоны раскраивают на бревна оптимальной длины, которые обеспечивают наибольший выход цилиндрического объема древесины.

2. Для максимизации функции выхода цилиндрического объема бревен проще всего применять динамическое программирование. Но окончательный выбор метода может быть сделан после опытного программирования раскря стволов на электронно-вычислительной машине.

3. Для нахождения оптимальной схемы раскря в вычислительное устройство, например, в оптимизатор с вычислительным блоком, необходимо ввести следующую информацию: породу дерева, длину ствола, диаметр ствола на сучьевине длины и в комле без коры, диаметр напеной гнили округлого сечения; логику очередности выпилки заготавливаемых сортиментов; величины a_c , a_{min} , a_{max} .

4. Полученные в этой работе результаты дают возможность приступить к массовым опытам по определению оптимальных схем раскря с помощью электронно-вычислительных машин.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. П. Анучин. Раскряжка деревьев. М., 1936. [2]. Р. Беллман. Динамическое программирование. Изд-во иностранной литературы, М., 1960 [3]. Р. Беллман и др. Некоторые вопросы математической теории процессов управления. Изд-во иностранной литературы, М., 1962. [4]. А. А. Красовский. Динамика непрерывных систем экстремального регулирования, основанных на методике градиента. Журн. «Автоматика и телемеханика» № 3, 1959 [5]. В. И. Лоскутов. Управляющие математические машины. М., 1962. [6]. В. С. Петровский. Исследование рационального и слепого раскря хлыстов хвойных пород. Труды СибТИ, т. XXXII, 1962. [7]. В. С. Петровский. Вопросы теории синтеза алгоритмов самопрограммирующих устройств раскря древесных стволов. Труды СибТИ, сб. III, 1963. [8]. В. С. Петровский. Вопросы теории раскря древесных стволов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1963. [9]. В. С. Петровский. Алгоритмизация раскряжки хлыстов. Журн. «Лесная промышленность» № 7, 1963.

Поступила в редакцию
1 апреля 1964 г.

О ПРЕДПОСЫЛКАХ АЛГОРИТМИЗАЦИИ УЧЕТНО-ПЛАНОВОЙ РАБОТЫ НА ЛЕСОЗАГОТОВКАХ

М. И. ТЕРТИЦКИЙ

Кандидат экономических наук

(Московский лесотехнический институт)

Автоматизация учета, планирования и оперативного управления на лесозаготовительных предприятиях становится все более необходимой. Ныне сбор и обработка экономической информации построены на методах ручного счета, контроля и анализа. При такой постановке дела огромная масса сведений, которые содержат первичные документы, утрачивается на последующих стадиях экономической работы. Функциональные органы управления предприятием создают параллельно действующие аппараты обработки и продвижения информации, что ведет к дублированию многих сведений.

Специалисты, занятые учетно-плановой работой, едва успевают заполнять документы учета и отчетности и разворачивать плановые показатели. Почти не остается времени для аналитической работы, научного обоснования текущих и перспективных планов и оперативного контроля за ходом производства. В такой обстановке специалист, загруженный рутинной работой, поневоле держится за стародавние способы планирования «по динамике» и прочие приемы «волевого» хозяйствования.

Подобные методы еще как-то оправдывали себя, когда на лесозаготовках господствовал ручной труд. Но по мере развития комплексной механизации и автоматизации производства прежняя система обработки информации не в состоянии справиться с возросшими задачами управления. Применение современной вычислительной техники позволяет резко повысить эффективность труда учетно-планового управленческого персонала. Однако, механизация экономических расчетов не сводится к замене ручных операций машинными. Опыт последних лет показывает, что там, где счетная техника внедрялась без изменения самой системы учета и планирования, применение вычислительных машин не принесло пользы. Только коренное изменение всей системы учетно-плановой работы позволит полностью использовать возможности счетно-решающей техники.

Система сбора, обработки, хранения и выдачи информации должна быть построена по принципу объединения информации по ступеням обработки. Вот один из возможных вариантов такой системы.

Вычислительное бюро леспромхоза кодирует и наносит на перфокарты информацию с первичных документов; последнюю направляют в кустовую машинно-счетную станцию (МСС), обслуживающую 10—15.

предприятий. Оперативная информация о ходе и результатах производства поступает в МСС с телетайпа леспромхоза по проводам телефонной и телеграфной связи. МСС выполняет всю работу по обработке и оформлению учетно-плановой и технологической документации. Кроме того, МСС осуществляет решение типовых задач оптимального технико-экономического и календарного планирования.

Обработанные документы передают леспромхозам и в вычислительный центр (ВЦ) совнархоза. ВЦ осуществляет сводку и анализ данных, характеризующих деятельность отраслей хозяйства района, решает задачи специализации, кооперирования предприятий, оптимального планирования капитальных вложений, составляет и анализирует межотраслевой баланс. ВЦ совнархоза передает результаты расчетов в управление совнархоза, района, в ВЦ Госплана республики, в Главный вычислительный центр Госплана СССР.

В этом варианте централизованная система обработки экономической информации лесозаготовительной промышленности становится органической частью единой автоматизированной системы народнохозяйственного учета, планирования и управления. Такая система резко повышает активную организующую силу планирования, позволяет предвидеть и оценивать последствия технических решений, оперативно выбирать наилучшие строго обоснованные варианты использования ресурсов в меняющейся обстановке лесозаготовительного производства.

Эффективность автоматизированной системы обработки информации существенно зависит от объема, качества и оперативности исходного материала. Сейчас в леспромхозах 65—70% учетной работы падает на сбор и проверку материалов первичного учета. Если не изменить методы учета и круг учитываемых показателей, то подавляющая часть операций будет по-прежнему выполняться вручную, обрекая дорогостоящую вычислительную технику на неизбежный простой.

В обрабатывающей промышленности эту проблему пытаются решать путем автоматизации первичного учета. В условиях лесозаготовок далеко не везде информацию можно снимать датчиками непосредственно с производственного процесса. В этом случае потребуются провести кропотливую работу по резкому сокращению объема исходной информации. Объем первичных данных должен быть достаточен для оптимального планирования, учета и управления и в то же время не содержать излишней информации, которую можно получить расчетным путем.

Современные методы экономико-математического исследования позволяют дать строгое обоснование необходимого минимума исходных данных. Среди этих методов важное значение имеет математическая логика. Разумеется, не математическая логика, а экономический анализ раскрывает содержание показателей, необходимых для учета и планирования, их качественную взаимосвязь и источники. Но коль скоро содержание показателей определено и установлены условия из возможных сочетаний, то связи всех элементов информации могут быть синтезированы в систему с помощью логических операций и формул [2].

Каждая операция связывает элементарные понятия (высказывания, суждения), которым приписывают лишь два значения — истинность или ложность. Например, если высказывание A «План выполнен» истинно, то высказывание \bar{A} «План не выполнен» ложно. Объединение двух понятий осуществляется операцией дизъюнкции, обозначаемой связкой «или». Пусть, например, надо собрать данные о работе тракторов на трелевке леса (A) и на погрузке (B). Дизъюнкция этих показателей даст связь $A \vee B$ (A или B). Суждение $A \vee B$ истинно, если

хотя бы одно из понятий A или B истинно. Значит в выборку попадут сведения о трелевке тракторами без погрузки, с погрузкой и данные, относящиеся только к погрузке леса тракторами.

