

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ДЕВЯТЫЙ

4

1966

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Проф. **Ф. И. Коперин** (отв. редактор), доц. **П. И. Войчалъ** (зам. отв. редактора), проф. **С. Х. Будыка**, доц. **Г. А. Вильке**, проф. **И. В. Воронин**, проф. **А. Э. Грубе**, проф. **М. Л. Дворецкий**, доц. **Д. С. Добровольский**, доц. **Г. Л. Дранишников**, проф. **М. И. Зайчик**, проф. **С. Я. Коротов**, акад. ВАСХНИЛ проф. **И. С. Мелехов**, доц. **Н. В. Никитин**, проф. **А. Н. Песоцкий**, проф. **С. И. Рахманов**, доц. **Г. Я. Трайтельман**, доц. **В. В. Шелкунов**.

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

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

Выходит 6 раз в год.

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

УДК 634. 0.56

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

ТАБЛИЦЫ ТАКСАЦИИ ТЕКУЩЕГО ПРИРОСТА
ОТДЕЛЬНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

В. В. АНТАНАЙТИС

Доцент

(Литовская сельскохозяйственная академия)

В практике лесного хозяйства принято проводить таксационные расчеты при помощи таблиц. В литературе известен ряд таблиц текущего прироста насаждений [11], [13], [7]. Но из-за недостаточной дробности построения и большой изменчивости текущего прироста однородных насаждений, при таксации прироста отдельных насаждений эти таблицы дают большие погрешности, поэтому ими пользоваться не рекомендуется.

Их обычно применяют лишь при таксации текущего прироста совокупности насаждений.

Для упрощенной таксации текущего прироста отдельных насаждений (при помощи приростных буравов) рекомендован ряд формул и номограмм, построенных на их основе. Однако производственникам не ясно, какой формуле следует отдать предпочтение. Кроме того, применение формул связано с вычислительной работой и вытекающими из нее ошибками. Поэтому целесообразно составить таблицы, позволяющие определить текущий прирост отдельных насаждений по запасу с точностью, необходимой для нужд практики.

Такие таблицы разработаны кафедрой экономики лесного хозяйства и лесоустройства Литовской сельскохозяйственной академии по договору со Всесоюзным объединением «Леспроект».

Исследованиями ряда авторов доказано, что разные закономерности выявляются лучше, если анализировать относительные, а не абсолютные величины ([11], [15], [8], [6] и др.). Поэтому целесообразно разработать таблицы текущего прироста в относительных величинах.

Опытная проверка показала, что при расчете процента прироста по площади сечения P_G различные формулы дают практически одинаковые результаты. Это позволяет составить сравнительно простую таблицу P_G . При построении такой таблицы диаметры брали с интервалом 1 см, прирост по радиусу на высоте груди с интервалом 0,1 м. Мы приводим таблицу в сокращенном виде (табл. 1).

Имея таблицы P_G , можно составить таблицы P_M , используя для этого формулу

$$P_M = P_G + P_{HF}.$$

Таблица 1

Средний диаметр, см	Проценты текущего прироста по площади сечения P_G в зависимости от средней ширины годичного слоя (мм)													
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	3,0	3,5	4,0
10	1,60	2,39	3,20	4,00	4,82	5,63	6,45	7,27	8,00	8,80	9,65	12,10	13,80	16,00
12	1,33	2,00	2,66	3,33	4,02	4,70	5,37	6,06	6,66	7,35	8,05	10,10	11,50	13,33
14	1,14	1,71	2,28	2,86	3,44	4,02	4,61	5,20	5,71	6,28	6,89	8,65	9,86	11,40
16	1,00	1,50	2,00	2,50	3,01	3,52	4,03	4,55	5,00	5,50	6,02	7,58	8,61	10,00
18	0,89	1,33	1,78	2,22	2,68	3,13	3,58	4,05	4,45	4,88	5,35	6,75	7,65	8,90
20	0,80	1,20	1,60	2,00	2,41	2,82	3,22	3,64	4,00	4,40	4,83	6,05	6,90	8,00
22	0,73	1,09	1,45	1,82	2,19	2,56	2,93	3,31	3,64	3,99	4,38	5,51	6,26	7,27
24	0,67	1,00	1,33	1,67	2,01	2,34	2,69	3,03	3,33	3,66	4,02	5,05	5,75	6,66
26	0,61	0,92	1,23	1,54	1,85	2,17	2,48	2,80	3,08	3,38	3,71	4,65	5,30	6,15
28	0,57	0,85	1,14	1,43	1,72	2,02	2,30	2,60	2,86	3,14	3,44	4,33	4,93	5,71
30	0,53	0,80	1,07	1,33	1,61	1,88	2,15	2,42	2,66	2,93	3,21	4,04	4,60	5,34
32	0,50	0,75	1,00	1,25	1,51	1,76	2,02	2,27	2,50	2,75	3,01	3,79	4,31	5,00
34	0,47	0,70	0,94	1,18	1,42	1,65	1,90	2,14	2,36	2,58	2,84	3,56	4,05	4,70
36	0,45	0,67	0,89	1,11	1,34	1,56	1,79	2,02	2,22	2,44	2,68	3,37	3,83	4,45
38	0,42	0,63	0,84	1,05	1,27	1,49	1,70	1,92	2,10	2,32	2,54	3,20	3,63	4,21
40	0,40	0,60	0,80	1,00	1,21	1,42	1,61	1,82	2,00	2,20	2,41	3,03	3,45	4,00

Таблица 2

Возраст, лет	Средний диаметр в коре, см	Проценты текущего прироста по запасу P_M при средней ширине годичного слоя (мм)							
		0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
30	10	—	6,2	6,8	7,6	8,4	9,1	9,9	10,7
	12	—	5,6	6,2	6,9	7,5	8,2	8,8	9,4
	14	—	5,3	5,7	6,3	6,8	7,3	7,9	8,5
	16	—	4,9	5,3	5,8	6,4	6,9	7,3	7,8
40	10	—	5,2	6,0	6,8	7,5	8,3	9,1	—
	12	—	4,7	5,4	6,0	6,7	7,3	8,0	—
	14	—	4,3	4,9	5,4	6,0	6,5	7,1	—
	16	—	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	—
50	14	—	3,7	4,3	4,8	5,4	5,9	6,5	—
	16	—	3,5	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	—
	18	—	3,2	3,6	4,1	4,5	4,9	5,4	—
	20	—	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	5,0	—
60	16	—	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	—
	18	—	2,8	3,2	3,6	4,1	4,5	5,0	—
	20	—	2,6	3,0	3,3	3,7	4,1	4,5	—
	22	—	2,4	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	—
70	18	—	2,5	3,0	3,4	3,8	4,3	4,7	—
	20	—	2,4	2,8	3,1	3,5	3,9	4,3	—
	22	—	2,2	2,6	2,9	3,3	3,6	4,0	—
	24	—	2,1	2,4	2,8	3,1	3,4	3,7	—
80	20	—	2,2	2,6	3,0	3,3	3,6	4,1	—
	22	—	2,0	2,4	2,7	3,1	3,5	3,8	—
	24	—	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,6	—
	26	—	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	—
90	22	1,5	1,9	2,2	2,6	3,0	3,3	3,7	—
	24	1,4	1,8	2,1	2,4	2,7	3,1	3,3	—
	26	1,3	1,7	2,0	2,3	2,6	2,9	3,1	—
	28	1,2	1,6	1,9	2,2	2,5	2,7	3,0	—

Продолжение табл. 2

Возраст, лет	Средний диаметр в коре, см	Проценты текущего прироста по запасу P_M при средней ширине годового слоя (мм)							
		0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
100	24	1,3	1,7	2,0	2,3	2,7	3,0	3,2	—
	26	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,0	—
	28	1,3	1,5	1,8	2,1	2,4	2,6	2,9	—
	30	1,2	1,4	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	—
110	26	1,3	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	—
	28	1,2	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6	2,8	—
	30	1,1	1,4	1,6	1,9	2,2	2,4	2,6	—
	32	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	—
120	28	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	—	—
	30	1,0	1,3	1,5	1,8	2,1	2,3	—	—
	32	1,0	1,2	1,5	1,7	2,0	2,2	—	—
	34	0,9	1,2	1,4	1,6	1,9	2,1	—	—
130	28	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	2,4	—	—
	30	0,9	1,2	1,5	1,8	2,0	2,3	—	—
	32	0,9	1,1	1,4	1,6	1,9	2,1	—	—
	34	0,8	1,1	1,3	1,6	1,8	2,0	—	—
140	30	0,9	1,2	1,4	1,7	2,0	2,2	—	—
	32	0,8	1,1	1,3	1,6	1,9	2,1	—	—
	34	0,8	1,0	1,3	1,5	1,7	2,0	—	—
	36	0,8	0,9	1,2	1,4	1,6	1,9	—	—

Таблицы процентов текущего прироста насаждений по запасу составлены для сосны, ели, дуба, березы, черной ольхи и осины (табл. 2 для сосны III класса бонитета).

Проценты прироста по видовой высоте P_{HF} для сосны, ели, березы и осины брали из таблицы P_{HF} , составленной В. Джурджу [6]. Для дуба и черной ольхи были разработаны новые таблицы процентов прироста по видовой высоте. При этом ход роста по высоте для дуба был взят из таблиц хода роста дубовых семенных насаждений европейской части СССР, составленных Ф. П. Моисеенко [10]. Ход роста по высоте для черной ольхи был взят из всеобщих таблиц А. В. Тюрина.

Процент прироста по видовой высоте находили по формуле

$$P_{HF} = \frac{Z_{HF} \cdot 100}{HF}$$

Видовые числа вычисляли применительно к породам, высотам и средней форме стволов, взятым из объемных таблиц.

Проценты текущего прироста насаждений по запасу P_M в таблицах указаны в зависимости от породы, происхождения, класса бонитета, возраста, среднего диаметра и средней ширины годового слоя.

В лесной таксации принято определять текущий прирост насаждений по запасу без коры. Это усложняет обмеры диаметров деревьев и последующие расчеты. Поэтому для упрощения пользования таблицами были внесены поправки на кору, позволяющие производить обмер диаметров в коре и при расчете абсолютной величины текущего прироста использовать показатели запаса в коре.

Размер поправок определен в зависимости от процента коры в общем запасе древесины.

Пользование таблицами

Таблицы предназначены для определения текущего прироста по запасу отдельных насаждений. Порядок пользования ими следующий.

1. Насаждение таксируют обычным путем.
2. На основании обмера 25—30 деревьев каждого элемента леса вычисляют средний диаметр в коре и среднюю ширину годичного слоя. Деревья для обмера подбирают по принципу случайной выборки.

При помощи приростного бурава берут пробы на прирост на высоте груди по одной с дерева. Однако нужно стремиться деревья просверливать с разных сторон света (примерно по одинаковому количеству с юга, севера, запада и востока).

3. По таблицам определяют значение P_M .

4. Текущий прирост по запасу Z_M вычисляют по формуле

$$Z_M = \frac{M \cdot P_M}{100},$$

где M — запас насаждения в коре.

5. В смешанных насаждениях Z_M можно вычислить двумя способами: а) P_M и Z_M определяют отдельно для каждого элемента леса. Z_M всего насаждения получают как сумму Z_M отдельных элементов леса; б) P_M находят для каждого элемента леса, а потом вычисляют для всего древостоя средний P_M , взвешенный по коэффициентам состава.

В обоих случаях P_M рекомендуется определять для каждого элемента леса, включающего не менее 0,2 состава.

6. Если в таксируемом насаждении ход роста по высоте значительно отличается от показателей всеобщих таблиц хода роста, а для стволов характерна большая сбежистость или полндревесность, то P_M рекомендуется находить следующим путем: а) на основании обмера диаметров 25—30 деревьев и взятия у них проб на прирост по табл. 1 определяют процент прироста по площади сечения P_G ; б) процент прироста по видовой высоте P_{HF} устанавливают путем обмера 6—8 модельных деревьев (для каждого элемента леса); в) P_M получают как сумму P_G и P_{HF} .

Все остальные расчеты проводятся в указанном выше порядке.

Определение P_{HF} по модельным деревьям целесообразно и при необходимости точного установления влияния хозяйственных мероприятий на текущий прирост по запасу.

Рекомендации по определению текущего прироста насаждений даны с учетом разных литературных источников [3], [5], [6], [9], [11] и исследований, проведенных в Литовской ССР [12], [11], [2].

Учитывая изменчивость диаметров ($V = 25\%$) и прироста по радиусу на высоте груди ($V = 40—45\%$), можно утверждать, что путем обмера 25—30 деревьев средний диаметр можно установить с точностью $\pm 5\%$, а среднюю ширину годичного слоя — с точностью $\pm 8\%$. Таким образом, P_G определяется с точностью $\pm 9\%$.

По исследованиям В. Джурджу [6], процент прироста по видовой высоте P_{HF} , на основании таблицы хода роста, определяется с точностью $\pm 20\%$. Однако в общей величине процента прироста по запасу P_M составляет в среднем только 35%. Поэтому процент прироста по запасу P_M при помощи таблиц устанавливается также с точностью $\pm 9\%$.

Точность определения текущего прироста насаждения по запасу зависит от точности нахождения P_M , запаса и внесенных в таблицы поправок на кору (с учетом округления до одного знака после запятой). При измерительной таксации запас насаждения можно получить с точностью $\pm 8\%$ [4], [14]. Ошибка поправок на кору не превышает $\pm 5\%$. Отсюда следует, что текущий прирост насаждения по запасу может быть определен с точностью $\pm 13\%$. Такая точность для нужд практики вполне приемлема.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Антанайтис, Т. Битвинскас. Исследование текущего прироста насаждений в Литовской ССР. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1963. [2]. В. Антанайтис. Новое в лесоустройстве Литовской ССР. Повышение продуктивности лесов западных и центральных районов СССР. Изд-во Министерства высшего и среднего образования БССР, Минск, 1962. [3]. Н. П. Анучин. Лесная таксация. М.—Л., 1960. [4]. С. В. Белов. Анализ ошибок определения таксационных показателей насаждений и пути дальнейшего совершенствования инвентаризации лесов. Сборник работ по лесному хозяйству, ЛенНИИЛХ, вып. 5, М., 1962. [5]. М. Л. Дворецкий. Текущий прирост по объему древесного ствола и запасу наличного древостоя и способы его определения. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук, Л., 1960. [6]. В. Джурджу. Таксация текущего прироста насаждений. Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук, М., 1957. [7]. В. В. Загреев. Таксация текущего прироста насаждений и лесных массивов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук, М., 1963. [8]. В. К. Захаров. К вопросу о величине текущего прироста насаждений. Сборник научных работ Института леса АН БССР, Минск, 1952. [9]. В. К. Захаров. Лесная таксация. М., 1961. [10]. Ф. П. Моисеенко. Ход роста и товарность семенных дубовых насаждений. Журн. «Лесное хозяйство» № 4, 1964. [11]. И. М. Науменко. Прирост лесов водоохранной зоны. Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук, Воронеж, 1941. [12]. V. Antanaitis. Medynu ir medziu einamosios prieaugos kintamumas Lietuvos TSR miskuose. LZUA Moksliniai darbai, X t. 3 (19), sas., 1963. [13]. W. Erteld. Grundflächenschluss und Zuwachs bei Kiefer, Fichte und Buche. Berlin, 1957. [14]. J. Kenstavičius. Dalines matuojamosios — perskaiciuojamosios taksacijos pritaikymas tvarkant LTSR miskus sklypiniu metodu. Disertacija z. u. m. kand. laispmiui igyti, Kaunas, 1963. [15]. M. Prodan. Messung der Waldbestände. Frankfurt, 1951.

Поступила в редакцию
7 декабря 1964 г.

УДК 634.0.114.32

ФАКТОРЫ ОБРАЗОВАНИЯ МИКРОРЕЛЬЕФА И ЕГО РОЛЬ В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

В. В. ИЛЬИНСКИЙ

Аспирант

(Московский лесотехнический институт)

Суммируя работы различных авторов и наши наблюдения, можно выделить пять основных факторов, вызывающих образование микро-рельефа в лесу: ветровальные деревья; корневая система растущих деревьев; пни и корни отмерших деревьев; повышения и понижения, образовавшиеся в период ледниковых отложений и усиленные воздействием поверхностных вод; деятельность человека. Рассмотрим подробнее каждый из этих факторов.

1. Вывороты корневой системы при ветровале образуют ямки до 40—50 см глубиной, в которых застаивается вода во время весеннего снеготаяния и обильных осадков. Постепенно они заселяются гидрофитами. Стволы ветровальных деревьев покрываются мхами, сгнивают, представляя хороший субстрат для естественного возобновления [3], [5], [4].

2. Корни растущих деревьев (особенно поверхностно расположенные) играют большую роль в образовании микро-рельефа на переувлажненных почвах. От 90 до 98% корней сосредоточено в верхнем слое мощностью 10—20 см. Развиваясь, они приподнимают почву, образуя своеобразные вздутия [2], [1].

3. Пни и приствольные повышения, оставшиеся после рубки или падения старого дерева, начинают быстро зарастать травянистой растительностью и мхами, образуя более или менее высокие рыхлые подушки, которые в условиях избыточного увлажнения не страдают от недостатка кислорода. На маломощном торфянике мы наблюдали три яруса поребенных пней с остатками корневых систем. Подрост появляется здесь исключительно на микроповышениях.

4. Микро-рельеф, образовавшийся в период ледниковых отложений и усиленный действием поверхностных вод, легко отличается от биологически образовавшегося: повышения не заняты мхами, мощность подстилки не превышает 10 см, так как опад быстро разлагается и используется растениями для питания. Понижения, образующие бессточные впадины, заняты кукушкиным льном и сфагнумом, подстилка сильно оторфована и достигает 20—30 см.

5. Микро-рельеф образуется также в результате подготовки почвы под лесные культуры, опашки молодняков, лесомелиорации, тракторной и лебедочной трелевки и других лесохозяйственных мероприятий.

Мы попытались выяснить роль микрорельефа в жизни соснового насаждения от его возникновения до спелости.

В молодняках сосны (30—35 лет), растущих на переувлажненных почвах с ярко выраженным микрорельефом, деревья различаются таксационными показателями: высота колеблется в пределах 5—17 м, диаметры — 4—16 см. Микроповышения максимально превышают микропонижения (на трех пробных площадях) в пределах 80 см. При нанесении точек местоположения стволов на гипсометрические карты пробных площадей выявляется четкая зависимость высоты и диаметра сосны от расположения их по элементам микрорельефа. Коэффициент корреляции между высотой сосны и высотой ее местоположения равен 0,98, между диаметром и местоположением 0,97.

Изучение морфологии, физических и химических свойств почвы по элементам микрорельефа показало, что основной причиной снижения темпов роста сосны является ухудшение водно-воздушного режима и физических свойств при переходе от микроповышений к понижениям (табл. 1).

Различия в свойствах почв наблюдаются до высоты 40—60 см, а затем сглаживаются. Периодическое переувлажнение микропонижений привело к образованию различных почв: на повышениях преобладают дерново-слабоподзолистые глеевые, в понижениях — торфянисто-подзолисто-глеевые.

Таблица 1

Показатели	Горизонты почвы				
	A ₀ (0—10 см)	A ₁ (10—20 см)	A ₁ A ₂ (20—30 см)	A ₂ B (30—40 см)	B (40—50 см)
Влажность (август 1955 г.), % . . .	49,5	22,3	21,7	20,6	18,4
	<u>350</u>	<u>40,3</u>	<u>36,1</u>	<u>30,1</u>	<u>26,3</u>
Капиллярная влагоемкость, % . . .	21,0	41,1	40,8	39,2	33,0
	<u>75,0</u>	<u>39,7</u>	<u>36,4</u>	<u>30,1</u>	<u>32,1</u>
Полная влагоемкость, %	75,1	53,1	50,3	45,4	34,3
	<u>94,0</u>	<u>41,0</u>	<u>36,9</u>	<u>31,0</u>	<u>33,1</u>
Объемный вес, г/см ³	0,13	0,98	1,26	1,30	1,47
	<u>0,14</u>	<u>1,25</u>	<u>1,40</u>	<u>1,51</u>	<u>1,69</u>
Механический состав		64,2	58,5	54,2	44,1
0,1 мм и более	—	<u>36,7</u>	<u>32,8</u>	<u>30,1</u>	<u>26,0</u>
0,05—0,1 мм . .	—	<u>22,1</u>	<u>20,5</u>	<u>19,4</u>	<u>15,3</u>
		<u>33,2</u>	<u>27,6</u>	<u>12,7</u>	<u>5,9</u>
менее 0,05 мм .	—	<u>14,8</u>	<u>21,0</u>	<u>26,4</u>	<u>46,0</u>
		<u>30,1</u>	<u>39,6</u>	<u>58,2</u>	<u>68,1</u>
Содержание гумуса по Тюрину, % .	—	<u>2,6</u>	<u>2,0</u>	<u>1,4</u>	<u>0,5</u>
		<u>12,4</u>	<u>9,4</u>	<u>3,8</u>	<u>0,1</u>
Сумма поглощенных оснований, мг-экв на 100 г почвы	—	<u>4,0</u>	<u>2,4</u>	<u>1,6</u>	<u>0,6</u>
		<u>5,2</u>	<u>3,0</u>	<u>1,4</u>	<u>0,4</u>
Гидролитическая кислотность, мг-экв на 100 г почвы	—	<u>5,8</u>	<u>3,5</u>	<u>2,7</u>	<u>2,3</u>
		<u>14,0</u>	<u>5,0</u>	<u>4,0</u>	<u>1,9</u>
Насыщенность почвы основаниями, %	—	<u>41</u>	<u>41</u>	<u>37</u>	<u>32</u>
		<u>27</u>	<u>38</u>	<u>26</u>	<u>17</u>

Примечание. В числителе — данные для повышения, в знаменателе — для понижения.

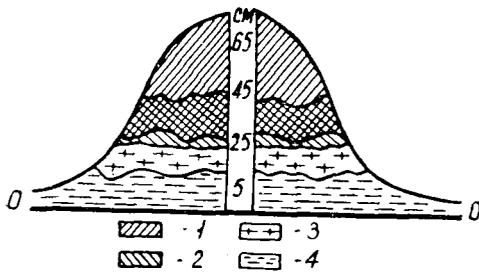


Рис. 1. Поясность напочвенного покрова на элементах микрорельефа.

1 — брусника; 2 — черника и зеленые мхи;
3 — кукушкин лен; 4 — сфагнум.

Следует отметить характерную для микрорельефа поясность напочвенного покрова (рис. 1). Растения занимают определенное положение, соответствующее их питротрофности.

В спелых и приспевающих сосновых насаждениях I—IV классов бонитета проводили изучение влияния микрорельефа на строение корневых систем и естественное возобновление. При повышении уровня грунтовых вод, периодическом избыточном увлажнении почв увеличивается высота микроповышений, что, в известной мере, объясняется приспособлением сосняков к переувлажнению (табл. 2).

Таблица 2

Класс бонитета	Состав	Возраст, лет	Запас, м ³	Средние		Уровень грунтовых вод, см	Мощность корнеобитаемого слоя, см	Высота микроповышений, см
				Н, м	Д, см			
I	6С2Е2Б	90	485	27,0	31,0	185	85	5—10
II	7С1Е2Б	90	403	23,0	29,0	90	50	10—20
III	8С2Б	90	344	20,0	28,0	45	35	20—35
IV	9С1Б	90	265	18,0	24,0	25	25	30—60

Примечание. Данные 37 пробных площадей.

Температурный режим почв с ярко выраженным микрорельефом изучали на трех пробных площадях в столетних сосняках II, III и IV классов бонитета в течение вегетационного периода 1964 г. (табл. 3).

Таблица 3

Класс бонитета	Состав	Почва	Высота повышений, см	Температура 50-сантиметрового слоя почвы					
				май	июнь	июль	август	сентябрь	средняя
II	7С2Е1Б	Торфянисто-сильнопodzолистая глеевая	10—20	4,8	12,1	12,0	12,7	10,0	10,4
				4,8	11,7	11,5	11,6	9,5	9,7
III	8С2Б	Торфянисто-подзолистоглеевая	25—35	6,4	11,8	13,6	14,8	11,2	11,6
				6,3	10,2	11,8	12,0	10,4	10,1
IV	9С1Б	Маломощный торфяник	40—60	7,2	14,7	16,1	14,6	11,7	12,9
				7,1	12,7	14,1	12,8	11,3	11,6

Примечание. В числителе — данные для повышения, в знаменателе — для понижения.

В начале вегетационного периода не наблюдается большой разницы в температуре повышений и понижений, в дальнейшем она увеличивается.

Хорошая аэрация и температурный режим повышенный создают благоприятные условия для естественного возобновления сосны на переувлажненных почвах. В микропонижениях, по нашим наблюдениям, самосев гибнет от вымокания на первый — второй год после появления. Особенно успешно происходит возобновление по заросшим пням, где в отдельных случаях насчитывают до 10 стволиков. Деревца сосны имеют ветвистую корневую систему, углубляющуюся к четверем — пяти годам на 20—30 см. Несмотря на большую конкуренцию травянистых растений и полукустарничков, они хорошо развиваются, средний прирост по высоте на маломощном торфянике составляет 20—25 см в год.

В лесокультурной практике давно применяют метод создания искусственных микроповышений на переувлажненных почвах. Сохранение существующего микрорельефа при пользовании лесом в значительной мере улучшит естественное возобновление, сократит расходы на лесокультурные работы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. О. В. Бутузова. О роли корневой системы древесных пород в образовании микрорельефа. Журн. «Почвоведение» № 4, 1962. [2]. А. В. Веретенников. Строение и работа корневой системы сосны в связи с временным избыточным увлажнением почвы. Труды ЛТА № 82, ч. 1, 1957. [3]. Н. В. Декатов. Влияние микрорельефа на возобновление ели. Сб. «Исследования по лесоводству», М.—Л., 1931. [4]. П. С. Погребняк. Общее лесоводство. М., 1963. [5]. И. Г. Розмахов. Влияние ветровала на почвообразование. Техническая информация по результатам научно-исследовательских работ ЛТА, № 24, 1955.

Поступила в редакцию
26 января 1966 г.

УДК 634.0.56

К ВОПРОСУ О СТРОЕНИИ СМЕШАННЫХ СОСНОВО-БЕРЕЗОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ

О. А. НЕВОЛИН

Старший преподаватель

(Архангельский лесотехнический институт)

Изучением строения древостоев в разных районах нашей страны занимались многие исследователи: А. В. Тюрин, А. И. Тарашкевич, Н. В. Третьяков, И. А. Кищенко, В. К. Захаров, Ф. П. Моисеенко, В. И. Левин, П. В. Воропанов, М. В. Давидов, И. М. Науменко, П. В. Горский, М. С. Чернобровцев, Э. Н. Фалалеев, К. К. Высоцкий, С. С. Шанин и др. Продолжая и развивая работы по исследованию сосновых лесов Севера [2], мы изучали строение смешанных сосново-березовых древостоев. В нашей статье приведены некоторые важные для практики лесного хозяйства и лесоустройства данные.

Возрастное строение древостоев

Исследуемые нами сосново-березовые древостои послепожарного происхождения одновозрастны как в пределах составляющих пород (сосна; береза), так и в целом. По модельным и учетным деревьям на пробных площадях установлено, что разница между наибольшим и наименьшим возрастом деревьев колеблется: у сосны от 0 до 10 лет (в среднем 4—5), у березы от 0 до 12 лет (в среднем 4—5). Береза, как правило, несколько старше сосны (от 1 до 8 лет, в среднем 2 года). Очень редко встречаются древостои, в которых береза имеет один возраст с сосною или немного (на 1—3 года) моложе ее. На пробах выделяются единичные деревья сосны и березы материнского поколения.

Строение древостоев по диаметру

Обработав приемами вариационной статистики данные перечетов 70 пробных площадей*, мы выделили в каждом типе леса четыре группы по сходству и различию рядов распределения числа деревьев по естественным ступеням толщины [3] в зависимости от среднего диаметра древостоя элемента леса (сосна и береза): 1—4—9 см; 2—10—15; 3—16—24 и 4—25—32 см.

Оказалось, что древостои разных возрастов и типов леса, но при близких средних диаметрах обладают единством строения. Вычислен-

* Пробы заложены в одновозрастных сосново-березовых древостоях I—IX классов возраста, типов леса *Pinetum betuleto-oxalidosum* и *Pinetum betuleto-myrtillusum*

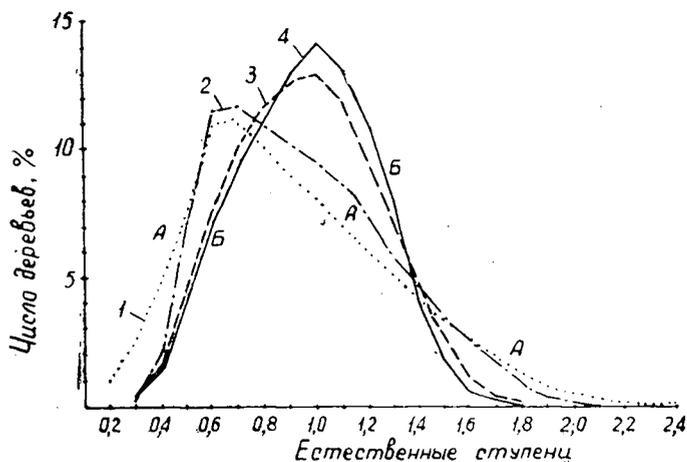


Рис. 1. Распределение числа деревьев сосны по естественным ступеням толщины.

А) 1 — древостой $D_{\text{ср}} = 4-9$ см; 2 — $D_{\text{ср}} = 10-15$ см.

Б) 3 — $D_{\text{ср}} = 16-24$ см; 4 — $D_{\text{ср}} = 25-32$ см.

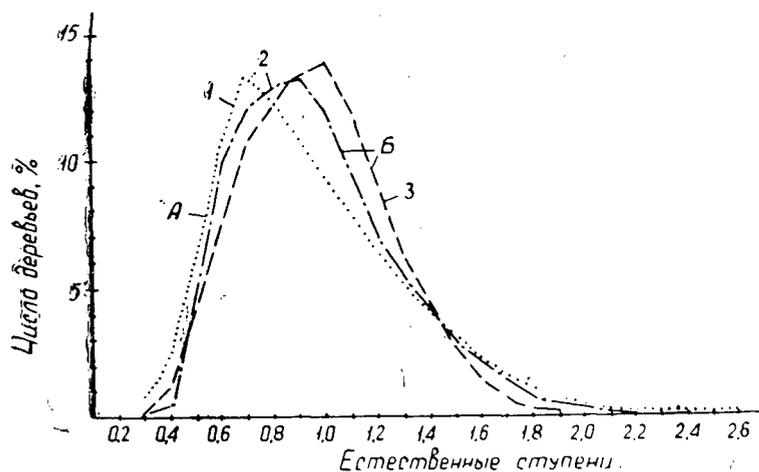


Рис. 2. Распределение числа деревьев березы по естественным ступеням толщины.

А) 1 — древостой $D_{\text{ср}} = 4-9$ см; Б) 2 — $D_{\text{ср}} = 10-15$ см; 3 — $D_{\text{ср}} = 16-24$ см.

ные в пределах групп толщины показатели существенности различия значительно меньше 3.

Соотношение древесных пород в смешанных древостоях не оказывает заметного влияния на строение по диаметру слагающих их частей — сосны и березы.

Ряды распределения числа деревьев по толщине в молодняках растянуты и имеют резко выраженную положительную асимметрию (рис. 1, А; 2, А). С увеличением возраста в древостое не только сближаются крайние пределы диаметров, но и накапливается относительно большее число деревьев в центральных ступенях, при этом кривая рас-

пределения приближается к нормальной (рис. 1, Б; 2, Б). Одновременно изменяется место среднего дерева в вариационном ряду: с повышением возраста, а следовательно, и среднего диаметра, место среднего дерева перемещается в сторону самого тонкого (табл. 1).

Таблица

Древостой элемента леса	Группа по толщине, см	Тип леса	Средние		Число деревьев тоньше среднего, %	
			возраст, лет	диаметр, см	от — до	в среднем
Сосна . . .	4—9	Черничник	27	6,8	58,0—62,7	61,6
Береза . . .	4—9	Кисличник	37	8,1	56,7—65,5	60,7
Сосна . . .	4—9	Черничник	35	8,2	56,9—69,8	61,6
Сосна . . .	10—15	Кисличник	41	11,6	55,8—62,8	59,0
Сосна . . .	10—15	Черничник	47	12,0	58,1—61,3	59,5
Береза . . .	10—15	Кисличник	51	12,0	55,6—60,6	58,4
Береза . . .	10—15	Черничник	58	12,0	57,7—67,6	60,9
Сосна . . .	16—24	Кисличник	72	21,7	53,6—57,2	55,1
Сосна . . .	16—24	Черничник	91	19,7	52,2—59,4	55,5
Береза . . .	16—24	Кисличник	96	18,6	53,7—58,8	56,7
Береза . . .	16—24	Черничник	116	18,0	52,6—59,3	55,5
Сосна . . .	25—32	Кисличник	104	27,2	51,4—57,0	53,9
Сосна . . .	25—32	Черничник	131	27,2	51,2—58,7	54,2

Несмотря на несколько различный характер строения по диаметру соснового и березового древостоев элементов леса, при близких средних диаметрах средние деревья у сосны и у березы занимают почти одинаковые места в ряду. Отсюда можно сделать важный для практики вывод: место среднего дерева древостоя элемента леса в одновозрастных сосново-березовых насаждениях и, надо полагать, вообще в смешанных, не зависит от породы и обуславливается средним диаметром. Строение березовой части так же закономерно, как и сосновой.

Выявленные сходства и различия рядов распределения позволили вычислить четыре общих ряда для сосны и три для березы (рис. 1, 2) и на их основе составить для пользования в практике лесоустройства общие таблицы наиболее вероятного распределения числа деревьев и сумм площадей поперечного сечения (в %) сосны и березы в сосново-березовых древостоях по обычным двух- и четырехсантиметровым ступеням толщины (в статье не приведены). Последние являются логическим дополнением таблиц хода роста и имеют большое практическое значение.

Для лесотаксационной практики в качестве придержки при глазомерной таксации и закладке пробных площадей целесообразно рекомендовать следующие соотношения между минимальным, средним и максимальным диаметром древостоя элемента леса (сосны и березы) в зависимости от среднего диаметра (табл. 2):

Таблица 2

Средний диаметр, см	Соотношение диаметров	
	минимальных и средних	максимальных и средних
4—9	$d=0,2d_{ср}$	$D=2,4d_{ср}$
10—15	$d=0,3d_{ср}$	$D=2,1d_{ср}$
16—24	$d=0,3d_{ср}$	$D=1,8d_{ср}$
25—32	$d=0,3d_{ср}$	$D=1,8d_{ср}$

К. К. Высоцкий [1], исследуя закономерности строения смешанных древостоев в Тульских засеках, пришел к выводу, что «для древостоя элемента леса (части смешанно-сложного насаждения) правило Вейзе (о закономерном местонахождении среднего дерева) так же справедливо, как и для чистых, одновозрастных насаждений». Наши данные и исследования В. И. Левина [2] приводят к выводу, что правило Вейзе

справедливо лишь для отдельных древостоев и не отражает действительного характера строения всего многообразия насаждений и их частей (древостоев элемента леса) *. Поэтому обобщения Вейзе нуждаются в уточнении.

С возрастом в сосново-березовых древостоях береза оказывает существенное влияние на распределение сосны по ступеням толщины, в отличие от чистых сосняков, и это нельзя не учитывать в лесотаксационной практике.

Строение древостоев по высоте

Наиболее важное значение для практики имеет выявление связи минимальной, средней и максимальной высот древостоя. Предельные высоты, выраженные в долях средней высоты древостоя элемента леса (редукционные числа), приведены в табл. 3.

Таблица 3

Возраст древостоев от — до, лет	Количество пробных площадей	Редукционные числа по высоте		Разность предельных высот в % к средней высоте
		наименьшие	наибольшие	
Тип леса <i>Pinetum betuleto-oxalidosum</i>				
18	1	0,50	1,52	102
		0,54	1,48	94
31—48	11	0,65	1,25	60
		0,66	1,30	64
58—91	7	0,65	1,16	51
		0,68	1,19	51
119—150	3	0,66	1,11	45
		0,68	1,12	44
Тип леса <i>Pinetum betuleto-myrttilosum</i>				
16	2	0,45	1,50	105
		0,54	1,54	100
25—46	17	0,61	1,37	76
		0,65	1,39	74
50—91	10	0,64	1,23	59
		0,67	1,22	55
106—168	9	0,67	1,12	45
		0,69	1,17	48

Примечание. В числителе — данные для сосны, в знаменателе — для березы.

Как у сосны, так и у березы, независимо от условий местопроизрастания, с повышением возраста древостоя наименьшее редукционное число увеличивается, а наибольшее уменьшается и, следовательно, сближаются абсолютные значения минимальной и максимальной высот древостоя. У березы редукционные числа верхнего и нижнего пределов

* По правилу Вейзе, среднее дерево отстоит от самого тонкого на 55—60% по числу деревьев. По нашим исследованиям, эти величины составляют: для сосны от 51,2 до 62,6%; для березы от 52,6 до 69,8%.

высот, как правило, несколько больше, чем у сосны (при одинаковых условиях роста).

Различное соотношение пород в составе сосново-березовых древостоев не оказывает определенного влияния на строение их по высоте. Наименьшее и наибольшее редуцированные числа по высоте в спелых сосново-березовых древостоях у сосны оказались практически одинаковыми с ранее полученными В. И. Левиным [2] для спелых и перестойных сосняков.

Предельные высоты древесного полога (яруса), в силу естественных процессов развития и роста древостоев, с возрастом претерпевают большие изменения, которые и необходимо учитывать в лесотаксационной практике.

Поскольку в одновозрастных сосново-березовых древостоях сосна и береза находятся в одном ярусе, а различия в редуцированных числах между ними незначительны (в сотых долях единицы, табл. 3), для практики лесоустройства при таксации рекомендуем использовать, независимо от типа леса и породы, следующие соотношения минимальной и максимальной высот со средней высотой в зависимости только от возраста (табл. 4).

Использование в практике выявленных закономерностей позволит повысить точность лесочетных работ при устройстве лесов Севера.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. К. К. Высоккий. Закономерности строения смешанных древостоев. Гослесбумиздат, М., 1962. [2]. В. И. Левин. К вопросу о строении сосняков Архангельской области. Труды АЛТИ, XIII, 1949. [3]. А. В. Тюрин. Нормальная производительность насаждений. Сельхозгиз М.—Л., 1930.

Таблица 4

Возраст древостоев, лет	Соотношение высот	
	минимальной и средней	максимальной и средней
До 20	$h=0,5h_{\text{ср}}$	$H=1,5h_{\text{ср}}$
20—50	$h=0,7h_{\text{ср}}$	$H=1,3h_{\text{ср}}$
50—100	$h=0,7h_{\text{ср}}$	$H=1,2h_{\text{ср}}$
100 и более	$h=0,7h_{\text{ср}}$	$H=1,1h_{\text{ср}}$

Поступила в редакцию
17 марта 1966 г.

УДК 634.0.56

К ВОПРОСУ О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ЕСТЕСТВЕННОГО ИЗРЕЖИВАНИЯ ДРЕВОСТОЕВ

В. М. ИВАНЮТА

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Московский лесотехнический институт)

Используя положения теории размерностей, Г. Ф. Хильми* для определения числа стволов на 1 га в чистых древостоях предложил дифференциальное уравнение следующего вида:

$$\frac{d}{dA} \ln N = \alpha \ln \bar{N} - \alpha \ln N, \quad (1)$$

где A — возраст древостоя;
 N — число стволов на 1 га;
 α — коэффициент изреживания древостоя;
 \bar{N} — предельное число стволов на 1 га.

Интегрирование уравнения (1) дает

$$\ln N = C_0 e^{-\alpha A} + \ln \bar{N}. \quad (2)$$

Допустим, что в некоторый начальный момент A_0 число стволов на 1 га равняется N_0 .

Тогда

$$\ln N_0 = C_0 e^{-\alpha A_0} + \ln \bar{N},$$

отсюда

$$C_0 = \ln \frac{N_0}{\bar{N}} e^{\alpha A_0}.$$

Подставляя в уравнение (2) это значение и потенцируя, получаем

$$N = \bar{N} \left(\frac{N_0}{\bar{N}} \right)^{e^{-\alpha(A-A_0)}} \quad (3)$$

Анализируя таблицы хода роста, Г. Ф. Хильми установил, что для еловых древостоев $\alpha = 0,027$, а $\bar{N} = 3903 : H_0$, где H_0 — средняя высота древостоя в возрасте A_0 . Найденные Г. Ф. Хильми закономерности изреживания чистых древостоев хорошо согласуются с экспериментальными данными, что свидетельствует о достоинствах изложенной теории изреживания чистых древостоев и широко применяемых на практике таблиц хода роста древостоев.

* Г. Ф. Хильми. Теоретическая биогеофизика леса. Изд. АН СССР, 1957.

Но возникает вопрос, применимы ли эти закономерности для смешанных или сложных древостоев? Казалось бы, что поскольку чистый ельник и еловый древостой II яруса имеют один и тот же состав (10 E) то и закономерности изреживания их должны быть одинаковыми. Однако это далеко не так. Рассмотрим, например, березняк-кисличник с вторым еловым ярусом (см. таблицы Н. В. Огородова в «Лесной вспомогательной книжке», 1956).

Подставляя в уравнение (3) соответствующие значения величин из этих таблиц и решая его путем логарифмирования, можно определить N . Так, например, для древостоя в 90 лет N равно 870, а по таблицам Огородова число стволов ели во II ярусе в этом возрасте составляет всего лишь 416. Мы привели этот пример не только для того, чтобы подчеркнуть еще раз то, само собой разумеющееся, обстоятельство, что закономерности изреживания чистых древостоев нельзя механически переносить на смешанные и сложные древостой, но главным образом для того, чтобы наглядным примером показать, что именно следовательно является решающим фактором в процессе изреживания сомкнутого древостоя.

Возникает другой вопрос, сохраняется ли в процессе естественного изреживания древостоя характер распределения деревьев по толщине. Как известно, М. К. Бочаров и Г. Г. Самойлович, обобщив ряды распределения деревьев, предложенные А. В. Тюриным, рекомендуют при выравнивании экспериментальных данных применять формулу следующего вида:

$$F(d_T) = \frac{\Delta d}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(d_T - d_T^0)^2}{2\sigma^2}}, \quad (4)$$

где $F(d_T)$ — функция распределения по Гауссу — Лапласу;
 Δd — величина ступени толщины;
 σ — среднее квадратическое отклонение;
 d_T — переменное значение ступеней толщины;
 d_T^0 — средний диаметр древостоя.

Эта формула дает наилучшие результаты, когда показатели асимметрии и эксцесса равны нулю или близки к нему, а также, когда Δd относится к d_T^0 , как 1 к 10. Вместо σ лесоводы охотнее применяют коэффициент вариации c , равный отношению 100σ к d_T^0 . В этом случае формула (4) принимает вид

$$F(d_T) = \frac{10}{c \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(d_T - d_T^0)^2}{2 \left(\frac{c \cdot d_T^0}{100} \right)^2}} \quad (5)$$

Допустим, что в древостое, имеющем средний диаметр 30 см, коэффициент вариации равен 20%. Подставляя эти данные в формулу (5) будем иметь

$$F(d_T) = \frac{1}{2\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(d_T - 30)^2}{72}}$$

А в справочной литературе даны цифровые значения для функции вида

$$z_i = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}},$$

отсюда

$$F(d_T) = \frac{1}{2} z_t \text{ и } t = \frac{d_T - 30}{6}.$$

Перемножив естественные ступени толщины по А. В. Тюрину на средний диаметр 30 см, мы получаем ряд конкретных ступеней толщины, то есть разные значения переменной величины d_T с интервалом Δd в 3 см. Вычитая 30 см из каждого значения d_T и разделив полученную разницу на 6, мы находим величины t , по которым при помощи таблиц определяем значения функции z_t . Разделив каждое из этих значений функции z_t на 2, получаем цифровые значения функции $F(d_T)$. Если эти значения умножить еще на 100, то будем иметь теоретический процентный ряд распределения стволов по толщине.

В тех случаях, когда экспериментальный ряд распределения не подчиняется описанному выше закону нормального распределения, применяют формулу следующего вида:

$$y_t = f(t) - \frac{r_3}{6} f^{(3)}(t) + \frac{r_4 - 3}{24} f^{(4)}(t) - \frac{r_5 - 10r_3}{120} f^{(5)}(t) + \dots$$

Как и в предыдущем случае, цифровые значения функции Гаусса $f(t)$, а также ее производные: третьего $f^{(3)}(t)$, четвертого $f^{(4)}(t)$, пятого $f^{(5)}(t)$ и других порядков находят в соответствующих таблицах (в справочной литературе), а основные моменты соответствующих порядков (r_3, r_4, r_5 и т. д.) вычисляют по экспериментальным данным. За последние годы в лесоводственных исследованиях в подобных случаях стали применять более простую формулу, известную под названием формулы Шарлье,

$$y_t = f(t) - \frac{A}{6} f^{(3)}(t) + \frac{E}{24} f^{(4)}(t), \quad (6)$$

где A — показатель асимметрии;

E — показатель эксцесса;

t — нормированное отклонение по Гауссу.