Если надо выбрать лишь информацию о работе тракторов на трелевке с погрузкой, то следует использовать операцию конъюнкции $A \wedge B$ (A и B). Это высказывание истинно только тогда, когда истинны оба понятия A и B .

Обозначая истинное высказывание знаком 1, а ложное — 0, можно составить таблицу истинности. Для операций отрицания, дизъюнкции и конъюнкции получим следующую таблицу.

Таблица 1

A	B	\bar{A}	\bar{B}	$A \vee B$	$A \wedge B$
1	1	0	0	1	1
0	1	1	0	1	0
1	0	0	1	1	0
0	0	1	1	0	0

Для двухзначных высказываний A и B могут быть составлены шестнадцать элементарных операций. Однако все они могут быть получены путем комбинации операций отрицания, дизъюнкции и конъюнкции.

Пусть предстоит проверить правильность записи остатков на балансовых счетах. Счет может иметь остаток по дебету или по кредиту, или вовсе не иметь остатка. Однако невозможно наличие остатков по дебету и кредиту одного и того же счета. Такая запись ошибочна. Это правило отвечает логической операции $\overline{A \wedge B}$ — отрицание конъюнкции (функция Шеффера). Если A — кредитовое сальдо, а B — дебетовое, то связь $\overline{A \wedge B}$ означает, что A и B не могут быть истинны одновременно.

Соединяя элементарные операции, получим составные высказывания, позволяющие формализовать весьма сложные связи между элементами информации. Например, проверка корреспонденции счетов может быть выполнена по логической схеме

$$(A \vee B) \wedge \overline{(A \wedge B)}.$$

Здесь A обозначает кредит одного из проверяющих счетов, B — дебет другого счета. Скобки определяют последовательность логических операций по правилам элементарной алгебры.

Существуют простые правила, следуя которым можно всегда получить составное высказывание, отвечающее заданным условиям связи. Пусть требуется получить сведения о выполнении плана, премии за выполнение плана и заработной плате по каждому рабочему. Возможно, что план не выполнен, а заработная плата начислена, или что план выполнен, но премия почему-либо не выплачена. Наконец, возможно, что план не выполнен, не начислены премия и заработная плата (рабочий был болен), но невозможно, чтобы премия была выплачена при невыполнении плана или заработная плата не была начислена при выплате премии за тот же период. Определим логическую связь, отвечающую этим условиям.

Обозначим: A — выполнение плана; B — выплата премии; C — начисление заработной платы; D — возможность данной связи показателей A , B , C . Составим таблицу истинности, где истинность D определяется заданными выше условиями.

Таблица 2

A	B	C	D
1	1	1	1
0	1	1	0
1	0	1	1
0	0	1	1
1	1	0	0
0	1	0	0
1	0	0	0
0	0	0	0

Выпишем высказывания для тех связей, где $D = 1$, соединив признаки A , B и C знаками конъюнкции, поскольку эти признаки должны быть в наличии одновременно. Там, где значение признака в данной связи равно нулю, естественно взять отрицание признака. Получим такие высказывания

$$A \wedge B \wedge C; A \wedge \bar{B} \wedge C; \bar{A} \wedge \bar{B} \wedge C; \bar{A} \wedge \bar{B} \wedge \bar{C}.$$

Эти высказывания отвечают нашим условиям. Так как условия могут выполняться порознь, соединим их знаками дизъюнкции

$$(A \wedge B \wedge C) \vee (A \wedge \bar{B} \wedge C) \wedge (\bar{A} \wedge \bar{B} \wedge C) \wedge (\bar{A} \wedge \bar{B} \wedge \bar{C}).$$

Знаки конъюнкции (логического умножения), как это принято в алгебре, можно опустить. Получим более простую запись

$$ABC \vee A\bar{B}C \vee \bar{A}\bar{B}C \vee \bar{A}\bar{B}\bar{C}.$$

Эта логическая формула, называемая совершенной нормальной формой, точно отображает условия связи. Можно ли упростить эту формулу, а, следовательно, сократить и работу по анализу первичных данных? С этой целью выпишем попарно соседние произведения

$$(ABC \vee A\bar{B}C); (A\bar{B}C \vee \bar{A}\bar{B}C); (\bar{A}\bar{B}C \vee \bar{A}\bar{B}\bar{C}).$$

Поскольку

$$A \vee \bar{A} = B \vee \bar{B} = C \vee \bar{C} = 1,$$

можно исключить эти пары элементов из приведенных высказываний. Получим сокращенную формулу

$$AB \vee \bar{B}C \vee \bar{A}\bar{B}.$$

Оказывается, что и эту формулу можно сократить. Логическая сумма первых элементов каждой пары произведений дает единицу

$$A \vee \bar{B} \vee \bar{A} = A \vee \bar{A} \vee \bar{B} = 1 \vee \bar{B} = 1.$$

Логическое умножение вторых элементов каждой пары дает одно из высказываний сокращаемой формулы

$$C\bar{B} = C\bar{B} = \bar{B}C.$$

Следовательно, высказывание BC можно вычеркнуть из формулы. Окончательно получим

$$D = AC \vee \bar{A}\bar{B}.$$

Эта формула минимальна и в то же время обеспечивает соблюдение всех заданных условий, что можно проверить, построив для нее таблицу истинности.

Пример. Заработная плата начислена, но план не выполнен и поэтому премия не выплачивается. Имеем:

$$A = 0, B = 0, C = 1, D = (0 \wedge 1) \vee (\bar{0} \wedge \bar{0}) = 0 \vee 1 = 1.$$

В результате логических операций получаем, что такая связь возможна. Устройство, реализующее эти операции, при $D = 1$ пропустит информацию для дальнейшей обработки, а при $D = 0$ информация будет отвергнута и возвращена для исправления.

Логические формулы легко поддаются программированию при расчетах на электронно-вычислительных машинах (ЭВМ). Ниже приведена программа для формулы $AC \vee \bar{A}\bar{B}$ на языке команд ЭВМ «Урал-2» (табл. 3).

Для удобства программирования формулу $AC \vee \bar{A}\bar{B}$ преобразуем в эквивалентную

$$AC \vee \bar{A}\bar{B} = (\overline{A \vee B}) \vee AC.$$

Таблица 3

Код команды	Адрес	Результат
42	<A>	} $A \vee B$
13		
14	<I>	$\overline{A \vee B}$
56	<R>	В запасную ячейку K
42	<A>	} $\bar{A}C$
12	<C>	
13	<R>	$(\overline{A \vee B}) \vee AC$

В нашем примере показатели A , B и C элементарные. Но оперативная память машины «Урал-2» позволяет вводить в полные ячейки составные характеристики, имеющие до 40 различных признаков, например, 40 видов работ, 40 бригад и т. п. В этом случае за каждым признаком закрепляют разрядное место в ячейке. Наличие требуемой информации отмечают единицей в данном разряде, отсутствие — нулем.

Тогда одинаковый логический анализ может быть проведен для всей группы признаков одновременно. При этом ни логическая формула, ни программа для ЭВМ не изменяются. В то же время такая программа контролирует истинность информации по каждому признаку: при логической ошибке хотя бы по одному признаку машина прекратит расчет, и на панель сигнализации поступит сигнал ошибки.

Последовательность логических формул поддается укрупнению в операторы, позволяющие формализовать все процессы сбора и обработки массовой информации [3].

Оператор объединения применяется для слияния массивов информации. Используя его, важно правильно определить назначение информации.