Применение этой формулы лесоведам известно по работам К. Е. Никитина, А. И. Патацкаса, М. Продана и др. Мы рассмотрим вопрос о соотношениях средних диаметров, вычисленных через сумму площадей сечений и по числу стволов в ступенях толщины. Из курса лесной таксации возьмем следующую формулу

$$d_g = \sqrt{d_n^2 + \sigma^2}, \quad (7)$$

где d_g — средний диаметр, вычисленный через сумму площадей сечений g ;

d_n — средний диаметр, найденный по числу стволов в ступенях толщины n ;

σ — среднее квадратическое отклонение.

Если в формуле (7) вынести за скобки d_n^2 и извлечь из него квадратный корень, то получается формула следующего вида:

$$d_g = d_n \sqrt{1 + \left(\frac{\sigma}{d_n}\right)^2},$$

отсюда

$$d_n = \frac{d_g}{\sqrt{1 + \left(\frac{\sigma}{d_n}\right)^2}}.$$

При исчислении нормированного отклонения t по среднему диаметру d_n будем иметь

$$t = \frac{d_T - \frac{d_g}{\sqrt{1 + \left(\frac{c}{100}\right)^2}}}{\frac{c}{100} \cdot \frac{d_g}{\sqrt{1 + \left(\frac{c}{100}\right)^2}}} = \frac{d_T}{d_g} \cdot \frac{100 \sqrt{1 + \left(\frac{c}{100}\right)^2}}{c} - \frac{100}{c}.$$

Поскольку величина $\frac{d_T}{d_g}$ есть не что иное, как естественная ступень толщины по А. В. Тюрину, то, обозначая ее через d_E , получаем

$$t = \frac{100}{c} \left[d_E \sqrt{1 + \left(\frac{c}{100}\right)^2} - 1 \right].$$

Анализируя экспериментальные ряды распределения, построенные в зависимости от d_g и d_n , можно прийти к выводу о том, что не имеет принципиального значения, какой из двух средних диаметров применяется, так как конечный результат с практической точки зрения получается одинаково близким к экспериментальным данным в обоих случаях.

С другой стороны, известно, что для целей практики в формуле (5) распределение вероятностей можно заменить распределением частостей, равных отношению числа стволов в ступенях к общему числу стволов в древостое ($n_T : N$). Следовательно, число стволов в ступенях толщины можно определить по формуле

$$n_T = N \cdot F(d_T).$$

Подставляя в эту формулу соответствующие значения из формул (3) и (5), находим

$$n_T = \bar{N} \left(\frac{N_0}{\bar{N}} \right) e^{-a(A-A_0)} \cdot \frac{10}{c \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{5}{c^2} \cdot \left(\frac{d_T - d_T^0}{d_T^0} \right)^2} \cdot 10^3. \quad (8)$$

Таким образом, обобщая современные взгляды на процессы естественного изреживания насаждений и закономерности распределения стволов по толщине, можно было бы для чистых сомкнутых древостоев предложить таблицы хода роста по обыкновенным ступеням толщины. Нам представляется целесообразным обсудить этот вопрос на страницах «Лесного журнала».

УДК 634.0.228 : 674.032.475.45

ТИПЫ КЕДРОВЫХ ЛЕСОВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Е. Д. СОЛОДУХИН

Доцент

(Приморский сельскохозяйственный институт)

Для кедровых лесов Дальнего Востока в последнее время предложено две классификации типов леса. В классификации Б. П. Колесникова [2] типы леса выделены по положению в рельефе (частично по влажности) и названы по растениям-индикаторам из живого напочвенного покрова, кустарников и деревьев. Эти типы можно использовать при планировании работ по рубкам ухода и по реконструкции малоценных древостоев. Но эта классификация непригодна для планирования лесовосстановительных работ, так как не охватывает площадей, лишенных древесной растительности, и участков, на которых идет длительно восстановительная смена пород.

Вторая дальневосточная классификация типов кедровых лесов предложена К. П. Соловьевым [3]. По объему типов леса она очень похожа на обычные биогеоценотические классификации, охватывает только один этап в развитии лесной растительности и поэтому непригодна для планирования лесохозяйственных мероприятий.

Одной из причин слабого использования типов леса в лесном хозяйстве Дальнего Востока является сложность типологий и путаница в названиях. Вторая причина — узость их основной единицы. В понятие типа леса не включены участки с нарушенным растительным покровом (вырубки, гари и т. п.). Не везде с достаточной точностью учтены условия местопроеизрастания.

При установлении соотношения между коренными и производными типами леса (например, между кедровниками и дубняками) большую путаницу вносит выделение группы периодически недостаточно увлажненных или периодически сухих кедровников.

Под кедровыми насаждениями на Дальнем Востоке находятся почвы, очень близкие по плодородию мелкоземной части. Различия в производительности древостоев, связанные с химизмом почвы, обычно несущественны. Плодородие чаще зависит от мощности корнедоступного слоя почвы и содержания в нем мелкозема. С этими же факторами связано и содержание влаги в почвах склонов гор. Вот почему рельеф косвенно указывает на влажность и плодородие почв.

В условиях мелкоформенного рельефа Дальнего Востока так много различных соотношений между экспозициями, крутизной и профилями склонов, высотой над уровнем моря и относительной высотой гор, что все предложенные по вторичным признакам схемы (в том числе и по рельефу) можно использовать только в идеальных условиях.

Типы условий местопроизрастания желательно выделять по трем основным показателям: климату, богатству и влажности почв. Рельеф как и другие вспомогательные признаки, следует использовать в совокупности для характеристики климата и почвенно-грунтовых условий.

Основной единицей классификации является тип леса. Под типом леса следует понимать диалектическое единство условий местопроизрастания с лесной растительностью, находящейся на всех этапах лесообразовательного процесса. Это генетическая единица теоретического порядка. Она пригодна для планирования всех лесохозяйственных работ и представляет собой весь лесообразовательный процесс в развитии. В каждый отдельный период времени типолог или хозяйственный сталкиваются лишь с отдельными этапами развития растительности.

Первый этап лесообразовательного процесса, связанный с нарушением хода его естественного течения рубками, пожарами, ветром, насекомыми и т. п., характерен наличием площадей, лишенных сомкнутой древесной растительности (а иногда и вообще древесной растительности), часто нуждающихся в содействии естественному возобновлению древесных пород или искусственном их разведении. Это — вырубки, гари, шелкопрядники, ветровальники и другие участки. В зависимости от характера зарастания и остатков древостоя выделяют типы вырубков, гарей, шелкопрядников и т. п.

Второй этап лесообразовательного процесса связан с наличием сомкнутых древостоев. В насаждениях кедр обычно возобновляется через смену пород, поэтому состав и строение яруса древостоя (особенно верхнего) последовательно изменяются. Вначале в нем преобладают лиственные породы, затем принимают участие, а впоследствии и преобладают, хвойные. Весь этот ряд относится к одному типу насаждения, а отдельные его звенья, характеризующиеся преобладанием какой-нибудь одной породы — к типу древостоя. Тип насаждения указывает на конечную цель деятельности лесовода, а тип древостоя позволяет дифференцировать отдельные приемы воздействия.

Тип леса — единица не только биологического, но и экономического порядка, и объем ее зависит от интенсивности ведения хозяйства. Тип леса следует выделять только в том случае, если для восстановления и повышения производительности древостоев требуются особые хозяйственные мероприятия.

Типы леса лучше именовать по типам условий местопроизрастания. Но пока нет для них удобных названий, типы леса можно выделять, согласно методу А. К. Каяндера [1], по растениям-индикаторам. Чтобы не вносить путаницу в имеющиеся классификации, можно использовать уже применяемые названия типов леса, скорректировав их по породам. Мы приводим обобщенную схему (табл. 1) лесотипологических единиц для средней части ареала кедра (типичные кедровники по терминологии Б. П. Колесникова).

Гари можно объединить в следующие типы: с жизнедеятельными древостоями, редины, с усохшими древостоями, где древостой уничтожены, каменистые россыпи. Последние встречаются только в рудо-дендроновом, леспедецевом, лещинном и разнокустарниковом типах леса. Гари-редины и гари, на которых древостой уничтожены, необходимо подразделять на образовавшиеся после однократного и многократного повреждения насаждений.

При описании кедровников к названию типа леса следует добавлять слово «северный» или «южный». Вот некоторые примеры названий различных таксономических единиц одного типа леса: лещинный тип леса, кедровник лещинного типа, березняк лещинного типа

Т а б л и ц а 1

Типы леса	Типы древостоев	Типы вырубок
Сухие типы леса		
Рододендроновый Леспедецевый	Кедровник, дубняк Кедровник, дубняк, чернопихтарник, березняк	— —
Свежие типы леса		
Лещинный	Кедровник, дубняк, чернопихтарник, березняк, кленовник, липняк	Лещинная, вейниковая
Разнокустарниковый	Кедровник, дубняк, чернопихтарник, березняк, кленовник, осинник, лип- няк, бархатовник, кедрово-еловый, елово-пихтовый	Разнокустарниковая (чубушниковая, свобод- ногодниковая), вейни- ковая, папоротниковая, малиновая
Влажные типы леса		
Кленово-лещинный	Кедровник, дубняк, чернопихтарник, осинник, березняк, тополежник, бар- хатовник, липняк, ясеневник, кле- новник, кедрово-еловый	Кленово-лещинная, осо- ковая, вейниковая, ма- линовая, полынная
Долинный кустарни- ково-разнотравный	Кедровник, березняк, осинник, топо- лежник, бархатовник, ясеневник, кле- новник, кедрово-еловый, елово-широ- колиственный, елово-пихтовый	Многокустарниковая, черемуховая, осоковая, вейниковая, жимолосте- вая, полынная, чисто- теловая, малиновая
Сырые типы леса		
Рябинниково-таволго- вый	Кедровник, березняк, ясеневник, оль- шатник, кедрово-еловый, елово-пих- товый	Рябинниковая, таволго- вая, осоковая, вейнико- вая.

Примечание. Все вырубки подразделяются на сплошные и условно сплошные.

сплошная вырубка кедровника лещинного типа, гарь-редина дубняка лещинного типа и т. п.

Предложенная схема классификации типов леса и соподчиненных таксономических единиц облегчит их запоминание, определение, а следовательно, и использование при планировании и выполнении всех лесохозяйственных работ.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. К. Каяндер. Сущность и значение типов леса. М., 1933. [2]. Б. П. Колесников. Кедровые леса Дальнего Востока. Труды Дальневосточного филиала АН СССР, серия ботаническая, т. II (IV), М.—Л., 1956. [3]. К. П. Соловьев. Кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока и хозяйство в них. Хабаровск, 1953.

Поступила в редакцию
6 июля 1965 г.

УДК 634.0.523.1 : 674.032.475.352

ТОЛЩИНА И ОБЪЕМ КОРЫ ЛИСТВЕННИЦЫ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

В. И. КАЛИНИН

Доцент

(Архангельский лесотехнический институт)

Вопросу изучения толщины и объема коры разных древесных пород посвящены многочисленные исследования. Из них наиболее обстоятельны, как указывает А. В. Тюрин [3], работы лесничего Крюденера и Флюри. А. В. Тюрин на основании упомянутых материалов пришел к выводу, что толщина коры на высоте груди у деревьев одной и той же породы находится в прямой зависимости от диаметра дерева и выражается уравнением

$$2K = ad + b,$$

где $2K$ — двойная толщина коры;

d — диаметр ствола на высоте 1,3 м в коре;

a и b — некоторые постоянные коэффициенты, зависящие от породы.

А. В. Тюрин и многие другие исследователи нашли конкретные значения толщины коры разных древесных пород. Однако для лиственницы и тем более лиственницы Сукачева, произрастающей на Европейском Севере, этот вопрос изучен слабо. А. С. Яблоков [4], исследуя высокопроизводительные лиственничные насаждения в Шелековском лесничестве, на основании анализа 8—12 модельных деревьев пришел к выводу, что лиственница Европейского Севера отличается значительной тонкокоростью по сравнению с лиственницей Сибири и Финляндии.

Для изучения этого вопроса мы исследовали 237 лиственничных деревьев, срубленных на двух пробных площадях в насаждениях II класса бонитета, типа леса — черничник, состава 6ЛЗС1Е и 3ЛЗС4Е, полноты 0,7—0,8. Кроме того, обмерено 28 модельных деревьев, срубленных на других пробных площадях, заложенных в зеленомошных типах леса. В общей сложности использовано 265 лиственничных деревьев, средний возраст которых 200 лет.

По толщине деревья распределяются следующим образом:

Диаметр на 1,3 м, см	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64
Число де- ревьев, шт.	2	23	36	34	26	39	34	24	19	16	6	2	2	2

Наглядное представление о толщине коры на высоте груди в зависимости от грудного диаметра можно получить по приведенной ниже корреляционной таблице (табл. 1), из которой видно, что с повышением

диаметра ствола увеличивается и толщина коры, что подтверждается вычисленными средними данными толщины коры по ступеням толщины. Средние показатели толщины коры располагаются около одной прямой линии, которая характеризуется уравнением

$$2K = 0,148D - 0,61,$$

где D — диаметр ствола на высоте 1,3 м в коре.

Таблица 1

Диаметр ствола на высоте груди, см	Двойная толщина коры (2K) на высоте груди, см										Итого дере- вьев	Толщина коры в среднем, см
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
12	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1,0
16	5	13	5	—	—	—	—	—	—	—	23	2,0
20	2	18	14	2	—	—	—	—	—	—	36	2,4
24	1	5	18	6	4	—	—	—	—	—	34	3,2
28	—	—	11	8	4	3	—	—	—	—	26	4,0
32	—	3	6	16	12	2	—	—	—	—	39	4,1
36	—	1	4	17	7	4	1	—	—	—	34	4,4
40	—	—	1	7	8	7	1	—	—	—	24	5,0
44	—	—	—	6	6	5	1	1	—	—	19	5,2
48	—	—	—	—	4	5	4	—	2	1	16	6,6
52	—	—	—	—	2	—	2	—	2	—	6	7,0
56	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	2	8,0
60	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2	8,0
64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	10,0
Итого	10	40	59	62	47	27	9	3	4	4	265	

Сопоставив вычисленные данные толщины коры по ступеням толщины с фактическими (табл. 2), видим, что расхождение не превышает $\pm 13,5\%$, за исключением крайних ступеней, где число деревьев незначительно.

Таблица 2

Диаметр ствола на высоте груди, см	Толщина коры (2K), см		Расхо- ждение, %	Толщина коры, % от диаметра стволов в коре
	вычисленная по уравнению	по данным измерений		
12	1,2	1,0	+20,0	10,0
16	1,8	2,0	-10,0	11,3
20	2,4	2,45	-2,0	12,0
24	2,9	3,22	-10,0	12,1
28	3,5	3,96	-11,5	12,5
32	4,1	4,1	0	12,8
36	4,7	4,35	+8,0	13,0
40	5,3	5,0	+6,0	13,2
44	5,9	5,2	+13,5	13,4
48	6,5	6,6	-1,5	13,5
52	7,1	7,0	+1,4	13,6
56	7,7	8,0	-3,8	13,8
60	8,3	8,0	+3,8	13,8
64	8,9	10,0	-11	13,9

Отсюда можно констатировать, что между диаметром ствола в коре и толщиной коры $2K$ на высоте груди наблюдается прямая тесная зависимость. Коэффициент корреляции $r = 0,806 \pm 0,021$, корреляционное отношение $\eta = 0,806$.

Однако в отдельных ступенях толщины (36 и 48 см) и в целом для всей совокупности деревьев наблюдаются значительные колебания в толщине коры. Так, у деревьев с диаметром 36 см толщина коры колеблется от 2 до 7 см, что определяет сравнительно высокий коэффициент варьирования $C = \pm 43\%$. В целом для всей совокупности деревьев толщина коры при среднем диаметре 31,6 см характеризуется следующими статистическими показателями: $2K = 4,1 \pm 0,11$; $\sigma = 1,78$; $C = 43,5\%$.

Толщина коры на высоте груди составляет 10—13% от диаметра ствола в коре. Таким образом, диаметр ствола без коры на высоте груди составляет 87% от диаметра ствола в коре в среднем по всем ступеням толщины.

В. К. Захаров [2], установив закономерную связь толщины коры на относительных высотах через $0,1H$ с толщиной коры на $0,1$ высоты ствола от комля, пришел к выводу, что она выражается одним общим рядом для деревьев разной толщины. По нашим данным, для лиственницы эту связь характеризует аналитический ряд, представленный в табл. 3.

Таблица 3

Показатели	Толщина коры на относительных высотах в долях высоты									
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Толщина коры, % от толщины коры на $0,1H$	227	100	73,5	61,3	57,7	54,0	50,5	47,4	36,6	18,2
$\sigma \pm$	17,0		1,05	0,95	0,59	0,54	0,53	0,53	0,77	1,4
$m \pm$	1,05		0,064	0,059	0,036	0,033	0,033	0,033	0,048	0,086
$C \pm$	7,5		1,4	1,55	1,02	1,0	1,05	1,12	2,1	7,7
P	0,46		0,087	0,096	0,063	0,062	0,065	0,069	0,13	0,47

Из этого ряда видно, что толщина коры у основания ствола в 2,3 раза больше, чем на $0,1H$. Процент толщины коры быстро уменьшается к вершине.

Для практического использования приведенного ряда необходимо установить связь толщины коры на $0,1$ высоты ствола с диаметром ствола на высоте груди. Для данной совокупности деревьев эта связь выражается уравнением

$$2K_{0,1H} = 0,086D + 1,58,$$

где D — диаметр ствола на высоте 1,3 м в коре.

Аналогичная зависимость наблюдается и на остальных относительных высотах (рис. 1).

Таким образом, зная диаметр ствола на высоте 1,3 м в коре, по этому уравнению находим толщину коры на $0,1$ высоты, а по приведенному ряду — на всех относительных высотах. Построив образующую или график изменения толщины коры с высотой, можем найти толщину коры на любой высоте.

Большое значение для практики имеет определение объема коры деревьев. Для учета объема коры различных древесных пород предложен ряд способов. В основном объем коры находят по процентному соотношению с объемом ствола. В. К. Захаров [2], изучая объем коры разных древесных пород, пришел к выводу, что процент коры ели в объеме ствола в коре в 2 раза больше процента толщины коры на

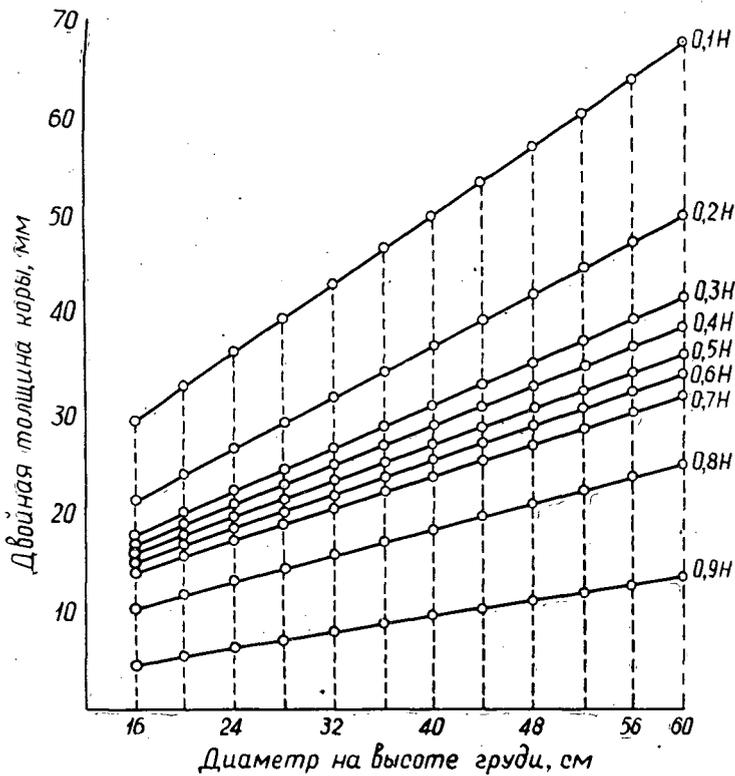


Рис. 1.

высоте груди. Сказанное выражается формулой $P_k = 2P_{dk}$. Это означает, что с увеличением диаметра ствола увеличивается и процент коры по объему. По нашим данным, для лиственницы процент объема коры находится в обратной зависимости от диаметра. Эту зависимость А. В. Тюрин описал уравнением гиперболы вида $P_k = a + \frac{b}{D}$. Процент коры лиственницы, по нашим данным, выражается уравнением $P_k = 17,9 + \frac{190}{D}$.

Таблица 4

Показатели	Объем коры лиственницы в зависимости от диаметра ствола на высоте груди в коре (см)											
	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60
Объем коры (% от объема ствола в коре) по уравнению	29,8	27,4	25,8	24,7	24,0	23,2	22,6	22,2	21,9	21,5	21,3	21,1
То же по данным измерений	30,2	27,2	25,7	24,6	24,1	23,2	22,7	22,2	21,9	21,6	21,2	21,1
Объем коры (%) по сортиментным таблицам Н. П. Анучина	19,6	23,8	20,5	20,7	20,8	20,3	20,5	19,5	19,5	19,9	20,0	20,0

Конкретное значение процента коры лиственницы, вычисленное по указанному уравнению и по данным измерений, приведено в табл. 4. Кроме того, в таблице для сравнения приведен средний процент коры лиственницы по ступеням толщины по сортиментным таблицам Н. П. Анучина [1].

В среднем объем коры лиственницы, по нашим данным, составляет 24% от объема ствола в коре.

Сравнивая наши данные с данными сортиментных таблиц Н. П. Анучина, видим, что объемы коры, приведенные в таблицах, почти не зависят от диаметра лиственничных деревьев и по абсолютной величине ниже наших, особенно в тонкомерных ступенях. Поэтому таблицы Н. П. Анучина, применяющиеся для сортиментации лиственничных древостоев на Севере, будут завышать выход деловой древесины.

В заключение следует сделать вывод, что по сравнению с другими породами лиственница, произрастающая на Европейском Севере, имеет более толстую кору, что способствует продвижению ее на север и большей устойчивости к низовым пожарам.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. П. Анучин. Лесные таксы. Гослесбумиздат, М.—Л., 1949. [2]. В. К. Захаров. Лесная таксация. Учебник для ЛХФ, ГИЗ «Высшая школа», М., 1961. [3]. А. В. Тюрин. Таксация леса (учебник для вузов, 2-е издание), Гослестехиздат, М., 1945. [4]. А. С. Яблоков. Рост лиственничных насаждений высшей производительности. Сб. ЦНИИМОД «Физико-механические свойства древесины дуба, лиственницы, березы и осины», вып. IV, М., 1934.

Поступила в редакцию
23 марта 1965 г.

УДК 581.144.2

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ СОСНЫ И БЕРЕЗЫ В СМЕШАННЫХ КУЛЬТУРАХ ПОЛЕСЬЯ УССР

Г. С. КОРЕЦКИЙ

Аспирант

(Украинская сельскохозяйственная академия)

Учитывая благоприятное влияние березы на рост сосны, смешанным культурам этих пород в Полесье Украины в последнее время придают большое значение. Такие культуры создают на больших площадях песчаных и относительно бедных супесчаных дерново-подзолистых почв.