Пример. Объединяются массивы по каждому рабочему: A — количество выполненных норм и B — число отработанных дней. Возможно, что рабочий был занят на повременной работе, тогда в графе числа

выполненных норм будет пропуск. Если рабочий был болен весь расчетный период, тогда $A = 0$, $B = 0$. Невозможен лишь случай выполнения норм за неотработанные дни: $A = 1$ при $B = 0$. Все эти условия отображает формула $A \vee B$ (функция импликации). Однако объединение массивов по формуле импликации для данной информации лишено экономического содержания, так как сведения об отработанных днях в сопоставлении с количеством выполненных норм представляют интерес для расчета уровня выполнения норм. Такой расчет имеет смысл только в отношении сельщиков. Поэтому оператор объединения должен предусматривать обязательное наличие обоих признаков по формуле конъюнкции AB . Тогда в массив информации войдут только сведения по сельщикам, имевшим отработанные дни в расчетном периоде.

Оператор выборки выделяет из массива информации сведения по отдельным признакам.

Оператор группировки распределяет выбранную информацию по совокупности признаков.

Оператор транспорта устанавливает порядок перемещения информации из одной части программы в другую.

Оператор сравнения позволяет сверить итоги с контрольными суммами и осуществить передачу управления программным расчетом в зависимости от результатов сравнения: на повторный счет, на печатание результата, на обращение к специальной стандартной программе и т. д.

Повторение операций с новым массивом данных организует оператор цикла.

Операторное описание последовательности логических и арифметических действий позволяет выработать универсальный алгоритмический язык, предельно кратко выражающий ход решения поставленной задачи учета, планирования, анализа.

Алгоритмический язык доступен любому инженеру, плановику, руководителю производства. Он легко постигается за 1—2 недели. Пользуясь правилами такого языка, специалист может быстро и точно сформулировать задачу для решения на ЭВМ.

Чрезвычайно важно, что введение алгоритмического языка позволяет автоматизировать процесс программирования, занимающий ныне 90—95% времени подготовки и решения задачи. Для каждого оператора (блока) заранее разработана стандартная программа и машина монтирует рабочую программу из этих блоков в соответствии с операторным описанием задачи. К числу алгоритмических относятся международный язык для электронных машин АЛГОЛ-60, языки КОБОЛ, ФОРТРАН и др. [1].

В нашей стране подготовлены трансляторы с АЛГОЛА-60 на языки применяемых машин. Успешно разрабатываются новые более эффективные алгоритмические языки [4].

Приведенные примеры характеризуют лишь наиболее элементарные приемы алгоритмизации. Но и они показывают осуществимость логического синтеза сложной системы автоматизированной обработки учетно-плановой информации. Этот синтез невозможен без глубокого экономического анализа информации на всех стадиях разработки такой системы. В еще большей степени возрастает роль экономической работы в условиях автоматизации плановых расчетов. Совершенно бесспорны опасения, что машина заменит или «затмит» специалиста. Напротив, приняв на себя рутинную работу, вычислительная техника высвобождает время для экономического обоснования плана и оптимального управления производством.

В 1964—1970 гг. планомерная работа по автоматизации учета и планирования должна охватить все отрасли народного хозяйства. Решение проблемы такого масштаба не может быть найдено лишь в кабинетах ученых и в вычислительных центрах. Потребуется активнейшее, творческое участие специалистов и практиков производства.

Сказанное позволяет установить такую очередность основных этапов логического синтеза системы автоматизации учетно-плановой работы:

1) определяют содержание и перечень показателей учета, планирования, анализа хозяйственной деятельности и оперативного управления, получаемых на конечной стадии обработки информации;

2) исследуют логические зависимости отдельных единиц информации в процессе образования информационной совокупности. Эту связь выражают посредством логических операций, отображающих заданные условия связи;

3) логические операции объединяют в формулы, которые приводят к совершенной нормальной форме;

4) определяют состав минимально необходимой исходной информации на всех этапах обработки. Логически формулы синтезируют в оперативную блок-схему. Устанавливают порядок обмена информацией между блоками;

5) разрабатывают алгоритмы и программы для каждого блока.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Дж. В. Вэкус и др. Сообщение об алгоритмическом языке АЛГОЛ-60. Журнал вычислительной математики и математической физики, т. 1, № 2, 1961, стр. 308—342. [2]. Н. Е. Кобринский, Б. А. Трахтенброт. Введение в теорию конечных автоматов. Физматгиз, 1962. [3]. М. Королев. О теории механизированной обработки экономической информации. Сб. «Проблемы механизации учета». Госфиниздат, 1963. [4]. М. Р. Шур-Бура; Э. З. Любимский. Транслятор АЛГОЛ-60. Журнал вычислительной математики и математической физики, т. 4, № 1, 1964, стр. 96—112.

Поступила в редакцию
6 марта 1964 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

ОТГРАНИЧЕНИЕ
ЛЕТУЧИХ КРУГОВЫХ ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЕЙ

М. Л. ДВОРЕЦКИЙ

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

(Поволжский лесотехнический институт)

В практике встречаются случаи, когда требуется определить число деревьев на 1 га площади. Закладка для этих целей обычных пробных площадей с отграничением их визирами — довольно трудоемкая работа. Для получения же объективных и достаточно надежных результатов в исследуемом участке нужно заложить ряд пробных площадей, равномерно распределенных по территории, что еще более усложняет дело. В то же время известно, что круговые пробные площади дают более точные результаты, чем квадратные, а тем более прямоугольные. Поэтому выборочный способ таксации с помощью системы круговых пробных площадей небольшого размера в настоящее время широко используют в ряде стран. В целях удобства их отграничения без закрепления в натуре проф. Н. П. Анучин предложил специальное приспособление, которое он назвал тростью таксатора и подробно описал во втором издании учебника «Лесная таксация», дав расчет углов визирования для двух вариантов размера проб с радиусами 5 и 7 м при площадях круга соответственно 78 и 154 м². Такие размеры пробных площадей очень неудобны для быстрого перечисления на один гектар результатов перечета на них. Кроме того, сама конструкция трости таксатора индивидуальна, и каждый должен изготавливать ее строго по своему росту, отдельную для каждого размера проб, что очень неудобно и непрактично.

В целях дальнейшего упрощения работ по частичному выборочному учету способом летучих круговых пробных площадей (хотя центры их и можно закреплять постановкой утопленных вешек или же колышков) было решено смонтировать на мерной вилке особое визирное приспособление, дающее возможность людям разного роста, пользуясь одной и той же мерной вилкой, отграничивать круговые пробные площади разных размеров, например, 5, 10, 25 и 100 м². Теория такого приспособления очень проста (рис. 1). Если высоту уровня глаза таксатора h разделить на радиус R круговой пробной площади данного размера, то получим котангенс угла линии визирования $\frac{h}{R} = \operatorname{ctg} \alpha$. Для построения этого угла на мерной вилке радиус пробной площади

принимаем за постоянную величину, например, $r = 30$ см, и откладываем его на подвижной ножке. Задача заключается в том, чтобы установить, на какое расстояние l нужно отодвинуть подвижную ножку, чтобы получился угол α линии визирования, дающий возможность таксатору данного роста отграничить круговую пробную площадь заданного радиуса. Очевидно, что $l = r \operatorname{ctg} \alpha = 30 \operatorname{ctg} \alpha$. По этой формуле можно произвести расчеты расстояний, на которые нужно отодвигать подвижную ножку для любых вариантов роста таксатора и размера пробной площади. В табл. 1 приведены результаты расчетов для наиболее частых вариантов соотношений между h и R при $r = 30$ см

Котангенс угла визирования приведен в качестве примера только для варианта $R = 5,64$ м как исходного, значения же l обратно пропорциональны соотношениям между радиусами пробных площадей, поэтому на основании приведенных значений l можно легко вычислить расстояние между ножками вилки, на которое для визирования отодвигается подвижная ножка от неподвижной, чтобы отграничить пробные площади любого нужного радиуса, не предусмотренного в табл. 1.