Известно, что рост насаждений во многом зависит от развития корневых систем, поэтому при создании смешанных культур изучение взаимодействия корней отдельных пород имеет первостепенное значение.

Во многих почвенно-климатических районах СССР характер взаимодействия корневых систем сосны и березы изучен довольно полно [4], [5], [3], [6], [1].

В Полесье УССР взаимодействие корневых систем сосны и березы до последнего времени не изучали. Поэтому, наряду с установлением особенностей роста культур (в надземной части), на двадцати пяти участках пяти лесхозов Полесья Украины мы провели изучение корневых систем по методике Н. А. Качинского [2] с закладкой 56 монолитов размером $0,5 \times 0,5$ м в сосновых, сосново-березовых и березовых междурядьях. Мелкие корни (до 2 мм включительно) выбирали (по породам) из горизонтов 0—10, 10—25, 25—40, 40—60 см и дальше по двадцатисантиметровым слоям до глубины распространения корней и взвешивали в воздушно-сухом состоянии.

Как видно из характеристики культур (табл. 1), разница между средними высотами деревьев сосны в рядах, граничащих с березой, и в середине сосновой кулисы (или чистых культурах), как правило, незначительна (наибольшая положительная разница в 5—7% отмечена на супесчаных почвах). Примыкающие к березе деревья сосны на песчаных почвах несколько (на 5—15%) превышают по толщине деревья средних рядов сосновой кулисы, а на супесчаных — настолько же уступают им. Средний диаметр сосны в смешанных культурах, как правило, больше, чем в чистых.

Наши исследования показали, что корневые системы сосны и березы в условиях Полесья Украины развиваются в основном в поверхностном 20—30-сантиметровом слое почвы. В сосново-березовом и первом сосновом междурядьях корни сосны углублены несколько больше, чем в других сосновых культурах. Однако распределение корней по междурядьям в сосново-березовых культурах на мелких дерново-подзолистых песчаных и на относительно бедных супесчаных почвах во многом зависит от

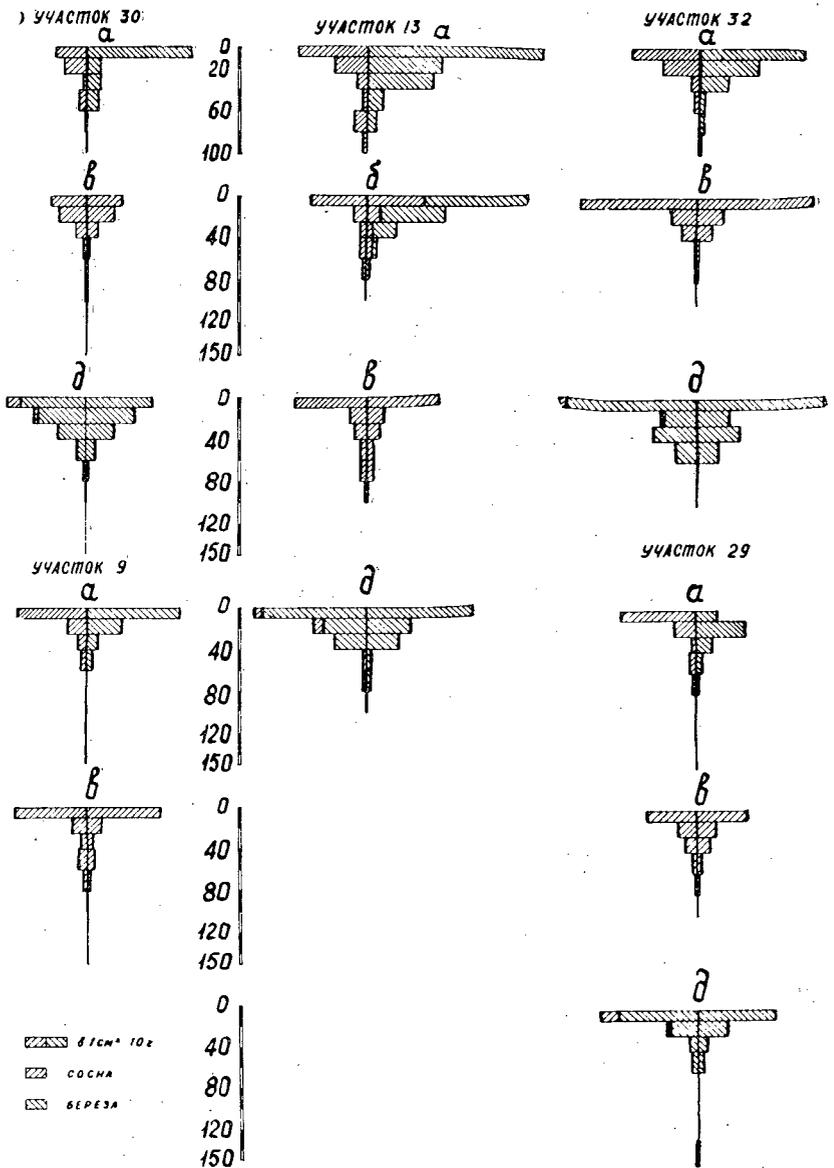


Рис. 1. Распределение мелких корней сосны и березы по горизонтам в культурах при чередовании их кулисами.

а — между рядами сосны и березы; *б* — между 1 и 2 рядами сосны; *в* — в середине основных кулис; *г* — в чистых сосновых культурах и *д* — в середине березовых кулис.

типа смешения пород. Так, при чередовании сосны и березы несколькими рядами (кулисами) на песчаных почвах в сосново-березовом междурядье 15—18-летних культур на одно дерево сосны мелких корней приходится на 3—36% меньше (рис. 1, участки 9 и 30), а в культурах старше 20 лет — на 18—20% больше (рис. 1, участки 13 и 29), чем в середине сосновых кулис. На относительно бедных супесчаных почвах масса мелких корней сосны в сосново-березовом междурядье и в 36-лет-

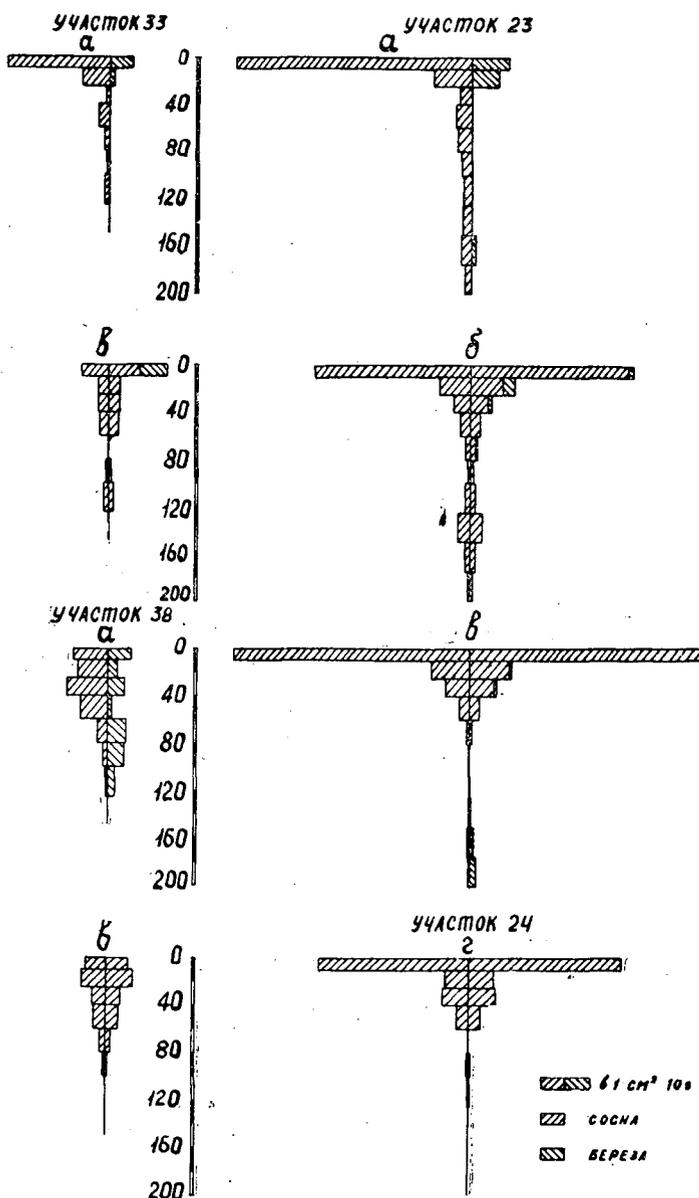


Рис. 2. Распределение мелких корней сосны и березы по горизонтам в культурах при чередовании одного ряда березы с несколькими рядами сосны. Обозначения см. на рис. 1.

них культурах значительно (на 34%) меньше, чем в середине сосновой кулисы (рис. 1, участок 32).

Корневые системы березы здесь развиваются подобно сосновым. Следует заметить однако, что корней березы на одно дерево приходится значительно больше, чем корней сосны: в 15—25-летних культурах — на 40—140%, а в 29—36-летних — на 10—13%. При чередовании одного ряда березы с двух-девятирядной сосновой кулисой на песчаных и су-

песчаных почвах весовое количество мелких корней сосны (в переводе на одно дерево) в сосново-березовых междурядьях в 1,5—2 раза больше, чем в середине сосновых кулис или в частых культурах (рис. 2).

В сосново-березовых междурядьях корней березы в 2—3 раза меньше, чем при смешении пород кулисами. Обращает на себя внимание малое количество корней березы. На песчаных почвах их в 5—7 раз, а на супесчаных — в 1,5 раза меньше, чем сосновых.

Таким образом, при наличии одного ряда березы в составе культур в сосново-березовых и ближайших сосновых междурядьях создаются благоприятные условия для развития большой массы деятельных сосущих корней сосны, снабжающих ее влагой и питательными веществами. Это дает возможность использовать повышенное березовым опадом плодородие почвы для лучшего роста сосны по диаметру и в высоту. Отмеченное доказывает необходимость введения одного ряда березы в сосновые культуры.

Учитывая, что в первые 20—30 лет опад березы в культурах сравнительно равномерно распространяется на расстояние 5—8 м от березовых рядов, при создании смешанных культур на песчаных почвах Полярья УССР целесообразно один ряд березы чередовать с тремя — четырьмя, а на относительно бедных супесчаных — с четырьмя — пятью рядами сосны. Такое значительное рассеивание березы в составе культур обеспечивает выращивание ценных высокопродуктивных смешанных насаждений с преобладанием сосны.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. И. Ахромейко. Физиологическое обоснование создания устойчивых лесных насаждений. М., 1965. [2]. Н. А. Качинский. Изучение физических свойств почвы и корневых систем растений. Сельхозгиз, 1930. [3]. С. В. Новосад. К вопросу о роли березы в выращивании высокопродуктивных культур сосны. Сб. «Научно-производственная конференция по повышению продуктивности лесов УССР», тезисы докладов, Киев, 1963. [4]. И. Н. Рахтеенко. Влияние смешения древесных и кустарниковых пород на развитие их корневой системы. Журн. «Лесное хозяйство» № 4, 1950. [5]. В. С. Романов. Изучение сосново-березовых культур в лесах БССР. Автореферат диссертации, Минск, 1955. [6]. В. И. Рубцов. Культуры сосны в лесостепи Центрально-черноземных областей. М., 1964.

Поступила в редакцию
13 ноября 1965 г.

УДК 634.0.524.12

**НОРМАЛЬНЫЕ ВИДОВЫЕ ЧИСЛА
И СВЯЗЬ ИХ С ВЫСОТОЙ, ДИАМЕТРОМ И ВОЗРАСТОМ
ДЕРЕВЬЕВ И НАСАЖДЕНИЙ**

А. С. ГОЛОВАЧЕВ

Аспирант

(Белорусский технологический институт)

С целью решения поставленного вопроса проведены исследования степени варьирования нормальных (f_n) и старых (f_s) видовых чисел, их связь с h , $d_{1,3}$ и возрастом на 8 пробных площадях в насаждениях II класса бонитета в типе леса сосняк-черничник (A_3).

Таксационная характеристика заложенных пробных площадей приведена в табл. 1.

Таблица 1

№ пробных площадей	Состав	Возраст, лет	Средние		Полнота	Число срубленных и обмеренных деревьев
			$d_{1,3}, c м$	$H, м$		
1	10С+Б	15	4,1	4,3	1,0	60
2	10С	20	5,0	6,7	1,0	62
3	10С	30	8,9	10,6	1,0	70
4	10С+Б	40	11,7	14,6	1,0	75
5	10С+Б	50	17,6	16,8	0,7	80
6	10С	70	20,3	19,8	0,9	98
7	10С	90	26,1	23,0	0,7	100
8	10С	100	26,4	22,8	0,9	105

На 650 срубленных учетных деревьях были замерены диаметры (в см) по десяти секциям. По секционной формуле определены объемы стволов и установлены f_n и f_s соответственно по формулам

$$f_{0,1} = V_{ств} : (g_{0,1} \cdot h);$$

$$f_s = V_{ств} : (g_{1,3} \cdot h).$$

Статистические показатели $f_{0,1}$ и f_s в коре приведены в табл. 2.

Данные табл. 2 показывают, что $f_{0,1}$ не зависит, а f_s — зависит от возраста насаждений.

Связь f_s с h и $d_{1,3}$ выражается уравнениями гиперболы

$$f_{s \text{ в/к}} = 0,410 + \frac{1,34}{h}; \tag{1}$$

$$f_{s \text{ в/к}} = 0,397 + \frac{1,56}{d_{1,3}}. \tag{2}$$

Таблица

№ пробных площадей	Возраст, лет	Число наблюдений	Статистические показатели $f_{0,1}$			Статистические показатели f_s		
			$M \pm m$	W	t от среднего значения всего материала	$M \pm m$	W	t от среднего значения всего материала
1	15	60	$0,519 \pm 0,0070$	10,5	0,4	$0,709 \pm 0,0125$	13,7	14,1
2	20	62	$0,533 \pm 0,0065$	9,5	1,8	$0,738 \pm 0,0070$	7,4	26,5
3	30	70	$0,520 \pm 0,0050$	8,1	0,2	$0,558 \pm 0,0057$	8,5	4,5
4	40	75	$0,531 \pm 0,0043$	7,0	2,2	$0,511 \pm 0,0055$	9,2	2,2
5	50	80	$0,520 \pm 0,0038$	6,3	0,2	$0,475 \pm 0,0043$	8,1	8,8
6	70	98	$0,519 \pm 0,0029$	5,4	0,7	$0,470 \pm 0,0038$	8,0	10,4
7	90	100	$0,517 \pm 0,0019$	3,8	1,7	$0,475 \pm 0,0027$	5,7	10,8
8	100	105	$0,522 \pm 0,0029$	5,6	0,3	$0,468 \pm 0,0035$	7,8	11,2
Среднее			$0,521 \pm 0,0014$	6,9	—	$0,526 \pm 0,0039$	18,2	—

Общее уравнение связи этих величин имеет вид

$$f_{s \text{ в/к}} = 0,403 + \frac{0,67}{h} + \frac{0,78}{d_{1,3}} \quad (3)$$

Приведенные в табл. 3 коэффициенты корреляции и показатели нелинейности говорят об отсутствии корреляционных связей между $f_{0,1}$ и h , $f_{0,1}$ и $d_{1,3}$, $f_{0,1}$ и A .

Таблица

№ пробных площадей	Корреляция между $f_{0,1}$ и h		Корреляция между $f_{0,1}$ и $d_{1,3}$		
	коэффициент корреляции $r \pm m_r$	мера линейности $\zeta \pm m_\zeta$	коэффициент корреляции $r \pm m_r$	мера линейности $\zeta \pm m_\zeta$	
1	$-0,278 \pm 0,139$	$0,075 \pm 0,067$	$-0,404 \pm 0,138$	$0,129 \pm 0,292$	
2	$-0,041 \pm 0,127$	$0,101 \pm 0,080$	$-0,237 \pm 0,120$	$0,196 \pm 0,112$	
3	$+0,025 \pm 0,119$	$0,072 \pm 0,064$	$+0,042 \pm 0,119$	$0,054 \pm 0,055$	
4	$-0,015 \pm 0,115$	$0,187 \pm 0,090$	$-0,155 \pm 0,113$	$0,071 \pm 0,061$	
5	$+0,024 \pm 0,117$	$0,175 \pm 0,094$	$+0,028 \pm 0,117$	$0,111 \pm 0,074$	
6	$+0,162 \pm 0,098$	$0,214 \pm 0,093$	$+0,172 \pm 0,098$	$0,040 \pm 0,040$	
7	$+0,024 \pm 0,160$	$0,064 \pm 0,024$	$+0,006 \pm 0,160$	$0,028 \pm 0,054$	
8	$+0,104 \pm 0,097$	$0,119 \pm 0,067$	$+0,223 \pm 0,093$	$0,101 \pm 0,062$	
Среднее		$-0,016 \pm 0,039$	$0,041 \pm 0,016$	$-0,036 \pm 0,039$	$0,072 \pm 0,031$

Наши исследования средних значений $f_{0,1}$ и корреляций с $d_{1,3}$ и подтвердили работы проф. Е. Гроховского [3].

Рассмотрим показатель степени m в уравнении образующей ство. ($y^2 = Ax^m$) и порядок определения его для сосны через $f_{0,1}$.

По относительному сбегу диаметров древесных стволов пробных площадей № 2, 5, 6, 8 [1] определена средняя форма стволов сосны коре и без коры (табл. 4).

Относительный сбег (%) стволов и параболоида второго порядка послужил для определения нормальных видовых чисел стволов и параболоида при сечениях на каждой относительной высоте (табл. 4).

Связь $f_{0,1}$ с $q_{0,5}$ освещена нами ранее [2].

Сопоставления формы и нормальных видовых чисел стволов сосны и параболоида второго порядка проведены на их объемах, определенных по формуле $V = g_{0,n} \cdot h \cdot f_{0,n}$ при одинаковых их высотах.

Таблица 4

Относительные высоты	Относительный сбег, % от диаметра на 0,1 Н			Нормальные видовые числа по относительным высотам			Показатель степени m образующей $y^2 = Ax^m$		
	в коре	без коры	параболоид	в коре	без коры	параболоид	в коре	без коры	параболоид
0	135,9	128,4	105,0	0,281	0,332	0,500	2,559	2,012	1,0
0,05	108,6	105,6	102,4	0,440	0,490	0,526	1,435	1,160	1,0
0,10	100,0	100,0	100,0	0,521	0,547	0,550	1,140	1,013	1,0
0,20	90,4	93,5	94,0	0,636	0,625	0,625	0,941	1,000	1,0
0,30	83,7	88,1	87,9	0,742	0,705	0,714	0,786	1,108	1,0
0,40	78,3	82,4	81,4	0,848	0,805	0,833	0,620	1,032	1,0
0,50	71,3	75,2	74,3	1,022	0,967	1,000	1,104	0,804	1,0
0,60	62,6	66,0	66,4	1,325	1,255	1,243	1,135	1,008	1,0
0,70	52,5	54,9	57,5	1,886	1,814	1,666	1,338	1,120	1,0
0,80	39,5	40,9	47,0	3,331	3,269	2,492	1,252	1,245	1,0
0,90	23,6	23,3	33,1	9,331	10,072	5,024	1,340	1,380	1,0

Результаты сопоставлений показывают, что форма стволов сосны без коры более близка к параболюиду, чем в коре. Довольно близкие объемы стволов сосны и параболюида позволили для определения m использовать формулу $f_{0,n} = \frac{1}{m+1} \cdot \left(\frac{1}{1-0,n}\right)^m$. Способом хорд находим $m_{0,1}$. Значения m сосны в коре и без коры для всех относительных высот приведены в табл. 4.

Таким образом, f_n как стабильная величина, не зависящая от h и $d_{1,3}$ для отдельной породы, через m характеризует форму древесного ствола. Старое же видовое число f_s , которое при одной и той же форме ствола зависит от h и $d_{1,3}$, не может служить показателем формы.

Рассмотрим практические преимущества $f_{0,1}$ перед f_s (экономические затраты по их нахождению, точность определения видовых чисел, объемов и запасов). Из табл. 2 видно, что коэффициенты варьирования $f_{0,1}$ и f_s уменьшаются с увеличением возраста. Коэффициент варьирования W при заданной точности P определяет количество наблюдений.

При $P = 2\%$ необходимое число учетных стволов независимо от возраста составит: для $f_{0,1}$ — 12, для f_s — 84. В пределах одного насаждения для установления f_s с такой же точностью, как $f_{0,1}$, требуется в среднем в 1,5 раза больше наблюдений, чем для $f_{0,1}$.

В случае, когда число наблюдений в разных классах возраста одинаково, ошибка в определении $f_{0,1}$ в 2,64 раза меньше, чем для f_s : для отдельного насаждения $P_{f_{0,1}}$ в 1,21 раза меньше P_{f_s} . Только одна ошибка в определении видового числа влечет за собой такую же ошибку в объеме ствола.

Уменьшение количества наблюдений без снижения точности характеризует экономическую эффективность и практическое преимущество $f_{0,1}$ перед f_s . Единство средней формы ствола в относительных величинах и стабильность $f_{0,1}$ позволили объем ствола находить по формуле

$$V_{\text{ств}} = g_{0,1} \cdot h \cdot 0,1 \quad (4)$$

Для практического перехода от $d_{1,3}$ к $d_{0,1}$ в коре, а через последний к $g_{0,1}$ исследована их корреляционная связь. Установлена тесная, достоверная корреляционная связь линейного характера независимо от возраста насаждений ($r = 0,997 \pm 0,0002$, $\eta = 0,998 \pm 0,0002$, мера линейности $\zeta = 0,002 \pm 0,0038$). Корреляционное уравнение имеет вид

$$d_{0,1} = 1,23 + 0,893d_{1,3} \quad (5)$$

Постоянное значение $f_{0,1}$ и выражение (5) дают возможность определить запас насаждения M по формуле

$$M = \Sigma G_{0,1} \cdot H_{\text{ср}} \cdot f_{0,1}, \quad (6)$$

где $\Sigma G_{0,1}$ — сумма площадей сечения на $0,1 h$ всех стволов насаждения;

$H_{\text{ср}}$ — средняя высота насаждения.

Таблица 5

№ пробных площадей	Средняя высота, м	Число срубленных стволов	ΣG срубленных стволов, $\text{м}^2/\text{га}$			ΣV срубленных стволов, м^3			
			по $d_{1,3}$	по $d_{0,1}$ фактическому	по $d_{0,1}$ через уравнение (5)	ΣV по секционной формуле	$\Sigma V = \Sigma G_{0,1} \cdot H f_{0,1}$ (ΣG фактическое)	$\Sigma V = \Sigma G_{0,1} \cdot H f_{0,1}$ (ΣG через $d_{0,1}$ по уравнению 5)	$\Sigma V = \Sigma G_{1,3} \cdot H f_s$
2	6,7	62	0,12	0,15	0,15	0,53	0,52	0,52	0,49
3	10,6	70	0,44	0,47	0,46	2,63	2,59	2,54	2,50
4	14,6	75	0,81	0,81	0,80	6,05	6,16	6,08	5,94
6	19,8	98	3,18	2,90	2,90	29,89	29,93	29,93	30,10
8	22,8	105	5,74	5,11	5,08	60,83	60,66	60,30	61,38

Сопоставление запасов древостоев (табл. 5) проводим на срубленных стволах, используя формулу (4), $f_{0,1} = 0,521$ и $f_s = 0,410 + \frac{1,34}{h}$ (за истинный объем принята сумма объемов по секционной формуле).

Данные сопоставления подчеркивают высокую точность метода нормальных видовых чисел (при меньшем количестве наблюдений сравнительная точность еще более увеличивается) и подтверждают практическое преимущество $f_{0,1}$ перед f_s .

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. С. Головачев. Исследование формы древесных стволов. Вопросы лесоведения и лесоводства, вып. 1, Минск, 1965. [2]. В. К. Захаров, А. С. Головачев. Исследование нормальных видовых чисел. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1965. [3]. J. Grochowski. Investigation of q^2_H in Pine Stands by. Bulletin de L'Academie Polonaise des sciences. Serie des sciences biologiques. Cl. V.—Vol. XI, № 12, 1964.

Поступила в редакцию
24 января 1966 г.

УДК 634.0.232.214

О ВЛИЯНИИ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА УСТОЙЧИВОСТЬ ВСХОДОВ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ОТ ВЫЖИМАНИЯ ИХ МОРОЗОМ

Ф. Б. ОРЛОВ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

П. Ф. СОВЕРШАЕВ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Архангельский лесотехнический институт)

В ряде работ ([1], [6], [4], [5], [7] и др.) было отмечено сравнительно медленное зарастание оголенной поверхности посевных мест травами и быстрое покрытие их мхами из рода *Polytrichum*.

Основная цель наших исследований — изучить динамику зарастания посевных мест мхом и травами, а также влияние живого покрова на устойчивость всходов и сеянцев против выжимания их морозом.

Исследования проводили в учебно-опытном лесхозе Архангельского лесотехнического института.

Почва по механическому составу — средний суглинок. Лесокультурная площадь представляет собой вырубку 1949 г. Бывший тип леса сосняк-черничник.

В живом напочвенном покрове преобладают вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* Rofn.), луговик извилистый (*Deschampsia flexuosa* Trin.), вереск (*Calluna vulgaris* L.), занимающие до 30% площади каждый. Из мхов отдельными куртинами встречается кукушкин лен (*Polytrichum commune* L.).

Динамику зарастания мы изучали при осенних учетах на стационарных площадках путем регистрации степени проективного покрытия (в десятых долях) посевных мест.

При обработке учетных данных все посевные места в зависимости от их зарастания были разделены на три группы: площадки со слабым зарастанием поверхности (покрытие 0,0—0,2); со средним (0,3—0,6) и с сильным (0,7—1,0).

Распределение площадок по степени их покрытия производили по основному виду покрова *Polytrichum*, за исключением единичных площадок, где преобладают травы. В среднем же зарастание площадок травами в течение года составляло менее 0,1.

Результаты учета по годам приведены в табл. 1.

Видовой состав трав и мхов учитывали на стационарных площадках. Отдельные площадки картировали.

Карты четырех стационарных площадок № 5, 17, 20, 26 (весенние посевы сосны 1957 г.) приведены на рис. 1.

Таблица 1

Степень покрытия площадок	Количество площадок (стационарных)		
	посев сосны в мае 1957 г. в рыхлые площадки	посев сосны в мае 1958 г. в рыхлые площадки	посев сосны в мае 1958 г. в нерыхлые площадки
Осень 1957 г.			
0,0—0,2	16	—	—
0,3—0,6	10	—	—
0,7—1,0	—	—	—
Осень 1958 г.			
0,0—0,2	2	25	20
0,3—0,6	14	24	50
0,7—1,0	10	—	—
Осень 1959 г.			
0,0—0,2	—	1	—
0,3—0,6	2	12	10
0,7—1,0	24	36	60

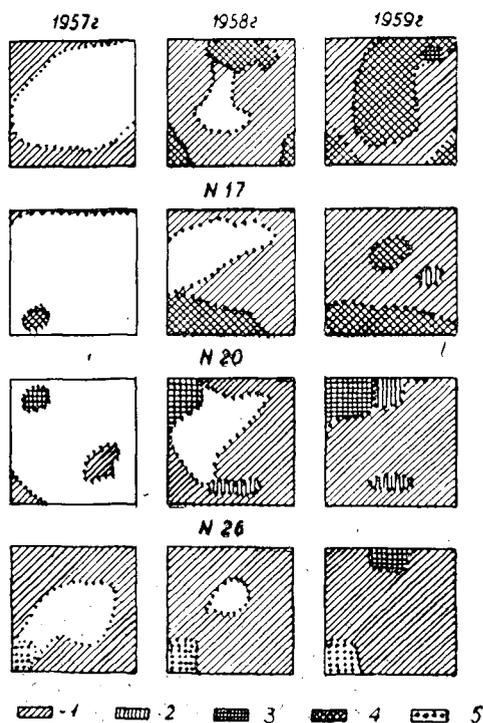


Рис. 1. Динамика напочвенного покрова на посевах сосны (площадка 5).

1 — кукушкин лен; 2 — вейник; 3 — ожика;
4 — луговик; 5 — шиповник.

Наши наблюдения показали, что покрытие поверхности посевных мест мхом из рода *Polytrichum* оказывает благоприятное влияние на устойчивость всходов от выжимания морозом. Результаты наших исследований выжимания в зиму 1959/60 гг. приведены в табл. 2.

Таблица 2

Степень покрытия площадок	Количество площадок, %	Количество всходов (%) по степеням выжимания				
		0	1	2	3	4
Посев сосны в рыхленную почву						
0,0—0,2	40,0	14,2	16,4	23,2	22,8	23,4
0,3—0,6	40,0	17,0	25,4	28,6	20,3	8,7
0,7—1,0	20,0	38,6	33,8	16,1	9,3	9,2
Посев сосны в нерыхленную почву						
0,0—0,2	20,0	22,1	17,0	22,7	24,3	13,7
0,3—0,6	33,0	54,5	23,1	11,2	9,1	2,1
0,7—1,0	47,0	69,7	22,3	5,4	2,6	—
Посев ели в рыхленную почву						
0,0—0,2	83,5	13,1	23,5	24,7	22,1	16,6
0,3—0,6	13,3	47,2	22,2	13,0	14,8	2,8
0,7—1,0	3,2	47,0	23,5	29,5	—	—
Посев ели в нерыхленную почву						
0,0—0,2	20,0	27,1	19,8	24,0	27,1	2,0
0,3—0,6	40,0	66,8	21,9	6,7	4,5	0,1
0,7—1,0	46,0	76,0	17,0	7,0	—	—

Положительная роль любого покрова в предохранении всходов от выжимания объясняется уменьшением миграции влаги в процессе промерзания почвы. Наши исследования показали, что влажность верхних горизонтов почвы в зимний период резко повышается. При этом наибольшее увеличение влажности происходит на открытых посевных местах.

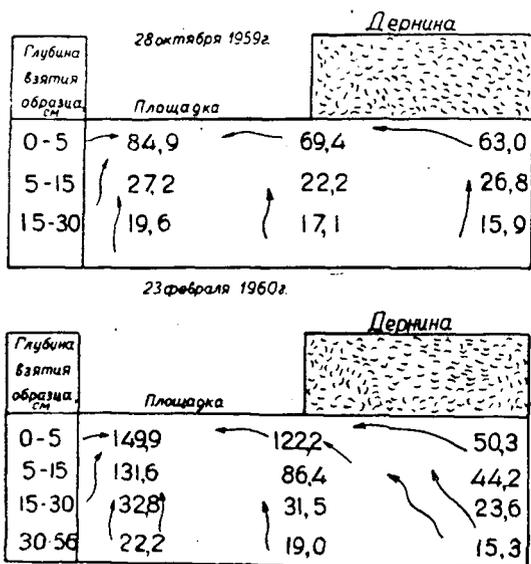


Рис. 2. Миграция влаги на площадке.

Характерной особенностью изменения влажности в зимний период является взаимосвязь между содержанием влаги верхнего горизонта

под дерниной и влажностью его на площадке. С увеличением влаги в почве на площадке содержание ее под дерниной убывает. Это объясняется наличием не только вертикальной, но и горизонтальной миграции влаги из-под дернины к центру площадки.

Указания о наличии горизонтальной миграции влаги имеются в работах С. Л. Бастамова [2] и А. П. Боженовой [3], наблюдавших явление миграции к открытому более охлажденному участку с соседних, покрытых какой-либо тепловой изоляцией.

Для исследования этого вопроса мы поставили специальные опыты. Образцы почвы брали в центре площадки (на поверхности и через каждые 10—15 см в глубину по всему промерзшему слою и под ним), у края ее и под дерниной на расстоянии 0,5 м от края площадки. Результаты наших исследований в зиму 1959/60 гг. приведены на рис. 2.

Выводы

1. Заращение посевных мест на вырубках в первые два — три года жизни культур происходит в основном мхами из рода *Polytrichum*.

2. Травы поселяются сравнительно медленно, за год они покрывают площадь на 0,1 и менее.

3. Нерыхленные площадки зарастают быстрее рыхленных. Это — одна из причин более слабого выжимания всходов и семян на нерыхленной почве.

4. Появляющийся на посевных местах моховой покров благоприятно влияет на устойчивость всходов против выжимания, поэтому в первые годы жизни культур его не следует удалять.

5. Травянистую растительность (при покрытии до 0,3—0,4) в первые два — три года жизни культур также следует оставлять на посевных местах (это наблюдается на вырубках из-под брусничников и черничников).

6. Положительная роль живого напочвенного покрова заключается в том, что покрытие им оголенной поверхности посевных мест резко уменьшает приток влаги в связи с ее миграцией как в вертикальном, так и горизонтальном направлениях, и в том, что живой напочвенный покров исключает появление кристаллов на поверхности почвы, скрепляет верхний слой, обеспечивая более равномерное его оседание при оттаивании почвы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. В. Алексеев. К проблеме лесных культур в условиях Севера. Сб. «Некоторые вопросы ведения лесного хозяйства на Севере», Архангельск, 1953, стр. 53—61. [2]. С. Л. Бастамов. О роли парообразного перераспределения влаги в замерзающих и мерзлых грунтах. Сб. «Регулирование водного режима дорожных оснований», Дориздат, 1946, стр. 129—163. [3]. А. П. Боженова. Влияние теплоизоляции на процесс миграции воды в замерзающих грунтах. Материалы по лабораторным исследованиям мерзлых грунтов, сборник № 1, изд-во АН СССР, М., 1953, стр. 52—64. [4]. Ф. Б. Орлов. К вопросу о влиянии травянистой растительности на возобновление сосны. Труды АЛТИ, т. XIII, 1949, стр. 225—231. [5]. Ф. Б. Орлов, П. Ф. Совершаев. Выжимание лесных культур морозом и меры борьбы с ним. Архангельск, 1962. [6]. А. В. Преображенский. Вековой опыт ведения хозяйства в Лисенском и Охтинском лесхозах. Гослесбумиздат, 1953. [7]. П. Ф. Совершаев. О природе выжимания всходов и семян морозом. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1961.

УДК 593.796

МЕТОДЫ УЧЕТА ГНЕЗД МУРАВЬЕВ РОДА *Formica* В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

В. Ф. ДОБРАЧЕВ

Старший преподаватель

(Уральский лесотехнический институт)

Биологическому методу борьбы с хвоелистогрызущими вредителями лесного хозяйства, в частности, использованию муравьев рода *Formica* уделяется в последнее время серьезное внимание как за рубежом, так и в нашей стране.

Стационарное обитание, опромный хищнический инстинкт и большая продуктивность в сборе добычи ставят муравьев в первые ряды защитников леса от вредителей. Добыча одного муравейника составляет в очаге до 33 тыс. гусениц за 12 дн. [2], и плотность поселения — 6—7 гнезд на 1 га обеспечивает надежную защиту лесонасаждений [1].

Определение плотности поселения муравьев методами учета их гнезд позволяет выяснить запасы муравейников на определенных площадях, установить места их наибольшей концентрации или отсутствия, что необходимо для дальнейшего расселения гнездовых отводков.

Учет муравьиных гнезд проводили в лесном массиве учебно-опытного лесхоза Уральского лесотехнического института, в квартале 29 (площадь 123 га). С планшета изготовляли рабочую схему квартала (масштаб 1 : 20 000), на которую наносили заболоченные участки, вырубки, места хранения древесины и т. д., что облегчало проведение работы. Учет вели методами пробных площадок и маршрутным, предложенным Комитетом по использованию муравьев в борьбе с вредителями сельского и лесного хозяйства (при Институте морфологии животных им. Северцева). Был сделан сплошной пересчет муравьиных гнезд на площади 63 га. Пробные площадки и маршруты были выполнены также на этой площади. Сплошным пересчетом было учтено 343 гнезда. Во всех случаях высота купола была не менее 25 см.

Метод учета гнезд муравьев на пробных площадях

Суть метода заключается в том, что в лесных кварталах закладывают пробные площадки в форме квадратов величиной 1 га. Для удобства делают рабочую схему (рис. 1). Каждый квадрат на схеме соответствует пробной площадке. Для лучшей ориентировки квадрата на местности желательно производить привязку одной из его сторон к выраженным местным предметам (дорога, тропа, просека, овраг и т. д.). Определив местонахождение квадрата, провешиваем его стороны че-
рез 25 м и на ограниченной таким образом площадке проводим учет

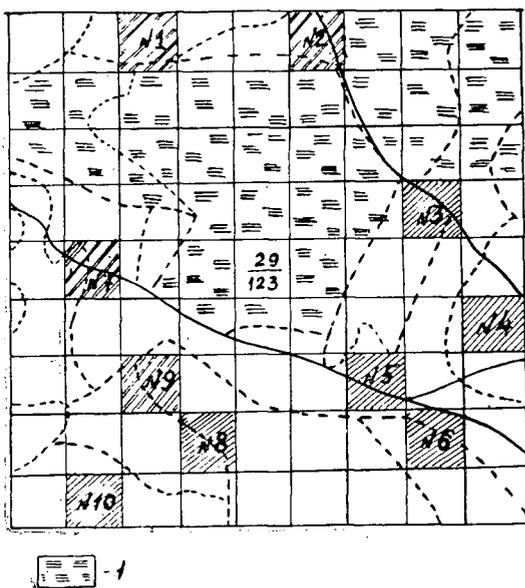


Рис. 1. Схема лесного квартала, разбитого на квадраты площадью 1 га (заштрихованные участки — пробные площадки).

I — болото. Масштаб 1:20 000.

муравейников. Учет делает бригада из четырех человек, идущих цепь с интервалами в 25 м. На площади 100 га нужно закладывать 10 пробных площадей.

На обследование одной площадки бригада тратит 30—35 мин. В результате получены следующие данные (квартал 29, площадь 63 га): в пробе № 1 (средневозрастной бор-брусничник) обнаружено 8 гнезд; № 2 (то же) — 7; № 3 (спелое сосновое насаждение полнотой 0,7) — 3; № 4 (березовый молодняк полнотой 0,6) — 1; № 5 (средневозрастной сосновый древостой) — 5; № 6 (спелое сосновое насаждение полнотой 0,7) — 3; № 7 (средневозрастное сосновое полнотой 0,6) — 6; № 8 (спелое сосновое) — 3; № 9 (то же) — 4; № 10 (спелое березовое полнотой 0,7) — 4. Среднее число гнезд на 1 га — 4,2.

Маршрутный метод учета муравьиных гнезд

Проводится десять маршрутных ходов по 500 м каждый. Ширина хода — 25 м в среднеполнотных насаждениях, 15 м в высокополнотных. Площадь одного участка, охватываемая при учете в среднеполнотных насаждениях — 1,25 га. Работу выполняет один наблюдатель.

Приводим пример расчета количества гнезд (квартал 29, площадь — 63 га). Количество ходовых линий — 10; количество муравейников — 4; 5; 5; 8; 2; 6; 5; 5; 6; 2. Составляем таблицу.

Вычисляем среднее количество гнезд на один отрезок — 4,8. Определяем ошибку средней — 0,57 или 11,9%. Среднее арифметическое и ошибки

Т а б л и ц а

Количество гнезд в одном отрезке	Количество отрезков
5	4
2	2
4	1
6	2
8	1

среднего приводим к единице измерения — количеству гнезд на 1 км, для чего удваиваем показатели среднего и ошибки. Получаем результаты $9,6 \pm 1,14$ гнезд/км.

Анализ результатов

Учет гнезд муравьев рода *Formica* методом пробных площадей показал, что при полном обследовании пробной площадки среднее количество гнезд на 1 га равно 4,2. Для обследованной площади 63 га количество учтенных гнезд составляет 264,6. При методе маршрутного учета на площади 2,5 га (при длине хода 1 км, ширине — 25 м) учтено в среднем 9,6 гнезд, или 3,8 гнезд/га, а на всей площади 63 га 239,4 гнезда муравьев.

Таким образом, точность первого метода по отношению к сплошному пересчету составляет 77,1%, а второго — 69,8%. Точность любого выборочного учета находится в прямой зависимости от плотности муравьиных гнезд и количества маршрутов или площадок. Предпочтение следует отдать маршрутному методу, требующему меньшей затраты времени и количества учетчиков-наблюдателей, а при малой обследуемой площади и наиболее точному.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. Ф. Добрачев. Видовой состав муравьев Уральского учебно-опытного лесхоза и их взаимосвязь с очагами хвоелистогрызущих вредителей. Исследования по биологическому методу борьбы с вредителями сельского и лесного хозяйства (доклады к Симпозиуму 17—20. XI—1964 г.), Новосибирск, 1964. [2]. Б. А. Смирнов. Использование муравьев в защите леса. Исследования по биологическому методу борьбы с вредителями сельского и лесного хозяйства (доклады к Симпозиуму 17—20. XI—1964 г.), Новосибирск, 1964.

Поступила в редакцию
28 сентября 1965 г.

УДК 632.533 : 634.0.181.343

НЕКОТОРЫЕ ЛИАНЫ ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАВКАЗА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ОСЫПНЫХ СКЛОНОВ

М. Н. ФИСУН

Аспирант

(Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт)

Видовой состав лиан Причерноморской зоны Кавказа разнообразен [3], [4]. Насчитывают более 10 видов, которые распространены в основном в лесных насаждениях. Наиболее часто встречаются плющ (*Hedera helix* L.), сассапариль (*Smilax excelsa* L.), обвойник греческий (*Periploca graeca* L.), ломонос виноградолистный (*Clematis vitalba* L.), виноград дикий (*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.) и винная (*Vitis vinifera* L.), пуэрария (*Pueraria hirsuta* (Thunb.) C. K. Schn.) глициния (*Wisteria chinensis* Sw.). Все они (за исключением пуэрарии) — древние обитатели Кавказа [3], [4].

Биолого-экологические особенности лиан, их способность к быстрому размножению и хорошая приспособляемость обеспечили их широкое распространение в природе. Такие лианы, как сассапариль и плющ из-за повсеместного произрастания стали настоящими сорняками в лесах Кавказа; другие, несмотря на большую хозяйственную ценность или совсем не используются или находят очень малое применение.

Рост и развитие обвойника в нижних поясах каменистых и осыпных склонов Черноморского побережья Кавказа, позволяют судить о его непробователности к почвенным условиям. По нашим данным, обвойник произрастает и плодоносит на каменистых склонах при малом запасе влаги (6,14%) и питательных веществ (азота 1,03 мг, окисла фосфорной кислоты 0,06 мг на 100 г почвы) и на третий—четвертый год дает побеги длиной 5—6 м, покрывая площадь 10—12 м². Мелкозем в таких породах всего 10—12%, гумус отсутствует.

На рыхлых субстратах и в совокупности с высокостебельными травами (донником, люцерной, псоралеей) или кустарниками с ажурной кроной (сумахом, пузырником) обвойник дает побеги длиной до 10 м даже более.

В самые жаркие и сухие дни в июле — августе 1963 г., когда температура воздуха достигла +33°, а количество осадков составило всего 25—30 мм, на осыпных склонах крутизной до 45° завядания у обвойника не наблюдалось. Лишь в середине августа, после почти двухмесячной засухи, ближние к поверхности почвы листья пожелтели.

Об устойчивости обвойника и способности его к размножению говорит такой факт, наблюдавшийся нами. Срезанные ниже узла кушени (который выражен неявно) на 10—20 см у бровки и засыпанные слоем

хрящеватых обломков мощностью до 1 м у подножья склона кусты обвойника сохранили жизнеспособность. На следующий год диаметр надземной части достиг 97,6 см, диаметр побегов — 0,32 см, количество побегов в кусте — 43, средний прирост — 58,9 см в год.

Корневая система обвойника на каменистых склонах — поверхностная. Распространение ее связано, в основном, со слоями песчаников. При раскопках прослеживается маломощная прослойка (до 5—7 см) легких песчаноподобных фракций, к которым приурочена основная масса корней. Диаметр корневой системы достигает 2—2,8 м.

Следует отметить большую механическую прочность ветвей обвойника. При длительном соприкосновении с влажными слоями горных пород они укореняются настолько прочно, что удерживают человека.

При посадке 2×2 м с подсевом донника, псоралеи или люцерны обвойник густо оплетает их, а при отмирании трав на их месте дает дополнительные корни.

Распространение ломоноса связано в основном с влажными или свежими местами. В наших опытах он показал себя малоустойчивой лианой, хотя есть данные о его засухоустойчивости [2].

Пуэрария волосистая — один из наиболее молодых представителей лиан Кавказа. Ее родина юго-восточная Азия. Завезенная в Россию И. Н. Клингеном в 1896 г., она хорошо прижилась в районе Сочи, Сухуми, Батуми и на континенте Кавказского перешейка в Гурии, Зедабани [1].

С 1956 г., когда были созданы посадки на крутом склоне в районе Мамайки (г. Сочи), пуэрария мощно развилась, закрыв горные породы от прямого воздействия агентов выветривания. Осыпные и оползневые процессы на склоне, прилегающем к железнодорожному полотну, прекратились полностью.

Важное свойство пуэрарии — быстрый рост ветвей в длину. В возрасте 5—6 лет общая длина всех ветвей достигает 1300 м. При густом размещении посадок на третий год почти невозможно определить принадлежность ветвей к тому или другому кусту. Этому мешают обилие укоренившихся отводков и отпрысков. В площадке 10×10 м мы обнаружили в возрасте 9 лет 1176 укоренившихся побегов и отпрысков от 24 высаженных растений, что составляет в среднем на 1 куст 49 побегов вегетативного происхождения. Ясно, что эта цифра не является предельной для пуэрарии, так как в более редких посадках количество побегов от одного куста еще больше.