В целях использования мерной вилки по отграничению круговых пробных площадей описанным способом, на ней с левой стороны монтируют два визирных приспособления: глазное — в углу неподвижной ножки (на рисунке обозначено цифрой 1) и предметное — со стороны внутреннего ребра подвижной ножки на расстоянии $r = 30$ см

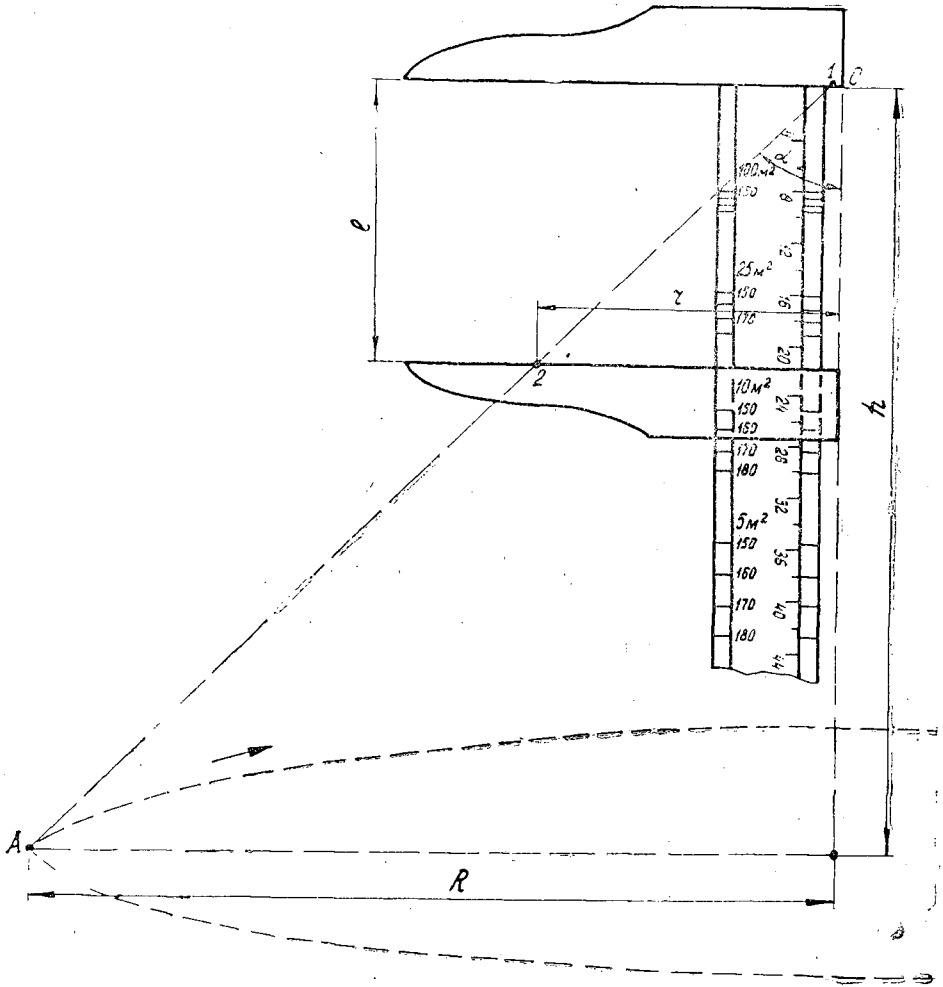


Рис. 1.

от точки, совпадающей с глазным визирным приспособлением неподвижной ножки (на рисунке обозначено цифрой 2).

Для подготовки мерной вилки к работе по ограничению круговых пробных площадей на ножках устраивают приспособления для визирования (диоптры), а на обоих выступах одной из праней (с левой стороны) линейки с четырьмя черточками (заруб-

Таблица 1

Высота уровня глаза, м	ctg α	Расстояние между ножками вилки (с.м) при следующих размерах круговых пробных площадей ($\frac{\text{радиус, м}}{\text{площадь, м}^2}$)			
		$\frac{5,64}{100}$	$\frac{2,82}{25}$	$\frac{1,80}{10}$	$\frac{1,26}{5}$
1,45	0,2571	7,71	15,42	24,17	34,52
1,50	0,2660	7,98	15,96	25,00	35,72
1,55	0,2748	8,24	16,48	25,83	36,95
1,60	0,2837	8,51	17,02	26,67	38,09
1,65	0,2926	8,78	17,56	27,50	39,28
1,70	0,3014	9,04	18,08	28,33	40,48
1,75	0,3103	9,31	18,64	29,17	41,66
1,80	0,3191	9,57	19,15	30,06	42,86

ками) в соответствии с высотой уровня глаза 150, 160, 170 и 180 см отмечают расстояния, на которые для целей визирирования нужно отодвинуть подвижную ножку от неподвижной, чтобы ограничить круг площадью 5, 10, 25 и 100 м². Для удобства против первого по счету штриха, соответствующего уровню глаза 150 см, цифрой подписывают размер площади (рис. 1).

Во время работы таксатор держит мерную вилку так, чтобы ножки ее были горизонтальны, а линейка отвесна. Для обеспечения правильного положения линейки целесообразно в центре предполагаемого круга укрепить вешку и к ней руками прижать внутренние концы ножек вилки. Подвижная ножка отодвигается на требуемое расстояние в зависимости от роста таксатора и размера пробной площади. Визируя правым глазом по диоптрам ножек на землю и вращаясь вправо, таксатор устанавливает границы пробной площади и одновременно подсчитывает деревья внутри описываемого круга по мере их появления левее подвижной ножки мерной вилки. При учете всходов, а также при дифференцированном учете стволиков и стволов, требующем производства записей по мере учета, в работе должны участвовать два человека: один — на ограничении, а другой — или на подсчете всходов или соответственно на дифференцированном учете с одновременным производством необходимых записей. Понятно, что по описанному принципу можно сконструировать и самостоятельный простенький прибор, состоящий из двух взаимно перпендикулярных планок, соответствующих линейке и подвижной ножке мерной вилки. В нерабочем положении они должны складываться, а визирные приспособления — прикладываться к подвижной планке.

Мерную вилку можно приспособить одновременно и для определения абсолютной полноты древостоя, то есть суммы площадей сечений стволов на 1 га площади древостоя, по принципу Биттерлиха. Для этого в 78 см, считая от начала, на линейке мерной вилки поперек ее делают два узких отверстия для установки в них на время работы двух визирных стерженьков (деревянных или металлических) или же прикрепляют откидную визирную рамку. Расстояние между отверстиями поперек линейки и ширина прорези рамки равны 16 мм. Практическое расстояние от указанных приспособлений до глаза $78 + 2 = 80$ см, где 2 см — средняя высота переносицы.

В заключение следует отметить, что точность учета количества стволов с помощью круговых летучих пробных площадей, отбиваемых описанным выше способом, во всяком случае не ниже, чем при учете по прямоугольным пробным площадкам, на закладку которых требуется больше времени. Так, дипломант А. И. Сипачев на вырубках 1958 г. Куярского лесхоза МАССР, возобновившихся лиственными породами с куртинной примесью ели до двух десятых состава, произвел учет количества стволиков ели путем сплошного перечета на трех пробных площадях размером по 0,5 га и выборочно путем закладки пробных площадок прямоугольных и квадратных размерами по 5 и 10 м². В табл. 2 даны проценты ошибок в количестве стволиков при 10%-ной выборке по площади.

Таблица 2

Размеры площадок, м ²	Проценты ошибок для площадок		Количество площадок к выборке
	круговых	квадратных	
5	± 10 — 14	± 14 — 17	100
10	± 15 — 16	± 15 — 18	50
2 × 50 (лента)	—	± 20 — 30	5

Здесь выявлено еще одно обстоятельство: при куртинном распределении стволиков по площади учет по небольшим площадкам приводит к более удовлетворительным результатам, чем по более крупным, например, по лентам.

Поступила в редакцию
28 октября 1963 г.

К ВОПРОСУ О СТРОЕНИИ ИСКУССТВЕННЫХ ЛИНЕЙНЫХ ДРЕВОСТОЕВ ТОПОЛЯ

Е. С. ЗАРХИНА

Старший научный сотрудник

(Амурская ЛОС)

Немногочисленные опубликованные работы по вопросам таксации тополельников искусственного происхождения обычно рассматривают массивные (многорядные) древостой. Между тем линейные посадки также представляют значительный интерес как объект эксплуатации, что подтверждается многолетней практикой лесодефицитных стран мира.

Амурской лесной опытной станцией в 1960—1962 гг. в искусственных древостоях тополя на территории Амурской области заложено 67 пробных площадей. Полученные материалы частично использованы в настоящей статье (рис. 1).

Распределение деревьев по ступеням толщины в линейных искусственных древостоях выражается правильными плавными рядами того же типа, что и в массивных насаждениях.

При одинаковых средних диаметрах линейные древостой имеют близкие ряды распределения, независимо от сходства или различия климатических и почвенных условий местопроизрастания, количества рядов, размещения посадочных мест и вида тополя (по крайней мере, в пределах секции бальзамических тополей).

Ряды распределения деревьев по ступеням толщины в искусственных древостоях тополя как линейных, так и массивных, отличаются от соответствующих нормальных рядов, как и от рядов распределения естественных древостоев, более высокой концентрацией стволов в средней ступени толщины. Такое же явление отмечено В. И. Рубиновым (1963 г.) в искусственных насаждениях сосны Центральной черноземной области. Коэффициенты вариации диаметров в искусственных тополельниках обычно в 1,5—2 раза ниже, чем в условно разновозрастных естественных. Это, так же как и повышенная плотность распределения в средних ступенях, говорит о меньшей степени дифференциации искусственных древостоев тополя по сравнению с естественными.

Ранг среднего дерева в искусственных линейных насаждениях, как и в массивных, колеблется от 53 до 59% (в среднем составляет 56—58%), что соответствует закону о месте среднего дерева в ряду распределения древостоя элемента леса (закон Вейзе).

Анализ материалов позволяет заключить следующее.

Строение линейных искусственных древостоев тополя подчиняется основным законам строения элемента леса; увеличение плотности распределения в средней ступени толщины по сравнению с нормальными рядами, как и снижение коэффициента вариации основных таксационных признаков, одинаково характерны как для линейных, так и

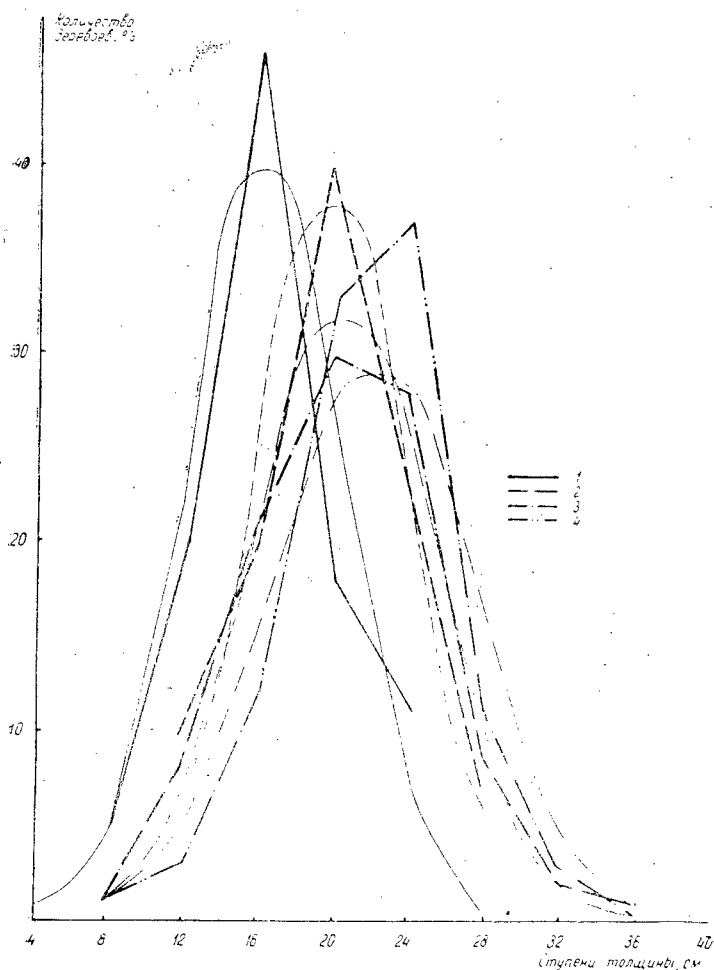


Рис 1. Распределение деревьев по ступеням толщины в линейных посадках тополя (опытные многоугольники частот и кривые нормального распределения).

1 — пробная площадь № 12; 2 — пробная площадь № 9;
3 — пробная площадь № 11; 4 — пробная площадь № 7.

для массивных тополевых культур (по литературным данным, также для культур других пород) и свидетельствует о менее резкой дифференциации древостоя, связанной, очевидно, с его абсолютной одновозрастностью. Следовательно, для таксации линейных искусственных древостоев тополя применимы методы, принятые для таксации массивных искусственных древостоев этой породы.

Поступила в редакцию
12 августа 1963 г.

О МНОГОСТВОЛЬНОСТИ БЕРЕЗЫ

П. Н. ЛЬВОВ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Образование поросли березы от пня после срубki дерева хорошо известно. Весьма часто встречается также гнездовое расположение берез, когда от общего основания отходит несколько стволов, имеющих одну корневую систему.

При изучении лесовозобновления в 1950 г. мы обратили внимание на кущение самосева березы пушистой. Было установлено, что у экземпляров в возрасте до 2—3 лет верхушечная почка часто погибает при позднеосенних и раннеосенних заморозках. В результате этого из пазушных почек развиваются дополнительные боковые побеги, из которых впоследствии формируются стволы.

Верхушечная почка главного или заменившего его бокового побега нередко побивается в течение двух и даже трех лет. При ее гибели у самосева образуется обычно два, реже три-пять стволиков (рис. 1). В случаях неоднократного побивания морозом главного побега деревце сильно кустится и нередко приобретает кустовидную форму с шестью-восемью и большим числом побегов. Такие березы растут туго, кора их стволиков имеет желтовато-серый цвет.