Корневая система пуэрарии сильно разветвлена и очень прочна на разрыв. На глубоких богатых гумусом почвах корни ее достигают глубины 1 м, а отдельные тяжи проникают на 2 м и более.

На каменистом субстрате глубина проникновения корней пуэрарии несколько меньше и достигает лишь 1,1 м, а диаметр их распространения составляет 1,0—1,5 м. Ход основных корней привязан главным образом к влагообеспеченным слоям песчаника.

Рост пуэрарии в первые годы после посадки на каменистом склоне можно охарактеризовать следующими показателями: диаметр кроны — 98,2 см, прирост — 71,8 см, количество побегов в кусте — 5, максимальная длина ветвей — 132 см.

Кусты пуэрарии волосистой быстро сплетаются, и насаждения дают значительный закрепительный эффект. Ее можно рекомендовать в посадки на южных склонах.

Однако следует избегать мест, примыкающих к ценным угольям, ибо при благоприятных условиях она может заглушить и заселить окультуренные земли.

Ход роста дикого винограда мы изучали в насаждениях на крутом склоне в 52°. Высаженные на площади 10×10 м 27 кустов его за три года дали ветви длиной до 2,8 м и покрыли площадь 42 м².

При быстром росте надземной части корни его разрастаются весьма медленно, образуя густые щетки мелких корешков, которые идут на небольшую глубину (до 20—30 см). В трещины горных пород они почти не проникают. Мы опасались, что при таком распространении корневой системы дикий виноград будет неустойчив на осыпных склонах. Однако, как показали наблюдения, кусты его переносят значительную сухость почвы (до 6%), при высоких температурах и низкой влажности воздуха завядания листьев не наблюдается.

Как и обвойник, дикий виноград не дает плотных сомкнутых пологов без участия трав или кустарников, хотя и наблюдается интенсивное укоренение ветвей, касающихся почвы.

Виноград дикий целесообразно культивировать, по нашему мнению, на очень крутых склонах, где нет опасности обвалов, то есть там, где прослойки мергеля и песчаника приблизительно равны по мощности и не превышают 20—25 см. Большая декоративность его листьев позволяет изменить вид голых скальных склонов и предохранить их от интенсивного выветривания.

Глициния размножается также семенами, отводками и черенками. Ее испытывали на Туапсинской дистанции защитных насаждений и осыпи крутизной 21°. опыты показали, что на продуктах выветривания горных пород, бедных питательными веществами, рост ее в первые годы очень слабый по сравнению с экземплярами на богатых почвах. В первый год прирост ее составил всего 18,2 см. На склоне крутизной 41° после первого года остались живыми лишь несколько экземпляров, они имели весьма неприглядный вид.

Для ускорения роста ее на крутосклонах мы делали подкормки из удобрений минеральных (15 г азотистых, 10 г калийных и 10 г фосфорных на один куст) и органических (1/2 ведра торфа перед посадкой в ямки). Прирост таких кустов составил за три года 1,8 м, а приживаемость увеличилась до 87,5%. Из этого следует, что под глицинией можно занимать склоны только с обязательным применением минеральных и органических удобрений. На склонах, богатых питательными веществами, ее можно вводить для озеленительных посадок. Нельзя игнорировать декоративную и оздоровительную роль лиан на крутых склонах курортно-туристской зоны Черноморского побережья Кавказа. Лианы имеют стелющуюся форму, не скрывают чудесных горных пейзажей, выполняя свою роль как нельзя лучше, чем выгодно отличаются от деревьев и кустарников.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Г. Борисова. *Pueraria hirsuta* (Thunb.) C. K. Schneider — новое видоизмененное растение в пределах СССР. Журн. «Советская ботаника» № 3—4, 1964.
 [2]. А. И. Колесников. Вертикальное озеленение. Изд-во литературы по строительству, М., 1964. [3]. Н. И. Кузнецов. Материалы для флоры Кавказа. СПб., 1908. [4]. Я. С. Медведев. Деревья и кустарники Кавказа. СПб., 1903.

Поступила в редакцию
2 июля 1965 г.

УДК 674.031.795.2(571.1)

ЛИПА В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Ю. П. ХЛОНОВ

Младший научный сотрудник

(Биологический институт СО АН СССР)

Липа — единственная широколиственная древесная порода, произрастающая на значительной площади в Западной Сибири, и изучение ее представляет теоретический и практический интерес.

Липняки Горной Шории были предметом исследований П. Н. Крылова [6]. Отдельным вопросам (например, определению видовой принадлежности липы, судьбе «Липового острова» и др.) посвятили свои исследования В. И. Баранов и М. Н. Смирнов [1], Л. Ф. Ревердатто [9], В. И. Грубов [3], В. П. Малеев [8], И. В. Васильев [2], А. В. Куминова [7], Г. В. Крылов [5] и др. По последним данным, в Сибири имеется два вида липы: сердцевидная (*Tilia cordata* Mill.) и сибирская (*Tilia sibirica* Baer.). Насаждения с их участием в Западной Сибири занимают более 500 тыс. га. На этой большой площади оба вида липы пока еще слабо изучены. Даже о характере распространения их до сих пор имеются лишь отрывочные сведения. Очень мало данных о типах леса, в которых встречается липа, и о их лесоводственных свойствах.

Липа сердцевидная в Западной Сибири встречается в южной половине лесной зоны и частично в лесостепной. Липа сибирская распространена, в основном, в поясе низкогорных лесов Саян, Горной Шории и на Салаире, но встречается и в равнинной тайге. Липа чаще произрастает вблизи рек. Здесь она приурочена к повышенным элементам рельефа с хорошим дренажем. Растет липа, в основном, на дерново-подзолистых почвах с легким и тяжелым механическим составом.

В горных районах она встречается на высоте от 300 до 550 м над уровнем моря. Среднегодовая температура воздуха в пределах сплошного ареала липы колеблется от $-0,3^{\circ}\text{C}$ до $1,2^{\circ}\text{C}$, средняя продолжительность вегетационного периода липы 110—120 дн. в равнинной тайге и 130 — в среднегорной. Он почти равен безморозному периоду. Количество осадков в зоне равнинной тайги от 294 до 432 мм. В поясе низкогорных лесов осадков выпадает на 30—40% больше. Здесь же в среднем на 10 дней продолжительнее и безморозный период.

Для развития и роста липы требуется в среднем не менее 105 безморозных дней и 150 дней с температурой более 5°C при количестве осадков в среднем не менее 225 мм за вегетационный период. Начало роста липы приходится на вторую половину мая. Рост побегов у нее продолжается 36—40 дн. На созревание плодов требуется 2—2,5 месяца.

В Западной Сибири липа начинает плодоносить в возрасте 7—15 лет на открытых местах и с 25 лет в насаждениях, то есть примерно в те же сроки, что и в европейской части Союза.

Хорошие семенные годы у липы бывают редко. Спелые древостой с преобладанием липы сибирской при среднем урожае дают 60—90 кг плодов с 1 га, из них доброкачественных семян около 50%. Часть урожая плодов (до 23%) растаскивают мышевидные грызуны (азиатская лесная мышь, красная полевка, полевка-экономка и др.) [1].

Продолжительность жизни липы сибирской около 300 лет, а сомкнутых древостоев во втором ярусе около 100 лет. Семенной поросль у липы при большом затенении живет 8—15 лет, а порослевы 15—25 лет. Рост липы в первые 10—15 лет жизни замедлен. Наибольший прирост по высоте приходится на 20—40 лет. Его кульминация наступает в 50—70 лет. Липа размножается порослью от пня, отводками и семенами. Она плохо возобновляется под пологом леса от семян. Причиной этого является недозревание семян липы в некоторые годы, плохой рост самосева под пологом леса при недостатке света, приводящий к раннему отмиранию самосева, а также сильное повреждение всходов грибными болезнями фузариумом, альтернарией.

К массовым вредителям липы сибирской относятся гусеницы березовой пяденицы; в меньшей степени дубовая серпокрылка, липовый бражник, липовая хохлатка, а для липы сердцевидной липовая минеральная златка и липовый галловый и войлочный клещи (последний массе встречается и на липе сибирской) [4]. В Западной Сибири на липах паразитирует более 32 видов грибов. Наиболее часто встречаются на стволах трутовики настоящий, окаймленный и плоский, на листьях — чернубурая пятнистость и *Gloeosporium tilia*. Сравнительно редко липа образует здесь самостоятельные типы леса. Чаще она входит в состав других типов леса как субэдикатор или ассектатор.

Мы выделили шесть коренных и одиннадцать производных типов леса с участием липы [10], [11]. В зоне равнинных лесов в группу сложных сосняков входит три типа сосняков: липняково-зеленомошниковый, липняково-орляково-разнотравный, липняково-осочково-разнотравный. Липа здесь чаще образует второй ярус. Она, в основном, имеет порослевое происхождение. Возобновление липы под пологом леса слабое, иногда плохое. В группу сложных пихтачей в зоне равнинных лесов входит пихтач липняково-зеленомошниковый, а в черневой среднегорной тайге распространен пихтач липняково-широкотравный, в травяном покрове которого встречаются реликты: копытень европейский, кипрей горный, многорядник Брауна, овсяница высокая, ясменник душистый и др. Липа растет в первом и втором ярусах единичными экземплярами. Естественное возобновление порослевой липы удовлетворительное, а на многих вырубках или гарях даже хорошее. В сложном ельнике с участием липы входит один тип леса — ельник липняково-зеленомошниковый. Подрост липы и лиственных пород находится в угнетенном состоянии.

Для выявления районов возможного разведения липы мы обследовали искусственные посадки липы в возрасте до 60 лет. В результате исследования установлено, что в подзоне южной тайги липа растет хорошо. Анализ посадок в лесостепи показал, что липа может успешно расти на черноземных и оподзоленных почвах с тяжелым и средним механическим составом в районах с достаточным количеством влаги. В поясе предгорных лесостепей у липы отмечается наилучший рост.

Лучшими лесорастительными условиями для липы в южной тайге и поясе низкогорных лесов являются периодически влажные дерново-подзолистые почвы с суглинистым и глинистым механическим составом.

На основе анализа роста и развития посадок липы и почвенно-климатических данных в различных лесорастительных зонах мы выделили

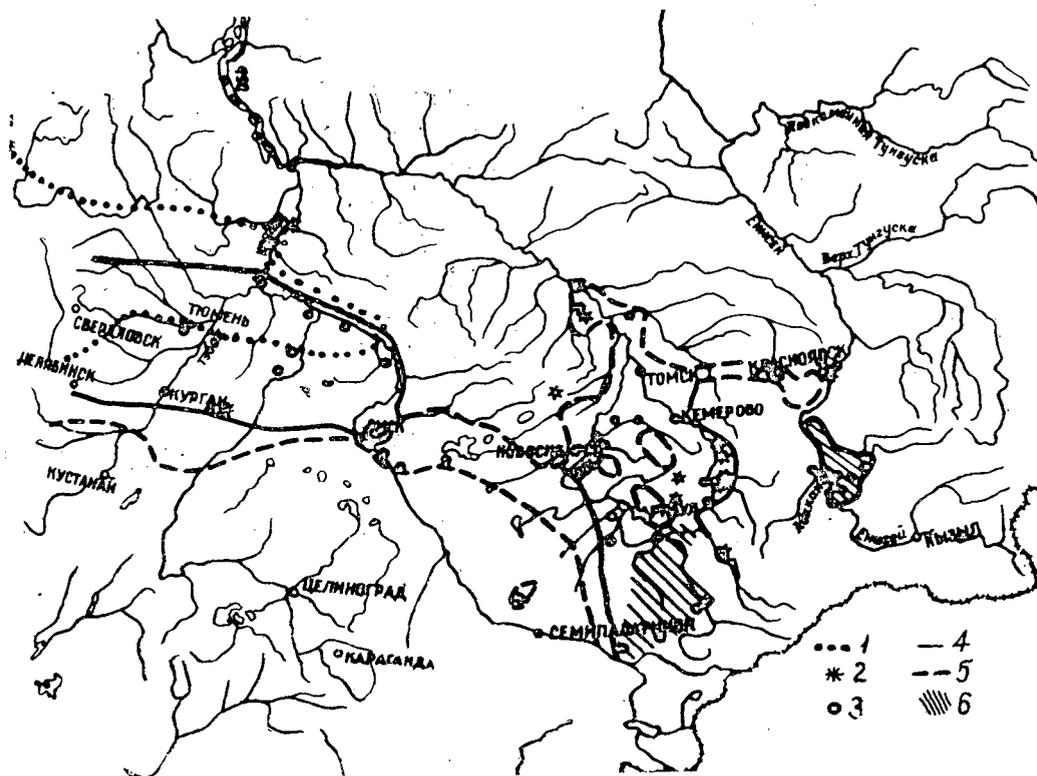


Рис. 1. Районы разведения липы.

- 1 — ареал липы в Западной Сибири; 2 — изолированные естественные участки липы; 3 — посадки липы;
 4 — районы надежного разведения липы; 5 — районы ненадежного разведения липы;
 6 — районы наилучшего разведения липы.

районы разведения липы (надежного, ненадежного и наилучшего продуктивности). К последнему относится пояс предгорных лесостепей (рис. 1).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. И. Баранов, М. Н. Смирнов. Пихтовая тайга на предгорьях Алтая. Вып. 1, Пермь, 1931. [2]. И. В. Васильев. Семейство липовые. Деревья и кустарники СССР, т. IV, изд. АН СССР, М.—Л., 1958. [3]. В. И. Грубов. О современном состоянии липового острова в предгорьях Кузнецкого Алатау. Журн. «Советская ботаника» № 1, 1940. [4]. Н. Г. Коломиец, Ю. П. Хлонов. Массовое размножение насекомых в липняках Горной Шории. Труды по лесному хозяйству Сибири, вып. V, Новосибирск, 1960. [5]. Г. В. Крылов. Леса Западной Сибири. Изд. АН СССР, М., 1961. [6]. П. Н. Крылов. Липа на предгорьях Кузнецкого Алатау. Известия Томского университета, вып. 1, Томск, 1891. [7]. А. В. Куминова. К современному состоянию липового леса в Кузнецком Алатау. Памяти П. Н. Крылова в связи со столетием со дня рождения (1850—1950). Труды Томского государственного университета, т. 116, Томск, 1951. [8]. В. П. Малеев. Семейство липовые. Флора СССР, т. XV, изд. АН СССР, М.—Л., 1949. [9]. Л. Ф. Ревердатто. К вопросу о судьбе липового острова в Кузнецком Алатау. Изд-во «Красное знамя», Томск, 1925. [10]. Ю. П. Хлонов. К характеристике липового леса в Кузнецком Алатау. Труды по лесному хозяйству Сибири, вып. IV, Новосибирск, 1958. [11]. Ю. П. Хлонов. Характеристика типов леса с участием липы. Труды по лесному хозяйству Сибири, вып. V, Новосибирск, 1960. [12]. Ю. П. Хлонов, Н. Ф. Реймерс. Почвенный запас семян и роль некоторых позвоночных животных в возобновлении липового леса Горной Шории. Известия СО АН СССР, № 4, 1960.

Поступила в редакцию
3 апреля 1963 г.

УДК 532.5

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

**МЕТОД РАСЧЕТА ПОТОКА,
СТЕСНЕННОГО ПОЛУЗАПРУДАМИ НА ПОРОГАХ
СПЛАВНЫХ РЕК*****М. М. ОВЧИННИКОВ**

Старший преподаватель

(Ленинградская лесотехническая академия)

Как известно, вопросы сжатия и растекания потоков получили широкое развитие в работах многих исследователей. Однако все эти данные и рекомендации, как правило, относятся только к равнинным рекам или к «бурным» потокам и поэтому с достаточной уверенностью не могут быть использованы для обычных порогов. Наибольший интерес для нас представляет книга С. Я. Мучника [1], освещающая результаты исследований работы полузапруд на порожистых участках сплавных рек. К сожалению, она охватывает лишь небольшую часть диапазона характерных условий движения водных потоков, с которыми обычно приходится встречаться на порогах сплавных рек. В связи с этим мы поставили специальные эксперименты по изучению работы полузапруд на порожистых участках рек с уклонами дна менее критических.

Целью наших исследований было выяснение общей гидравлической картины явления, его основных закономерностей и разработка методики расчета элементов потока при стеснении его полузапрудami на порогах. В нашей статье дан анализ возможных теоретических подходов к расчету «спокойных» потоков, стесненных одиночными и парными полузапрудami на порожистых участках рек, и предложен метод расчета такого рода гидравлического явления.

Общая характеристика явления

Явление сжатия потоков полузапрудami на порогах с уклонами дна меньше критических при неразрываемом русле характеризуется наличием подпора выше полузапруд и в пределах их, образованием водоворотных областей за этими сооружениями, вызывающим дополнительное сужение транзитного потока, а также уменьшением глубин воды ниже этих сооружений с последующим их восстановлением примерно в конце водоворотного участка потока (рис. 1).

Анализ экспериментального материала показывает, что поток на интересующем нас протяжении можно подразделить на семь характер-

* Работа проведена под руководством профессора, доктора технических наук А. Н. Рахманова.

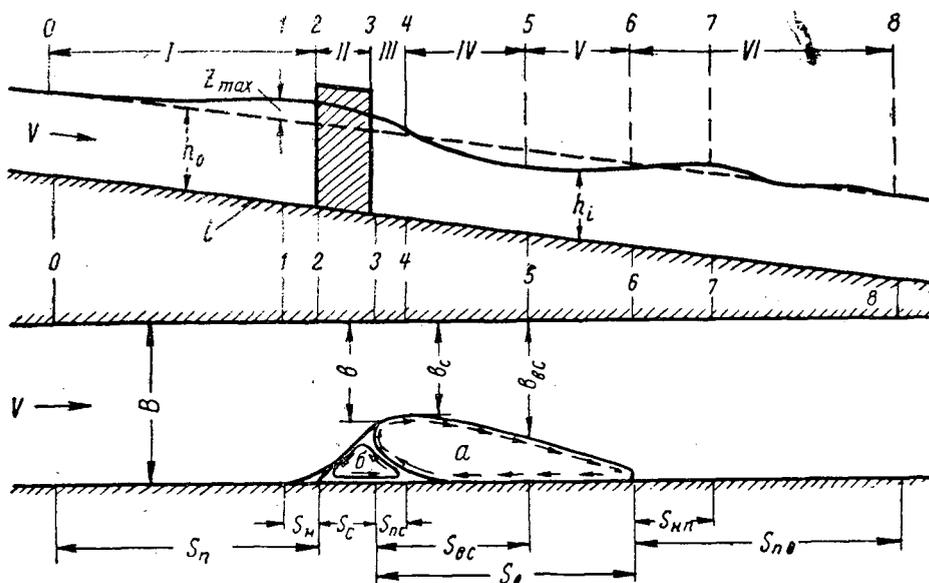


Рис. 1.

ных участков: I — подпора — выше начала сооружения длиной S_n ; II — сужающегося потока — на протяжении полузапруд длиной S_c ; III — планового сжатия потока длиной $S_{п.с}$ — от створа окончания сооружений до створа с минимальной шириной транзитного потока, то есть до створа планового сжатия потока; IV — с незначительным изменением живых сечений транзитного потока длиной $(S_{в.с} - S_{п.с})$ — от створа планового сжатия до створа максимального вертикального сжатия; V — расширения транзитного потока длиной $(S_v - S_{в.с})$ — от створа максимального вертикального сжатия потока до створа окончания водоворотного участка; VI — послеводоворотный длиной $S_{п.в}$ — от створа окончания водоворотов до створа выравнивания осредненных скоростей течения; VII — повышенной пульсации скоростей течения длиной $S_{п.п}$ — от створа выравнивания осредненных скоростей течения до створа ликвидации повышенной пульсации потока.

При уклонах дна русла $i \geq 0,0035 - 0,0045$, в пределах послеводоворотного участка необходимо выделять дополнительный участок потока длиной $S_{п.п}$ — от створа окончания водоворотов до створа с максимальным подъемом уровней.

Предлагаемые ниже расчетные зависимости можно распространять только на тот диапазон условий, при которых проводили эксперименты, а именно: а) форма поперечного сечения призматического прямолинейного русла прямоугольная или близкая к ней; б) уклоны дна русла $i = 0,002 \div 0,004$; в) скоростные множители $C = 20 \div 33 \text{ м}^{0,5} / \text{сек}$; г) отношение нормальной глубины потока к критической $\frac{h_0}{h_k} = 1,3 \div 2,3$, где h_k — критическая глубина естественного потока при $\alpha = 1,0$ ($Fr = \frac{v_0^2}{gh_0} = 0,10 \div 0,42$); д) стеснение потока одностороннее и двухстороннее симметричное и несимметричное при противостоящих полузапрудах; е) степень стеснения потока $\epsilon = \frac{b}{B} = 0,4 \div 0,8$; ж) углы

наклона полузапруд к направлению течения равны $30\text{--}60^\circ$; з) форма руслостеснительных сооружений в плане прямоугольная или с закругленным оголовком; и) режим потока до стеснения его полузапрудками равномерный или близкий к нему.

Основная задача гидравлического расчета и исходные данные

Для достаточно обоснованного проектирования полузапруд на порожистых участках рек необходимо знать плановую картину сжатия и растекания потока, местоположение характерных створов, уровень и скоростной режимы потока, а также его размывающую способность. Так широко поставленная задача на современном этапе исследований теоретически трудно разрешима. Поэтому неизбежно приходится (хотя бы частично) обращаться к опыту — к установлению некоторых основных элементов потока экспериментальным путем.

В дальнейшем мы предлагаем метод гидравлического расчета потока, стесненного полузапрудками на порожистых участках рек, с использованием наших опытных данных для определения некоторых элементов потока. При этом обычно известны следующие элементы: форма поперечного сечения русла, скоростной множитель C , уклон свободной поверхности в бытовом состоянии i , расчетный расход воды Q и бытовая глубина воды h_0 . Кроме того, примем очертание транзитного потока и водоворотных областей, а также местоположение характерных створов по нашим опытам [2]. Рассмотрим, как при этом можно найти средние глубины потока в характерных створах, считая с известной условностью живые сечения плоскими.

Анализ возможных способов решения рассматриваемой задачи и выбор расчетного метода

Для установления уровня режима потока в зоне подпора выше полузапруды могут быть использованы обычные зависимости, применяемые при расчете речных потоков в естественных руслах.

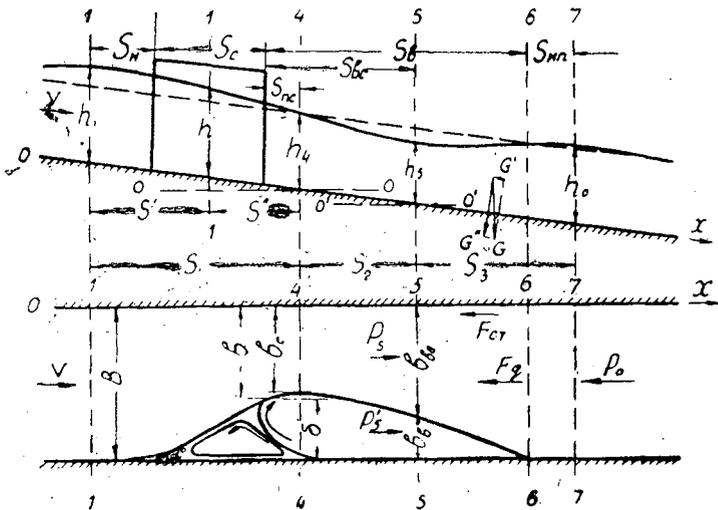


Рис. 2.

Для возможного упрощения метода расчета потока, стесненного полузапрудами, и определения его глубин только в основных характерных створах поток на интересующем нас протяжении, очевидно, может быть разбит на три участка (рис. 2) протяженностью: 1— S_1 —от створа с наибольшим подпором уровней 1—1 выше полузапруд до створа планового сжатия потока 4—4 в нижнем бьефе сооружений; 2— S_2 —от створа планового сжатия 4—4 до створа максимального вертикального сжатия потока 5—5; 3— S_3 —от створа максимального вертикального сжатия 5—5 до створа с наибольшим подъемом уровней 7—7, который при $i \leq 0,002$ совпадает со створом окончания водоворотного участка 6—6, а при $i \geq 0,004$ смещается от створа 6—6 несколько ниже по течению на расстояние $S_{н.п} = (0,5 \div 1,0) b$.

В створе с наибольшим подъемом уровней глубины потока или равны бытовым или отличаются от них всего на 1,5—2,0%.

Удаление границ первого участка за пределы полузапруд до створа с наибольшим подпором и до створа планового сжатия потока обусловлено тем, что движение в этих створах можно считать плавно изменяющимся. При этом включение в первый участок части водоворотного участка не должно осложнять определение потерь энергии, так как водовороты действуют на сравнительно небольшом протяжении.

Нам представляется целесообразным вести расчет по уравнению Д. Бернулли, написанному для створов 1—1 и 4—4 (рис. 2), где движение потока можно считать плавно изменяющимся. Потери энергии на рассматриваемом участке будем оценивать средним коэффициентом сопротивления $\lambda_{ср}$, определенным из наших опытов. В дальнейшем значения коэффициента $\lambda_{ср}$ были выражены в долях коэффициента сопротивления русла λ , подсчитанного для потока, стесненного полузапрудами, по полученной автором зависимости для равномерного режима.

Анализ наших экспериментальных данных показывает, что $\lambda_{ср} = (1,00 \div 1,75) \lambda$ при $i = 0,0040$; $\lambda_{ср} = (1,5 \div 2,5) \lambda$ при $i = 0,0020$; при $i = 0,003$ можно принять $\lambda_{ср} = (1,25 \div 2,00) \lambda$. Очевидно, при $i = 0,002$ влияние водоворотных областей на транзитную струю больше, чем при $i = 0,004$. Это показано в табл. 1, где приведены отношения средней глубины транзитного потока h_4 к средней глубине в пределах водоворотов h'_4 для створа планового сжатия потока 4—4.

Таблица 1

ϵ	Отношения $\frac{h_4}{h'_4}$ при	
	$i=0,004$	$i=0,002$
0,4	1,40—1,55	1,20—1,30
0,6	1,25—1,45	1,10—1,20
0,8	1,10—1,25	1,05—1,10

Из таблицы видно, что при $i = 0,002$ разница между глубинами h_4 и h'_4 меньше, чем при $i = 0,004$. Следовательно, в первом случае поверхность раздела между водоворотом и транзитной струей больше, чем во втором, и относительное воздействие водоворотной области на транзитный поток сильнее.

Второй и третий участки (рис. 2) характеризуются наличием воздействия водоворотных областей на транзитную струю.

Для расчета второго участка потока, так же, как первого, целесообразно воспользоваться уравнением Д. Бернулли, оценивая потери

Таблица 2

ϵ	η
0,4	1,02—1,03
0,6	1,04—1,05
0,8	1,05—1,07

энергии средним коэффициентом сопротивления $\lambda_{\text{ср}}$ в пределах участка.

Для третьего участка мы применили уравнение проекции количества движения, определенное на основании опытных данных значение коэффициента η , учитывающего количество движения водоворотных областей в сечении

5—5. Исследования показали, что для диапазона изменения степеней стеснения потока $\epsilon = 0,4 \div 0,8$ значения η колеблются от 1,02 до 1,07 (табл. 2).

Наши опытные данные показывают, что в пределах участка выравнивания скоростей течения (рис. 1), ниже створа с максимальным подъемом уровней 7—7 при $i = 0,004$ и ниже створа окончания водоворота 6—6 при $i = 0,002$, глубины потока изменяются незначительно, отличаясь от нормальной (бытовой) глубины всего на 1,5—2,0%. Это позволяет нам не заниматься анализом уровенного режима потока на этом протяжении участка.

Предполагаемый метод решения рассматриваемой задачи

Для отыскания средних гидравлических глубин потока, стесненного полузапрудями, в основных характерных створах 1—1, 4—4 и 5—5 при известных плановых размерах его необходимо составить три уравнения. В формулу Д. Бернулли мы должны ввести коррективы кинетической энергии α , а в выражение проекции количества движения — коррективы количества движения α_0 .

Соответствующие опытные данные могут быть получены из наших исследований. Значения α_0 найдены по эпюрам скоростей течения, а величины α — по формуле

$$\alpha = 3\alpha_0 - 2. \quad (1)$$

Результаты обработки опытных данных для α_0 и α приведены в табл. 3.

Таблица 3

Номера створов	Одностороннее стеснение		Двухстороннее стеснение	
	α_0	α	α_0	α
1—1	1,10—1,12	1,30—1,35	1,15—1,17	1,45—1,50
4—4	1,02	1,04—1,05	1,02	1,04—1,05
5—5	1,05—1,08	1,15—1,25	1,05—1,07	1,15—1,20
6—6	1,15—1,18	1,45—1,55	1,22—1,25	1,65—1,75
7—7	1,03—1,05	1,10—1,15	1,05—1,07	1,15—1,20
8—8	1,02	1,05—1,06	1,02	1,05—1,06

Этими данными можно пользоваться, когда поперечное сечение русла имеет прямоугольную или близкую к ней форму. Если русло параболическое, когда эпюры скоростей течения более выравнены, чем при прямоугольном русле, значения величины $(1-\alpha)$, по-видимому, должны быть уменьшены в среднем на 10%.

Уравнение Д. Бернулли для плоских сечений 1—1 и 4—4 имеет вид

$$iS_1 + h_1 + \frac{\alpha_1 Q^2}{2gB^2 h_1^3} = h_4 + \frac{\alpha_4 Q^2}{2g b_c^2 h_4^3} + h_{w1}. \quad (2)$$

Проведенные расчеты показывают, что потери напора h_{w_1} по длине участка потока между сечениями 1—1 и 4—4 с точностью 2—4% можно определять по равенству

$$h_{w_1} = h'_{w_1} + h''_{w_1}, \quad (3)$$

где h'_{w_1} — потери напора по длине потока S' от створа 1—1 до створа 1'—1', расположенного посредине длины полузапруды; h''_{w_1} — соответственно потери напора по длине S'' от створа 1'—1' до створа 4—4.

Для оценки потерь напора в пределах каждой секции длиной S можно воспользоваться формулой

$$h_{w_1} = K_1 \frac{v_{cp}^2 S}{C_{cp}^2 h_{cp}}, \quad (4)$$

где K_1 — опытный коэффициент, учитывающий увеличение коэффициента сопротивления λ по сравнению с равномерным режимом, вследствие повышенной пульсации потока, обусловленной стеснением потока полузапрудами, воздействием на транзитную струю водоворотных областей и переформированием эпюр скоростей течения;

h_{cp} ; v_{cp} и $C_{cp} = \frac{\sqrt{2g}}{\sqrt{\lambda_{cp}}}$ — средние значения глубины, скорости течения и скоростного множителя в пределах расчетной секции потока.

Значение скоростного множителя может быть установлено по следующей формуле, полученной автором для порогов [3]:

$$C = 15,33 \lg \frac{h}{d} + 22,28, \quad (5)$$

где d — средний диаметр камней, устилающих русло порога;
 h — глубина, отсчитываемая от плоскости, осредняющей вершины отдельных камней.

Очевидно, уравнение (4) может быть переписано так:

$$h_{w_1} = 0,5 K_1 Q^2 \left\{ \frac{\left(\frac{1}{Bh_1} + \frac{1}{b'h'} \right)^2 S'}{\left[15,33 \lg \frac{0,5(h_1 + h')}{d} + 22,28 \right]^2 (h_1 + h')} + \frac{\left(\frac{1}{b'h'} + \frac{1}{bh_4} \right)^2 S''}{\left[15,33 \lg \frac{0,5(h' + h_4)}{d} + 22,28 \right]^2 (h' + h_4)} \right\}, \quad (6)$$

где $b' = 0,5 (B + b)$ — ширина потока в сечении 1'—1';
 h' — средняя глубина потока в этом сечении (по нашим опытам, для пределов изменения $\epsilon = 0,4—0,8$ и $\alpha^\circ = 30—60^\circ$ величина h' не зависит от длины полузапруды и может быть принята равной $0,95 h_1$).

Наши опыты показывают, что коэффициент K_1 не зависит ни от шероховатости русла, ни от Fg ; ϵ ; α° и характера стеснения русла

(одностороннее или двухстороннее) и определяется только уклоном русла i (см. предыдущий раздел).

При практических расчетах можно принимать $K_1 = 1,5$ в случае $i \approx 0,004$ и $K_1 = 2$ при $i = 0,002$.

Уравнение (2), после подстановки в него зависимости (6), дает возможность определить среднюю глубину потока h_1 . Однако непосредственно найти h_1 из уравнения (2) нельзя, и задачу приходится решать подбором.

Напишем уравнение Д. Бернулли для сечений 4—4 и 5—5 (рис. 2):

$$iS_2 + h_4 + \frac{\alpha_4 Q^2}{2gb_c^3 h_4^3} = h_5 + \frac{\alpha_5 Q^2}{2gb_{5,c}^3 h_5^3} + h_{w_2} \quad (7)$$

Расчеты показывают, что величина потерь напора h_{w_2} на участке 4—5 может быть установлена с точностью 2—3% по формуле

$$h_{w_2} = K_2 \frac{v_{cp}^2 S_2}{C_{cp}^2 h_{cp}} \quad (8)$$

или

$$h_{w_2} = \frac{0,5K_2 Q^2 \left(\frac{1}{b_c h_4} + \frac{1}{b_{5,c} h_5} \right)^2 \cdot S_2}{\left[15,33 \lg \frac{0,5(h_4 + h_5)}{d} + 22,28 \right]^2 (h_4 + h_5)} \quad (9)$$

где K_2 — опытный коэффициент, имеющий тот же смысл, что и коэффициент K_1 ;

h_{cp} ; v_{cp} и C_{cp} — средние значения глубины, скорости течения и скоростного множителя в пределах второго участка потока протяженностью S_2 .

Наши опыты показывают, что коэффициент K_2 , при разных уклонах i , различных шероховатостях русла и различных значениях Fg ; ϵ и α° , как в случае одностороннего, так и двухстороннего стеснения потока меняется в довольно узких пределах (от 1,1 до 1,5) и в среднем может быть принят равным 1,3.

При известных плановых размерах потока уравнение (7) дает возможность найти среднюю глубину транзитного потока h_4 . Задачу, однако, приходится решать методом подбора.

Для участка, ограниченного сечениями 5—5 и 7—7 (включая водоворотную зону), составим уравнение проекции количества движения относительно продольной оси параллельной линии дна (рис. 2).

Пренебрегая сопротивлением русла в пределах водоворотной области, допуская изменение гидродинамических давлений по гидростатическому закону и оценивая напряжение у дна τ_d и стенки $\tau_{ст}$ зависимостью

$$\tau_d = \rho \frac{\lambda_{cp} v_{cp}^2}{2} \quad \text{и} \quad \tau_{ст} = \rho \frac{\lambda_{ст} v_{cp}^2}{2},$$

можно написать

$$\eta \alpha_{05} m v_5 - \alpha_0 m v_0 = P_0 - (P_5 + P'_5) + F_d + F_{ст} - G' \quad (10)$$

(входящие в это уравнение члены пояснены схемой на рис. 2).

Выражая силы в уравнении (10) через плановые и вертикальные размеры потока, получаем:

$$\frac{Q^2}{g} \left(\eta \frac{\alpha_{05}}{b_{в.с} h_5} - \frac{\alpha_{07}}{B h_0} \right) = \frac{B h_0^3}{2} - \left(\frac{b_{в.с} h_5^3}{2} + \frac{b_в h'_{5}{}^2}{2} \right) -$$

$$- \frac{1}{2} \gamma K (h_0 + h_5) S_3 B i + \frac{\lambda_{ср} Q^2 \left(\frac{1}{B h_0} + \frac{1}{b_{в.с} h_5} \right)^2 (B + b_{в.с}) S_3}{16g} +$$

$$+ \frac{\lambda_{ср} Q^2 \left(\frac{1}{B h_0} + \frac{1}{b_{в.с} h_5} \right)^2 (h_0 + h_5) (S_3 + S_{н.п})}{16g}, \quad (11)$$

η — опытный коэффициент, учитывающий количество движения водоворотных областей в сечении 5—5. Наши опыты показывают, что для изученного диапазона расчетных условий коэффициент η практически не зависит ни от шероховатости русла, ни от i , Fg и α^0 , а также характера стеснения потока, и что на величину η оказывает известное влияние только степень стеснения ϵ . Как правило, $\eta = 1,02 \div 1,07$. Эта величина более точно может быть определена с помощью данных табл. 2;

K — отношение действительного объема жидкого отсека 5—7 к объему, вычисленному по средним глубинам потока в ограничивающих отсек сечениях (по нашим опытам, $K = 0,97 \div 0,98$);

$\lambda_{ср}$ — средний коэффициент сопротивления русла в пределах третьего участка потока 5—7. Величина $\lambda_{ср}$ может быть найдена по графикам $\frac{\lambda_{ср}}{\lambda} = f\left(\frac{B}{h_k}; \epsilon \text{ и } i\right)$, представленным на рис. 3 (здесь λ — коэффициент сопротивления русла при бытовом режиме, значение которого устанавливается по нашей зависимости [3])

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 3,46 \lg \frac{h}{d} + 5,03, \quad (12)$$

h_k — критическая глубина потока шириною B).

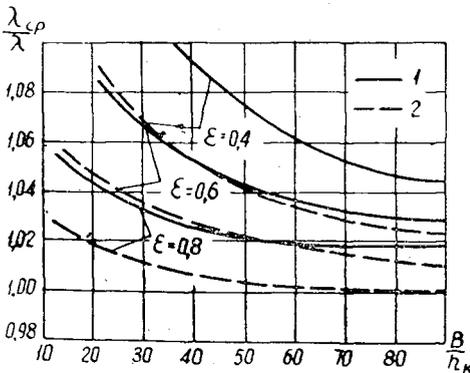


Рис. 3.

1 — $i = 0,004$; 2 — $i = 0,001$.

Связь между глубинами h_5 и h'_5 в пределах транзитной и водоротной частей потока определяется по нашим опытным данным. Для ученных расчетных условий при $\epsilon \leq 0,8$ отношение $\frac{h_5}{h'_5}$ может

быть найдено по данным табл. 4 в зависимости от значения параметра $\frac{B}{h_k}$; при $\varepsilon \geq 0,8$ $h_5 = h'_5$.

Таблица 4

$\frac{B}{h_k}$	Отношения $\frac{h_5}{h'_5}$ при	
	$\varepsilon=0,6$	$\varepsilon=0,4$
90—100	1,00	1,00
70—80	0,99	0,98
50—60	0,98	0,97
30—40	0,97	0,96
10—20	0,95	0,93

Анализ этих данных показывает, что с возрастанием параметра $\frac{B}{h_k}$ неравномерность распределения глубин в створе 5—5 значительно уменьшается.

В случае двухстороннего стеснения потока уравнение (11) может быть переписано в следующем виде:

$$\begin{aligned} \frac{Q^2}{g} \left(\eta \frac{\alpha_{05}}{b_{в.с} h_5} - \frac{\alpha_{07}}{B h_0} \right) = \frac{B h_0^3}{2} - \left(\frac{b_{в.с} \cdot h_5^2}{2} + \frac{b_b h_5'^2}{2} \right) - \\ - \frac{1}{2} \gamma K (h_0 + h_5) S_3 B i + \frac{\lambda_{ср} Q^2 \left(\frac{1}{B h_0} + \frac{1}{b_{в.с} h_5} \right)^2 (B + b_{в.с}) \cdot S_3}{16g} + \\ + \frac{\gamma \lambda_{ст} Q^2 S_{н.п}}{2g B^2 h_0}. \end{aligned}$$

Проведенные подсчеты показывают, что сила трения на стенку играет сравнительно малую роль в общем балансе сопротивлений в одностороннем стеснении составляет 0,7—2,5%, а при двухстороннем — 0,2—1,0% от F_d .

Поскольку в натуральных условиях резко выраженная стенка отсутствует, то последний член правой части уравнений (11) и (13) может быть принят равным нулю. Зависимости (11) и (13) приводим к общему уравнению четвертой степени. Но так как решение этого уравнения представляет известные трудности, мы рекомендуем задавать отысканию глубины h_5 решать подбором.

Таким образом, глубины h_1 ; h_4 и h_5 приходится определять из уравнений (2), (7) и (11) или (13) методом подбора. При этом рекомендуется вести в такой последовательности: а) из зависимости (11) или (13) находят глубину потока h_5 ; б) по уравнению (7) — h_4 ; в) по выражению (2) — h_1 .

Для того чтобы иметь полную уверенность в надежности полученных расчетных зависимостей и рекомендуемых опытных коэффициентов, мы выполнили специальные расчеты. Расчеты проводили для него из исследованных значений $\varepsilon=0,6$. В результате были построены графики $\frac{h_i}{h_0} = f\left(\frac{h_0}{h_k}\right)$ для створов 1—1, 4—4 и 5—5 (рис. 4). Сравнения на рисунке представлены и экспериментальные кривые $\frac{h_i}{h_0} = f\left(\frac{h_0}{h_k}\right)$.

Из рассмотрения этих графиков видно, что расчетные данные достаточно хорошо согласуются с опытными. Разница в значениях глубин потока во всех створах не превосходит 3%.

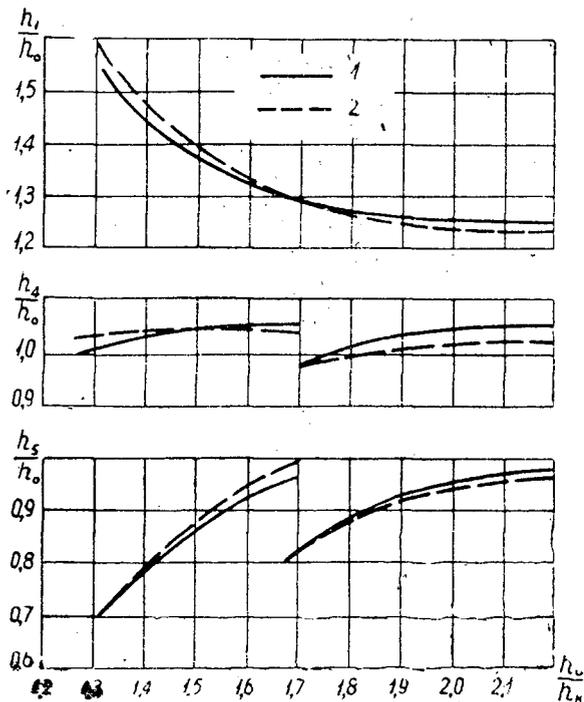


Рис. 4.

1 — опытные кривые; 2 — теоретические. $\epsilon=0,6$.

Дополнительные расчеты показали, что разница в продольных уклонах свободной поверхности потока, как правило, не превышает 3—7%. Таким образом, предлагаемый метод гидравлического расчета «спокойных» потоков, стесненных одиночной или двумя противостоящими полузапрудами на порогах при равномерном или близких к нему режимах бытового потока, обеспечивает вполне удовлетворительную точность и может быть рекомендован для практики.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] С. Я. Мучник, Н. Н. Панов. Регулирование сплавной трассы. Гослесбумиздат, М., 1955. [2] М. М. Овчинников. Гидравлический расчет одиночных и арных полузапруд на пороженных участках сплавных рек с уклонами дна меньше критических. Сборник научных трудов по лесосплаву № 6, изд-во «Лесная промышленность», М., 1965. [3] М. М. Овчинников. Оценка сопротивлений пороженных участков сплавных рек. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1965.

Поступила в редакцию
24 января 1966 г.

УДК 634.0.378.3

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ДВИЖЕНИЯ БРЕВЕН ПОД ВОДОЙ***

Сообщение 2

СВОБОДНОЕ ВСПЛЫВАНИЕ

В. Я. ХАРИТОНОВ

Аспирант

(Архангельский лесотехнический институт)

Ранее [7] мы проводили экспериментальные исследования движения бревен по инерции и по направляющим в воде. Здесь изложены результаты изучения свободного всплывания бревен в воде из горизонтального исходного положения. В опытах использовали модели бревна в коре (сосна и ель) и конические строганные (табл. 1).

Таблица

Показатели	Величина показателей для бревен	
	в коре	строганных
Длина, см	40 ÷ 65	65
Средний диаметр, см	1,99 ÷ 6,13	0,93 ÷ 6,40
Удлинение	7,25 ÷ 32,6 (среднее 20,6)	10,2 ÷ 70 (среднее 29)
Сбег, см/м	0,56 ÷ 3,1 (средний 1,30)	0,62 ÷ 1,92 (средний 1,2)
Объемный вес, кн/м ³	4,56 ÷ 9,25	3,60 ÷ 5,88

В результате обработки киноплёнки получены следующие данные

1) скорость всплывания комля и вершины бревна по вертикали (м/сек)

$$V_{\text{ср}} = \frac{\Delta x \cdot 17,3}{n \cdot 100},$$

здесь Δx — разность абсцисс, см;
 n — число кадров съёмки, за которое измеряется средняя скорость всплывания;

17,3 — скорость съёмки, кадр/сек;

2) угол наклона продольной оси бревна к горизонту (рад)

$$\alpha = \arcsin \frac{x_1 - x_2}{l},$$

* Работа выполнена под руководством проф. Г. А. Манухина.

где x_1 и x_2 — абсциссы концов бревна, см;
 l — длина бревна, см;

3) смещение середины бревна по горизонтали

$$\Delta l = z_2 - z_1,$$

здесь Δl — смещение бревна, см;

z_1 и z_2 — аппликаты середины бревна для двух последовательных положений, см.