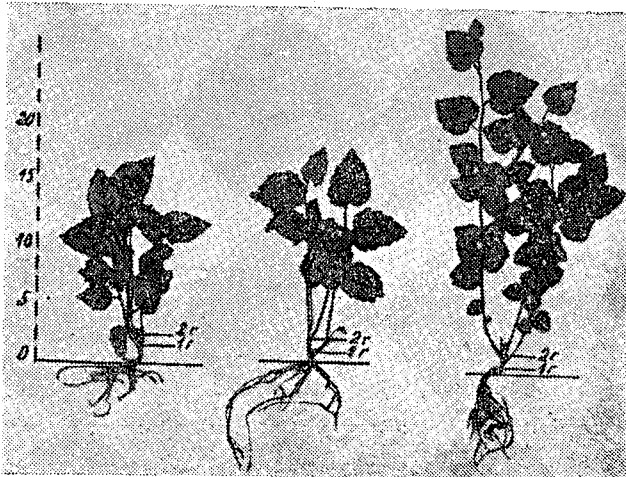


Рис. 1.

При учете в 1950 г. самосева березы в Удимском лесничестве Котласского леспромхоза Архангельской области из 753 учетных экземпляров, имевших возраст до 3 лет, у 324 (43% от общего количества) было отмечено побивание верхушечной почки и кущение. У самосева большего возраста (когда высота березы превышала 15—20 см) этого явления отмечено не было. Гибель почки в результате воздействия низких тем-



Рис. 2.

ператур наблюдается обычно у самосева, приуроченного к микропонижениям (дно во-
локов, микрозападины).

В молодняках 5—10 и более лет можно видеть тесно сближенные стволы, внешне напоминающие поросль от пня. При уборке опада и напочвенного покрова у основания таких групп легко заметить, что они представляют собой одно дерево (рис. 2). Подобную картину мы наблюдали в Коношском, Виноградовском и Северном леспромхозах, Северодвинском и Беломорском лесхозах.

Диаметр и высота стволов в группах и у одиночных деревьев (одинакового возраста) не имеют заметных различий. Нет у них и грибных заболеваний, которые встречаются у пневой поросли. Саблевидность ствола у многоствольных экземпляров, если и выражена, то в очень слабой степени.

В этой связи возникает вопрос, правильно ли многоствольную березу рассматривать как порослевую? Для ответа на этот вопрос необходимо провести более тщательное изучение характера роста и особенностей формирования ствола одиночных и многоствольных деревьев.

Возможно, что древостой с групповым расположением стволов отличаются более высоким запасом древесины. А если это так, то в целях повышения продуктивности березовых насаждений, возможно, будет целесообразным искусственно создавать многоствольные экземпляры этой породы.

Многоствольность встречается и у осины, но значительно реже, чем у березы.

Поступила в редакцию
24 сентября 1963 г.

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

ИЗ ИСТОРИИ ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СЕВЕРА

(1926—1932 гг.)

В настоящей статье, на основе изучения архивных документов, кратко освещено развитие лесной промышленности в пределах современной Архангельской области в 1926—1932 гг. Это был период начала индустриализации и первой пятилетки, очень слабо исследованный и освещенный в печати. Между тем именно в эти годы происходили крупные сдвиги и определялись тенденции последующего развития промышленности Севера. Уже в первые годы Советской власти в лесопромышленной промышленности произошли коренные социально-экономические перемены. Была ликвидирована частно-капиталистическая собственность и заложены основы социалистической. Процесс обобществления в лесопромышленной промышленности, точнее в лесопилении как единственной крупной промышленности края, имеющей общесоюзное и экспортное значение, протекал сравнительно быстро. Так, в 1926 г. продукция социалистического сектора составляла 57—58% от всей промышленной продукции Архангельской губернии, а в производстве пиломатериалов — 82—83%*. На долю концессионных предприятий «Руссанглолес», «Руссголландлес» и «Русснорвеголес» приходилось в 1924/25 г. около 1/4 выпуска пилопродукции, а в 1927 г. — 17,3%. Доля этих предприятий в лесозаготовках губернии в 1926 г. составляла около 7%** . Концессионным обществам временно были переданы в эксплуатацию леса Онежского бассейна и около 2,8 млн. десятин лесов, расположенных по Северной Двине и Вычегде***. «Руссанглолес» и «Руссголландлес» прекратили существование в 1927 г., а «Русснорвеголес» — в начале 1929 г. К началу первой пятилетки в лесной и лесопромышленности Севера установилось полное господство социалистической системы. Если социалистический сектор в лесопилено-деревообрабатывающей промышленности возник в результате национализации капиталистических и других частновладельческих предприятий, то иначе обстояло дело в собственно лесной промышленности. Там капиталисты-лесопромышленники не имели никакой производственно-технической базы. Не было никаких лесопромышленных предприятий. До революции леса Севера были казенными, а первым декретом Советской власти о земле они были превращены во всенародное государственное достояние. Лесопромышленники вели лесозаготовки на основе эксплуатации крестьян и их средствами. Лесозаготовки представляли собой примитивный, даже первобытный кустарный промысел при капиталистической его организации. Поэтому речь шла о ликвидации капиталистической организации и о создании заново лесозаготовительной промышленности, при полном отсутствии производственно-технической базы, специализированных предприятий и постоянных кадров. В лесозаготовительной промышленности исключительное значение имеет само состояние леса. Но в результате хищнической эксплуатации лучшие северные леса были расстроены. Это обстоятельство часто не учитывают при освещении проблемы формирования и развития лесной промышленности.

Согласно Ленинскому плану, с 1921 г. начался экспорт бѐломорского леса. Лесозаготовительные предприятия обеспечивали сырьем экспортного назначения в основном архангельские лесопильные заводы. Объемы заготовок леса росли, но техника их оставалась почти неизменной. Со вступлением страны в период социалистической индустриализации требования к лесозаготовкам резко повысились. Многочисленные документы свидетельствуют о том, что партийные и общественные организации, собрания рабочих и крестьян Севера с горячим одобрением встречали решения XIV съезда партии о проведении ленинского курса индустриализации, решительно осуждали

* Паргархив Архангельского обкома КПСС, ф. 1, д. 2076, лл. 3—12, 149.

** Там же, ф. 1, оп. 1, д. 2579, лл. 45—49

*** Газ. «Волна» от 15 октября 1923 г., Архангельск.

троцкистов и зиновьевцев. Вместе с тем, все очевиднее становилась необходимость технической реконструкции, механизации и других перемен в лесозаготовках. Большевики Севера развернули энергичную деятельность по осуществлению призывов ЦК партии и на лесозаготовках. Именно с этого времени в лесной промышленности нашей области началось движение рационализаторов и изобретателей. Рационализация производства в период, когда в стране было мало техники и слабо было развито машиностроение, служила важнейшим средством технического прогресса и повышения производительности труда. Она явилась необходимой подготовительной ступенью для перехода к коренной технической реконструкции предприятий. Борьба за режим экономии и рационализацию производства имела не только большое экономическое, но и идейно-политическое значение. Она выразилась в строительстве улучшенных лесовозных дорог — конно-ледяных и балочно-лежневых, применении лучковых пил и устройстве приспособлений (эстакад) для погрузки леса. С 1927 г. началось внедрение тракторной вывозки. В этом же году в Архангельске открылась Северная опытная станция ВНИИДревесины по рационализации и механизации лесозаготовок и сплава. До 1929 г., то есть до образования леспромхозов, лесорубы работали артелями, создаваемыми комитетами обществ крестьянской взаимопомощи, через Союз сельскохозяйственных и лесных рабочих и через артели, входящие в кооперативную организацию «Лесосмолсоюз». Артели лесорубов образовывали и сами крестьяне. Государственные лесозаготовительные конторы завозили в места лесозаготовок хлебпродукты, фураж, промтовары, закупали лошадей и начинали создавать государственный конный обоз. Однако во время заготовки и вывозки леса в основном вели крестьяне-единоличники, объединенные в семейные или родственно-соседские ячейки и использовавшие свой обоз.

Условия труда определяли и формы политико-массовой работы с лесорубами-крестьянами и сезонными рабочими. Большое внимание обращали на участие их в профсоюзах. Создавали временные партийные ячейки. Практиковали прикрепление артелей лесных рабочих к ближайшим территориальным партийным ячейкам. Создавали красные уголки, палатки, использовали клубы. Однако специальных культурных учреждений и помещений на лесозаготовках было еще очень мало. Поэтому широко проводили беседы, доклады и собрания в общежитиях и отдельных избушках. Организовывали временные кружки, библиотеки-передвижки, столы справок, экскурсии, массовые игры, работали книгоноши, вели справочные и жалобные книги, начали развивать спорт, развернули борьбу с неграмотностью*. Во всех этих делах самое активное участие принимали комсомолцы. Главная хозяйственно-политическая задача первой и второй пятилеток Севера — Архангельской области — состояла в том, чтобы выполнить роль валютного цеха страны, всемерно использовать экспорт беломорских лесоматериалов как источник социалистического накопления. Экспорт беломорского леса Советского государство ведет с 1921 г., однако особенно велика его роль в 1926—1932 гг. Конкретным проявлением генеральной линии партии на Севере было создание современной лесной промышленности, освоение новых лесных массивов в бассейнах Северной Двины, Мезени, Вычегды, использование тонкомерной древесины для целлюлозного производства. В течение первой пятилетки намечалось увеличение объема заготовок леса и лесопиления более чем в два раза. Главное направление в индустриализации Северного края и его роль в индустриализации всей страны заключалось в развитии различных отраслей промышленности на основе рационального использования леса. Это соответствовало ленинским указаниям об экономическом значении лесов Севера. Резкое увеличение заготовок леса и освоение новых лесных массивов в глубинах водоразделов можно было осуществить при механизации заготовки (рубки) и особенно вывозки леса, при изменении системы рубок (переходе от выборочных к сплошным). Механизация лесозаготовок и новая система рубок стали важнейшими исходными звеньями индустриализации Севера, реконструкции лесопиления и развития производства по химической переработке древесины. Теперь уже недостаточно было рационализаторских мер. Конкретной задачей технического прогресса на лесозаготовках стало внедрение моторных пил и тракторной тяги. Начали создавать первые тракторные базы и первые отряды механизаторов в лесу.

Применение тракторов в лесах Севера осложнялось отсутствием опыта, кадров водителей и ремонта, а также тем, что тракторы работали на древесной чурке из-за дефицита жидкого топлива.

Начало первой пятилетки в истории Севера ознаменовалось рядом крупных организационных перемен, содействовавших развитию лесной промышленности. В 1929 г. был образован Северный край с центром г. Архангельск. В эти годы (1929—1931) проводят централизацию и специализацию лесных организаций. Так, в состав треста «Северолес» были включены лесопильные предприятия «Севкомбината», ликвидированного «Русснорвеголеса» и «Лесосмолсоюза». За «Северолесом» были закреплены леса госфонда, переданные из ведения Наркомзема. В то же время число заготови-

* Партархив Архангельского обкома КПСС, ф. 1, оп. 1, д. 2089, л. 18.

телей сократилось с четырнадцати (1926 г.) до трех*. Эта реформа открывала возможность промышленным организациям создавать специализированные предприятия в лесу. В 1928 г. на территории Архангельской области были основаны первые 15 леспромхозов. До их образования заготовительные организации часто менялись и перемешивались в одних и тех же лесных массивах. Они создавали лишь заготовительные конторы, имеющие дело с крестьянами-лесорубами. Такая организация задерживала механизацию лесозаготовок. Леспромхозы к концу 1931 г. стали организационной основой механизации лесозаготовок. В свою очередь, механизация способствовала развитию тракторных баз, а затем и леспромхозов. Вместе с тем, для руководства лесозаготовками был создан специальный трест «Севлес». Известно, что проблема механизации лесозаготовок оказалась очень сложной. Решение ее потребовало многих лет. В те годы механизмы использовали в основном при вывозке леса. В 1928/29 г. в пределах области действовало 6 тракторных дорог общим протяжением 90 км и до 300 км улучшенных гужевых дорог**. Механизированная вывозка древесины в эти годы составляла около 3%. В течение первой пятилетки строили узкоколейные, подвесные и тракторные дороги. В 1932 г. механизированная вывозка повысилась до 18,7%. Число тракторов возросло с 26 в 1928 г. до 147 в 1932 г.***

Годы индустриализации, первой пятилетки характерны значительными переменами в организации производства и труда, характера труда на лесозаготовках, в партийно-массовой работе.

Решение задачи удвоения объема лесозаготовок за 4—5 лет было немислимо без изменений в организации и характере труда. В 1929 г. появились первые постоянные первичные партийные и комсомольские организации при тракторных базах, при леспромхозах и лесспранхозах, при сплавных конторах (крупных запанях). Заметно возросла численность коммунистов и особенно комсомольцев. Началась широкая вербовка постоянных рабочих. Индивидуальный труд заменяется бригадным. Первоначально бригадир был выборным лицом. Бригады объединяли раздельно рубщиков и возчиков. Были также и сквозные бригады, выполняющие все виды работ. Бригадная форма организации труда содействовала возникновению социалистического соревнования. В зиму 1929 г., по примеру рабочих лесозаводов № 5—6 г. Архангельска социалистическое соревнование стало достоянием тысяч тружеников леса. Заспрыхщиками его выступали комсомольцы. Немалую инициативу в этом движении проявляли студенты АЛТИ, выезжавшие на работы в лес. На лесозаготовках появились ударники. Проводили ленинские наборы в ударные бригады лесорубов. В эти годы проявилась новая яркая черта социалистических отношений — взаимопомощь. На работу в лес приезжали молодежные бригады из Москвы, Пскова, Архангельска. Трактористы выступали инициаторами и вожаками соревнования на лесозаготовках. С возникновением собственного конного обоза леспромхозов и с введением тракторной вывозки крестьянский обоз и кустарные приемы заготовки леса стали отходить в прошлое. Формировалась лесозаготовительная промышленность. Социалистические формы труда убедительно демонстрировали свои преимущества, и прежде всего, в росте производительности труда. Так, в 1928 г. один лесоруб заготавливал за сезон в среднем 91 м³ древесины, а в 1931 г. — 358 м³****. В лесозаготовительных предприятиях развивалась техническая учеба, шло выдвижение квалифицированных рабочих на руководящие должности, развертывалось движение изобретателей. Одним из изобретателей был десятник Снетков, который в 1930 г. внес проект сортировочной запани и сплочного станка, за что получил денежную премию*****.

С 1927 г. начали сравнительно широко направлять батраков из деревни и передовиков лесозаготовок в рабфаки, техникумы, на курсы. Исключительное значение для подготовки инженеров лесного дела имело основание Архангельского лесотехнического института. Систематическое обеспечение лесозаготовительной промышленности Севера инженерами началось с 1932 г. Большую работу проводили по вовлечению женщин в лесную промышленность.

Стержнем массовой работы на лесозаготовках были бригады и лесопункты. Проводили конкурсы лучших, ударных и колхозных бригад лесозаготовителей, ударные суботники, «Дни ударника», месячники им. XVI съезда партии, составляли списки энтузиастов, присваивали звание почетного лесоруба, награждали значком «Отличник лесной промышленности». Были введены «Доски почета» и показатели хода соревнования. Проводили общественно-производственные смотры, переключки предприятий. Развертывание производственной и политической активности на лесозаготовках Севера было ответом тружеников леса на призывы Коммунистической партии о выполнении пятилетки в четыре года.

* Парлархив Архангельского обкома КПСС, ф. 1, оп. 1, д. 2579, лл. 45—49.

** Там же, ф. 290, оп. 1, д. 45, лл. 5—14.

*** Там же, ф. 1, оп. 1, д. 2559, л. 7.

**** ГААО, ф. 621, оп. 1, д. 140, лл. 140—163.

***** Там же, ф. 1729, оп. 1, д. 64, л. 44.

Формирование социалистической лесной промышленности Севера сопровождалось преодолением разнородных трудностей. Сказывался недостаток техники, сложность ее создания и освоения, отсутствие постоянных кадров, особенно квалифицированных механизаторов и специалистов. Это были годы острой борьбы с кулачеством, подготовки и проведения коллективизации. Требовалось правильное сочетание решения задач сельского хозяйства и лесной промышленности. При недостатке рабочей силы особенно важно было правильное распределение трудовых ресурсов деревни. Не всегда соблюдалось правильное сочетание задач экспорта и обеспечения лесом народного хозяйства своей страны.

Расширение сферы лесозаготовок, освоение новых лесных массивов, особенно на водоразделах, требовало решения проблемы общего освоения необжитой, пустынной лесной территории, ее заселения, создания всех материально-бытовых условий для жизни людей. В результате возникали не только леспромхозы и лесопункты как заготовительные предприятия, но и особые поселки лесозаготовителей. Они и ныне составляют особую категорию населенных пунктов Архангельской области. Обычно они разбросаны, размещены очагами, кустами; связь с ними и снабжение их представляет немалую трудность. Формирование социалистической лесной промышленности способствовало ликвидации многовекового застоя в технологии лесозаготовок. В лес пошла наука. Уже в 1930—1932 гг. началась электрификация лесозаготовок. В 1931 г. в Архангельске был создан Северный научно-исследовательский институт электрификации лесной промышленности (СевНИИЭЛП) и построен Емцовский электрифицированный комбинат, с электрифицированной лесовозной дорогой. Была выдвинута идея создания электрифицированного инструмента (пилы).

Так развивалась лесозаготовительная промышленность на Севере.

П. М. Трофимов

Доцент, канд. эконом. наук

(Архангельский лесотехнический институт)

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Ф. В. Кишенков. Текущий прирост елово-березовых древостоев	3
В. Н. Смирнов, Е. В. Гришкун, В. А. Усынина. Физико-химические и биохимические свойства дерново-подзолистых почв ризосферы дуба, березы и желтой акации	10
М. В. Колесниченко, В. И. Тихонов. О взаимовлиянии сосны и лиственницы	15
М. В. Давидов. К вопросу о бонитировании насаждений быстрорастущих древесных пород	18
С. А. Муравьев. Особенности изменений агрофизических свойств дерново-среднеподзолистых суглинистых почв при подготовке под лесные культуры	21
В. А. Рахов. К вопросу о диагностировании энтомоустойчивости сосны в береговой зоне Куйбышевского водохранилища	25
П. М. Малаховец. Результаты посева ели по тающему снегу	29
Л. Б. Калинин. К вопросу о формировании елово-лиственных молодняков	32
Т. М. Бродович. Исследования насаждений псевдотсуги тиссолистной в западных областях УССР	36
В. П. Ковтунов. Новое в расчете главного пользования лесом в лесах II группы	43
Б. Ф. Остапенко. Четырнадцатилетние лесные полосы учебно-опытного лесхоза «Коммунист»	47

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

С. И. Рахманов. Обобщение расчетов транспортных устройств	52
Э. Д. Мартюшов. О морозном пучении отдельных слоев земляного полотна в районах распространения верховодки	58
А. М. Жигалов. Экспериментальное определение параметров подвесок автолесовозов Т-60М и Т-80.	54
Б. Д. Васильев-Козлов. Методика определения нагрузочных режимов рамы автолесовоза	73
В. П. Тюкавин. Исследование гидродинамической неуравновешенности плунжерной пары насоса НК-10 с помощью электронинтегратора	79
А. М. Степанов. О динамике показателя фондоотдачи в лесозаготовительной промышленности	86

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

В. Н. Фелешук. Влияние угла заострения прижимной линейки и ее расположения относительно ножа на сопротивляемость древесины обработке лущением	91
Е. Турольски, Е. Буххольц. Из исследований по влиянию сбежистости соснового пиловочника на расположение, величину и количество сучьев	97
В. Н. Петри, А. Г. Фокина. Об особенностях действия некоторых азотнокислых солей на домовые грибы	102
Г. А. Комаров. Взаимодействие резца с древесиной при поперечном фрезеровании	107
Н. С. Крутиков. К расчету транспортных средств лесопильного потока	113

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Н. Я. Солечник, К. Хамар, В. М. Аникиева. К вопросу получения древесных пластиков без связующих из хвойных пород. Сообщение 1 . . .	113
Ю. Н. Непемин, Н. Н. Атаманчук. Облагораживание сульфитной целлюлозы зеленым щелоком при двухступенчатой варке	125
Н. В. Чалов, Н. Н. Блинова. Механохимическая деструкция полисахаридов в присутствии серной кислоты. Сообщение 5. Влияние количества серной кислоты	132
И. М. Боховкин, Ю. И. Боховкина, Е. О. Витман. Физико-химическое исследование взаимодействия ацетамида с уксусной и трихлоруксусной кислотами	137
Ф. А. Медников, В. Н. Жернакова. Применение электрогидравлического эффекта для извлечения смолистых веществ из осмола и получения древесной муки	143

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

В. С. Петровский. Построение системы автоматической оптимизации раскроя древесных стволов с целью применения цифровых вычислительных машин для управления процессом разделки хлыстовой древесины	147
М. И. Тертицкий. О предпосылках алгоритмизации учетно-плановой работы на лесозаготовках	158

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

М. Л. Дворецкий. Отграничение летучих круговых пробных площадей . .	165
Е. С. Зархина. К вопросу о строении искусственных линейных древостоев тополя	168
П. Н. Львов. О многостольности березы	170

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ

П. М. Трофимов. Из истории лесной промышленности Севера (1926—1932 гг.)	172
---	-----

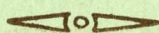
ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ «ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 4 (Год издания седьмой)

Сдан в набор 6/VII 1964 г. Подписан к печати 9/IX 1964 г. Форм. бум. 70×108¹/₁₆.
Физич. л. 11, печ. л. 15,07, + 1 вклейка, уч.-изд. л. 14,77. Тираж 1600. Сл. 00099. Зак. № 137. Цена 1 руб.

Типография им. Скляпина, г. Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 86.

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ
ЖУРНАЛ



АРХАНГЕЛЬСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. В. В. КУЙБИШЕВА

Цена 1 руб.

**Подписывайтесь
на журнал на 1965 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР**

Раздел

„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 и 1964 гг. высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».