Скорость всплывания бревна в начальный момент интенсивно растет на участке пути, равном, примерно, диаметру бревна, а затем величина ее изменяется по периодическому закону. Всплывающее бревно совершает сложное колебательно-винтовое движение. Ось его описывает в пространстве поверхность полного конуса (вида $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 0$) с перемещающейся вершиной.

Кроме этого, бревно смещается в направлении продольной оси и совершает колебательно-вращательное движение вокруг нее.

Продольное смещение вызвано горизонтальной составляющей от равнодействующей силы гидродинамического сопротивления всплыванию и зависит от угла наклона оси бревна к горизонту. Колебательно-винтовое и колебательно-вращательное виды движения обуславливаются рядом взаимосвязанных факторов.

Известно [5], что при обтекании цилиндра потоком с его образующих и торцов периодически срываются вихревые шнуры или слои. Положение точек срыва вихрей зависит от числа Рейнольдса, а периодичность срывов определяется по числу Струхала.

Вследствие периодичности срыва вихрей циркуляция скорости по одной половине поверхности (контура) цилиндра отличается по величине от циркуляции по другой. В связи с этим появляется результирующая подъемная сила Жуковского — Кутта

$$R_y = \rho_0 \cdot \Delta \Gamma \cdot V_0 \cdot l, \quad (1)$$

где ρ_0 — плотность жидкости (воды);

$\Delta \Gamma$ — результирующая циркуляция скорости;

V_0 — скорость потока в бесконечности (в нашем случае — вертикальная составляющая скорости всплывания бревна).

Направление подъемной силы, в случае обтекания цилиндра бесконечной длины, нормально вектору скорости V_0 , при всплывании — горизонтально. Когда же цилиндр имеет конечную длину, направление R_y отклоняется от нормали вследствие образующихся за цилиндром поперечных потоку скоростей, индуцируемых вихрями, смываемыми с концов цилиндра. Подъемная сила в этом случае нормальна равнодействующей скоростей потока и индуцируемой, а линия ее действия проходит на каком-то расстоянии от центра цилиндра.

Взаимодействие всплывающего бревна с потоком, аналогичное по природе обтеканию жестко закрепленного цилиндра, имеет более сложный характер. Рассмотрим его, условно считая, что бревно всплывает под действием двух сосредоточенных сил P и P' , приложенных на концах его (рис. 1), причем $P > P'$, а сумма их равна силе плавучести бревна (архимедова сила).

В первый момент всплывания комель, имеющий большую силу плавучести, движется быстрее, чем вершина. Следовательно, и результирующая циркуляция скорости на участке контура $M'B$ (рис. 1, а) будет больше, чем на участке $m'B'$, и $R_y > R_y'$.

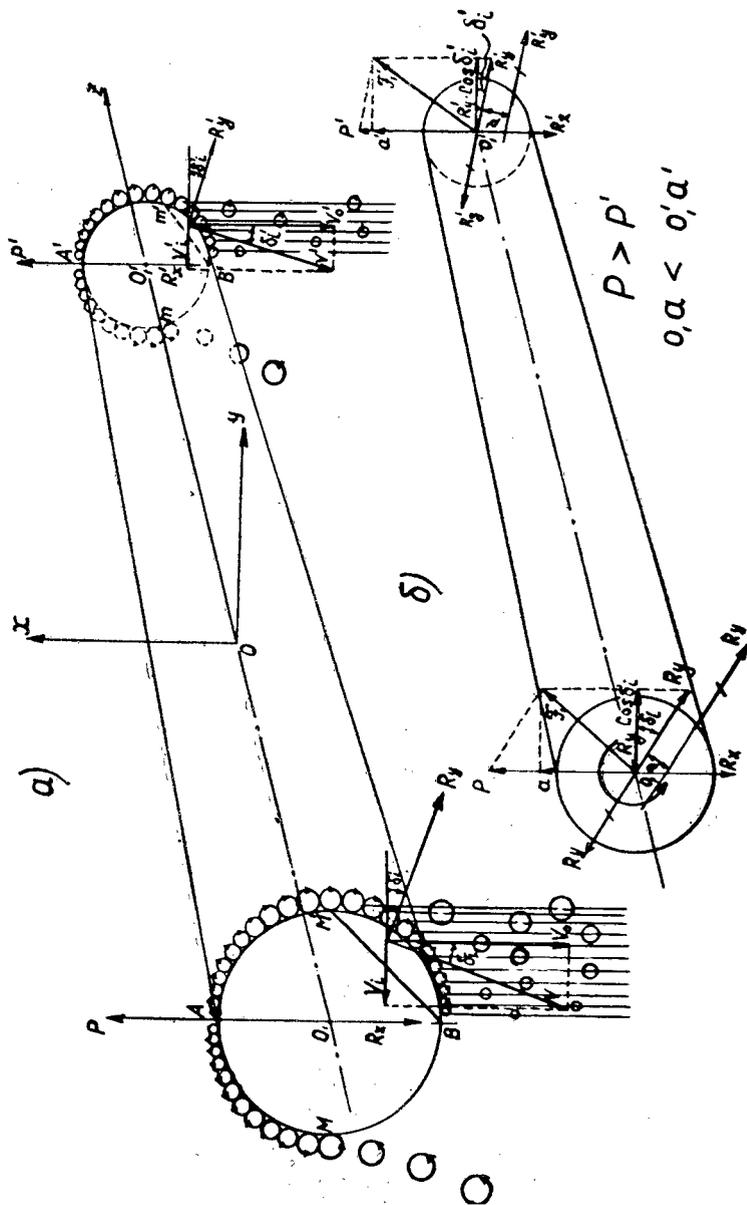


Рис. 1. Схема сил, действующих на бревно при свободном всплывании.

Циркуляция скорости на поверхностях $AMmA'$ и $AM'mA'$ одинаковы, смываемые с концов на участках контура AM и AM' , а так же $A'm$ и $A'm'$, индуцируют в потоке поперечные равные и противоположно направленные скорости; поэтому циркуляция скорости по всей поверхности бревна $MmA'm'A$ не создает результирующей силы Жуковского. Оторвавшиеся с поверхности BmB' вихревые шнуры простираются в бесконечность (гасятся вследствие вязкости), имеют одинаковое направление вращения и поэтому не могут создать поперечных скоростей в потоке. Возбуждаемая ими скорость на поверхности бревна мала, а следовательно, незначительна и подъемная сила. На участке $M'm'B'$ в рассматриваемый момент имеются вихревые шнуры. Они создают циркуляцию скорости $\Delta\Gamma$ и подъемную силу $R_y + R'_y$. На участках $M'B$ и $m'B'$ смываются потоком вихри (рис. 1, а) взаимно противоположного направления вращения, индуцируя поперечные скорости в районе комля V_l и вершины V'_l , причем $V_l > V'_l$, так как напряжение вихрей у комля больше.

Индукцируемые скорости складываются со скоростями потока у комля V_0 и у вершины V'_0 , образуя результирующие скорости соответственно V и V' .

Угол скоса результирующих скоростей потока определяется по формуле

$$\delta = \frac{2 \cdot \Delta\Gamma}{\pi V_0 l}. \quad (2)$$

Циркуляция скорости по контуру

$$\Delta\Gamma = \oint_S \cdot V_s \cdot dS,$$

V_s — касательная скорость жидкости в точках дуг $M'B$ и $m'B'$;

S — длина дуг.

По Л. Г. Лойцянскому [2], касательная скорость на поверхности цилиндра при обтекании его плоским потоком

$$V_s = 2 \cdot V_0 \cdot \sin \theta, \quad (3)$$

θ — центральный угол, отсчитываемый от положительного направления оси x (рис. 1, а).

Тогда угол скоса

$$\delta_i = \frac{2 \oint_S 2 \cdot V_0 \cdot \sin \theta \cdot dS}{\pi \cdot V_0 \cdot l}.$$

Так как $dS = r \cdot d\theta$, где r — радиус цилиндра, то

$$\delta_i = \frac{4r}{\pi l} \int_{\varphi}^{\pi} \sin \theta \cdot d\theta, \quad (4)$$

φ — центральный угол, определяющий положение точек отрыва вихрей.

Таким образом, даже при равных скоростях всплывания комля и вершины $\delta_i > \delta'_i$, так как радиус комля больше радиуса вершины.

Я. Милович [3] указывает, что с увеличением скорости потока точка отрыва вихрей перемещается по контуру вверх (от B к A), следовательно, в нашем случае, угол скоса $\delta_i > \delta'_i$ и угол δ_i будет расти интенсивнее, чем δ'_i , вследствие более быстрого роста дуги BM' по сравнению с дугой $B'm'$.

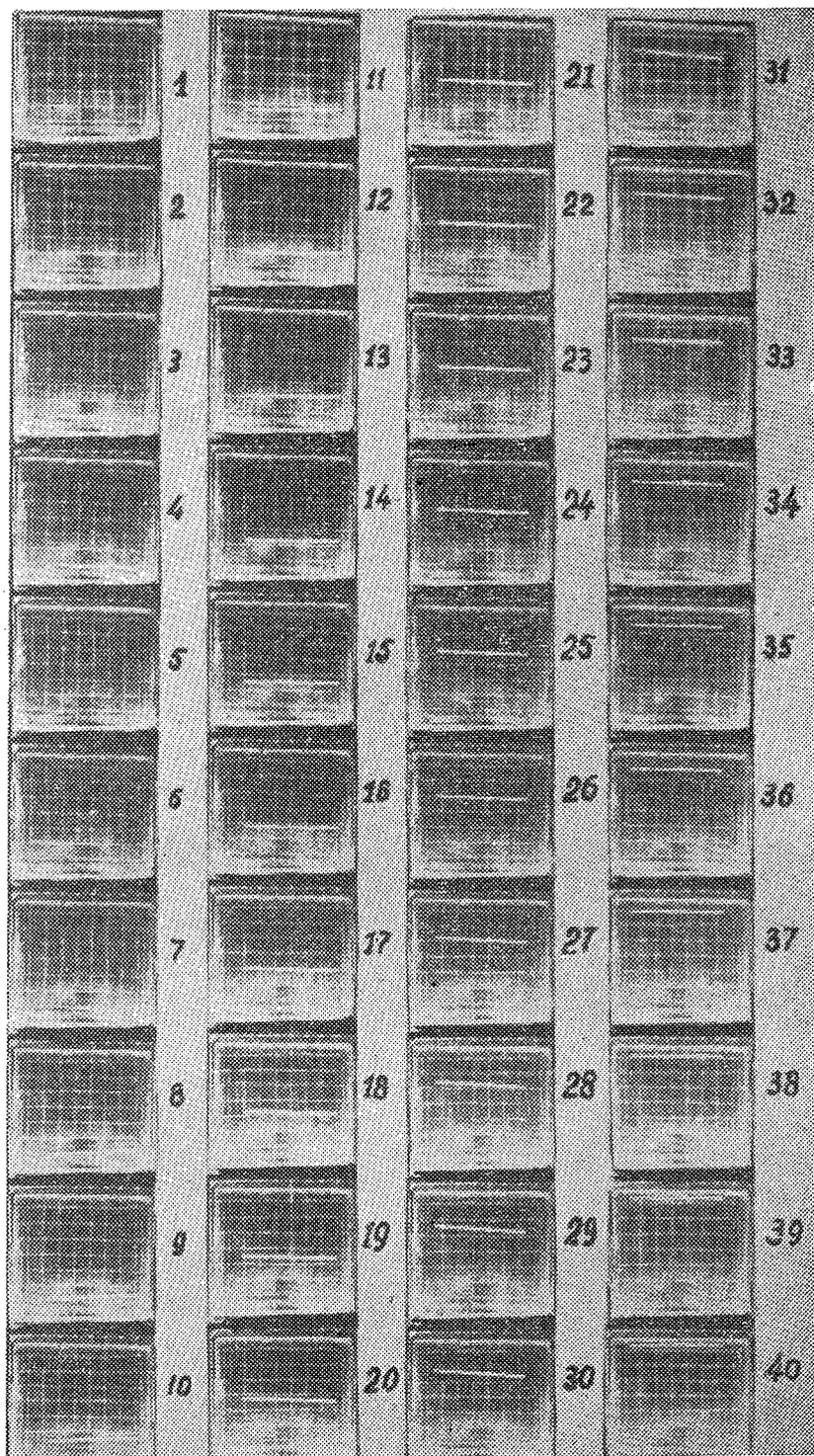


Рис. 2. Кадры киносъемки процесса свободного всплывания бревна.

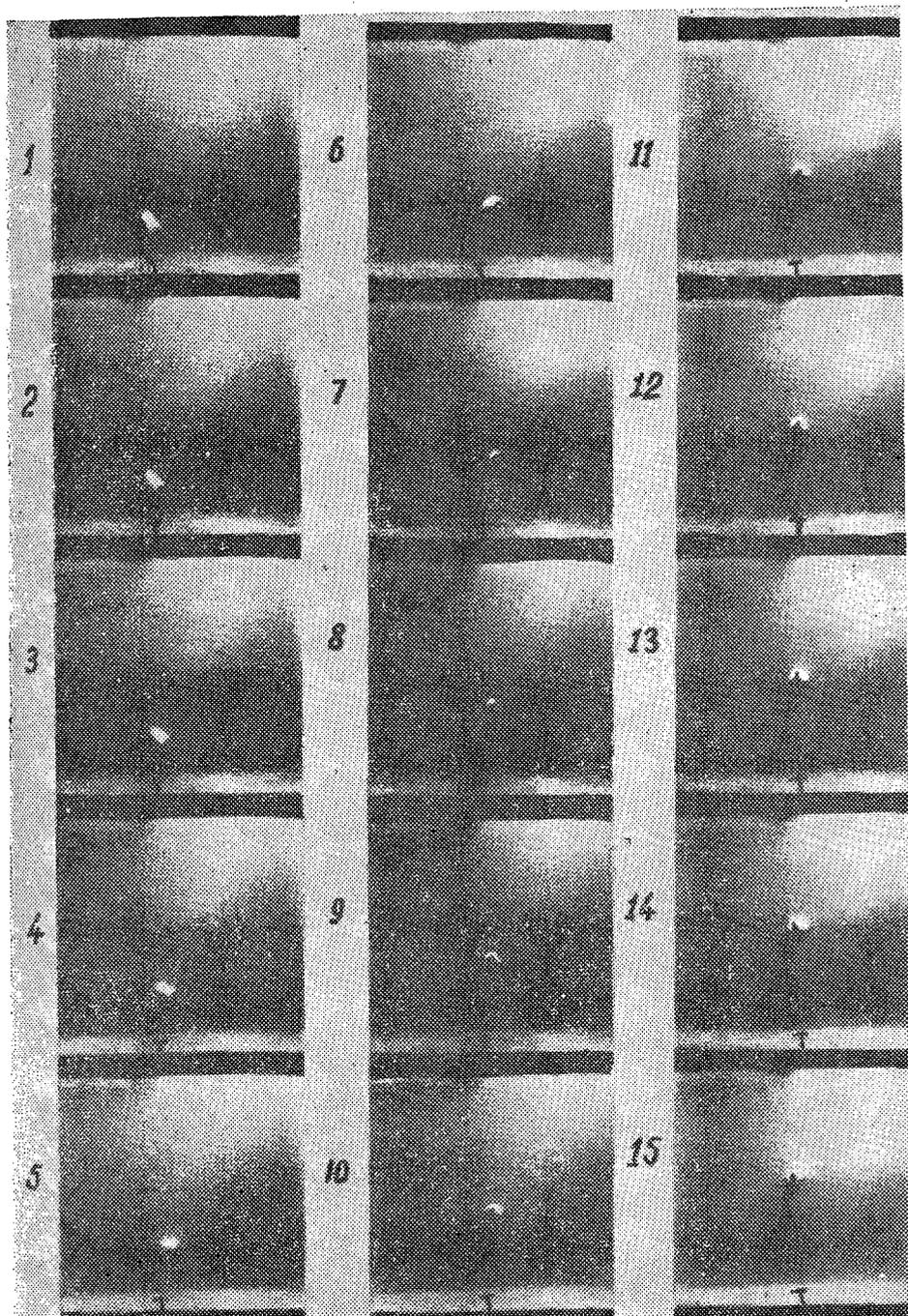


Рис. 3. Кадры киносъемки процесса свободного всплывания бревна с торца.

Возникающие подъемные силы Жуковского R_y и R'_y нормальны векторам результирующих скоростей V и V' , составляют с горизонтом углы соответственно δ_1 и δ'_1 , и линии их действия проходят на

расстоянии p и p' от центров торцов O_1 и O'_1 (рис. 1, б). Подъемные силы Жуковского геометрически складываются с силами Архимеда, образуя равнодействующие силы F и F' и пары сил $R_y \cdot p$ и $R'_y \cdot p'$.

Вращающий момент сил Жуковского вызывает колебательно-вращательное движение бревна относительно продольной оси, а равнодействующая горизонтальных проекций этих сил — колебания в горизонтальной плоскости.

Рост скорости всплытия комля ведет к росту силы Жуковского R_y и угла скоса δ_i и, следовательно, уменьшению вертикальной проекции равнодействующей от сил R_y и P (рис. 1, б). Наступает такой момент, когда эта проекция для комля становится равной, а затем меньшей, чем для вершины, комель теряет скорость, а затем то же происходит с вершиной. Далее процесс повторяется.

На рис. 2 приведены кадры киносъемки процесса всплытия, когда ось объектива киносъемочного аппарата нормальна оси бревна. Здесь ясно видны изменения положения оси бревна при всплытии.

На рис. 3 показан процесс всплытия с торца бревна. Здесь можно проследить весь колебательный характер движения бревна, том числе и колебательно-вращательное движение его оси (диаметральная черная полоса на торце периодически меняет направление в пространстве).

Частоту колебания вертикальной составляющей скорости всплытия бревна можно определить по формуле

$$Sh = \frac{N \cdot d_k}{V_{cp}}, \quad (5)$$

где Sh — число Струхала. Для чисел Рейнольдса в пределах $Re = 4 \cdot 10^3 \div 8 \cdot 10^5$ можно считать $Sh = 0,2$ [4];

N — частота срыва вихрей одного направления вращения, или в нашем случае, частота колебаний вертикальной составляющей скорости всплытия, уменьшенная в два раза, 1/сек;

d_k — диаметр комля, м;

V_{cp} — средняя скорость всплытия бревна, м/сек.

На рис. 4 построены кривые изменения скорости всплытия комля и вершины по данным эксперимента для бревна $d_k = 3,05$ см при

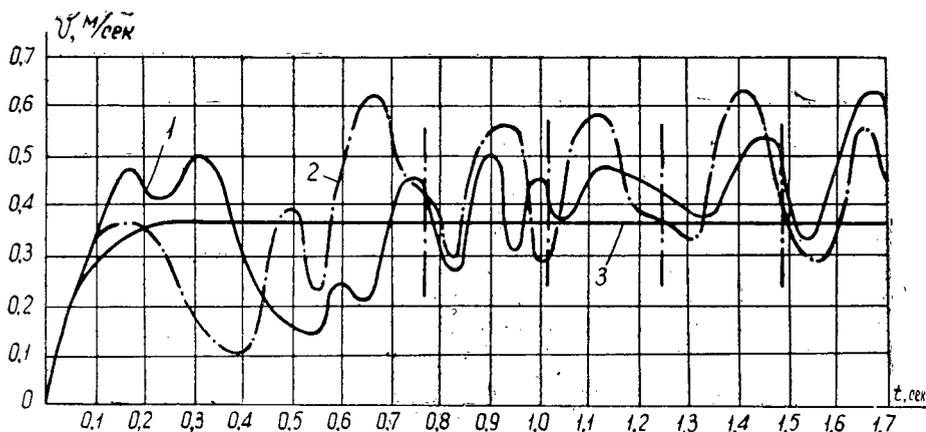


Рис. 4. Изменение вертикальной составляющей равнодействующей скорости свободного всплытия бревна.

1 — для комля; 2 — для вершины; 3 — теоретическая кривая при $\zeta=1,43$.

$V_{cp} = 0,391$ м/сек и $Re = 9,1 \cdot 10^3$. Для этих условий

$$N = \frac{0,2 \cdot 0,391}{0,0305} = 2,56 \text{ 1/сек},$$

а период колебаний скорости $T = \frac{1}{2 \cdot N} = 0,195$ сек. На рисунке выделены (приблизительно) три периода колебания скорости, средний из них составляет 0,230 сек. Иными словами, расхождение равняется 15%, что объясняется сложностью процесса свободного всплывания. На характер колебаний скорости бревна, очевидно, оказывает влияние и срыв вихрей, образующихся на торцовых поверхностях.

Для практических целей важно знать среднюю вертикальную скорость всплывания бревна, которая может считаться постоянной на всем пути за исключением участка, равного 1,0 ÷ 1,5 диаметрам бревна, и определяться по теоретическим зависимостям [6].

Для определения коэффициента лобового сопротивления по данным опытов использована формула

$$\zeta = 15,418 \cdot \frac{d_{cp}}{V_{cp}^2} \left(1 - \frac{\gamma}{\gamma_0}\right), \quad (6)$$

где ζ — коэффициент лобового сопротивления бревна свободному всплыванию;

d_{cp} — средний диаметр бревна, м;

γ и γ_0 — объемный вес бревна и удельный вес воды, н/м³;

V_{cp} — средняя скорость всплывания бревна, м/сек.

Вариационные ряды значений ζ подчиняются закону нормального распределения. Для практических расчетов величина коэффициента лобового сопротивления всплыванию может приниматься при вероятности 99%:

а) для бревен в коре $\zeta = 1,430 \pm 0,730$ при $v = \pm 20,3\%$ и $p = \pm 4,5\%$;

б) для бревен без коры $\zeta = 1,356 \pm 0,668$ при $v = \pm 19,65\%$ и $p = \pm 4,91\%$.

Различие в значениях ζ для бревен в коре и без коры не достоверно.

На рис. 5 приведен график определения скорости свободного всплывания бревен. Коэффициент лобового сопротивления в случае свободного всплывания бревен больше, чем при поперечной буксировке их по поверхности воды, когда $\zeta = 1,0$ [8], и чем при обтекании жестко закрепленного цилиндра потоком нормально его продольной оси, когда $\zeta = 0,6 \div 1,2$ в зависимости от удлинения цилиндра [1]. Исследованиями ЦАГИ [1] установлено, что величина ζ зависит от способа крепления цилиндра и в случае вибрации цилиндра коэффициент вихревого сопротивления больше, чем при жестком его креплении. Очевидно, при свободном всплывании бревна увеличение ζ объясняется колебаниями бревна.

Амплитуда колебаний концов бревна зависит как от геометрических размеров и объемного веса его, так и от плотности по длине и изменяется в довольно широких пределах. Исследованиями установлено среднее значение максимального угла, образуемого осью бревна и горизонтальной плоскостью в процессе всплывания: $\alpha = 4^\circ 02'$ при $\sigma = \pm 71,8\%$; $v = \pm 29,68\%$; $p = \pm 6,60\%$.

Значение угла отклонения оси бревна в горизонтальной плоскости от исходного положения можно считать ориентировочно в тех же

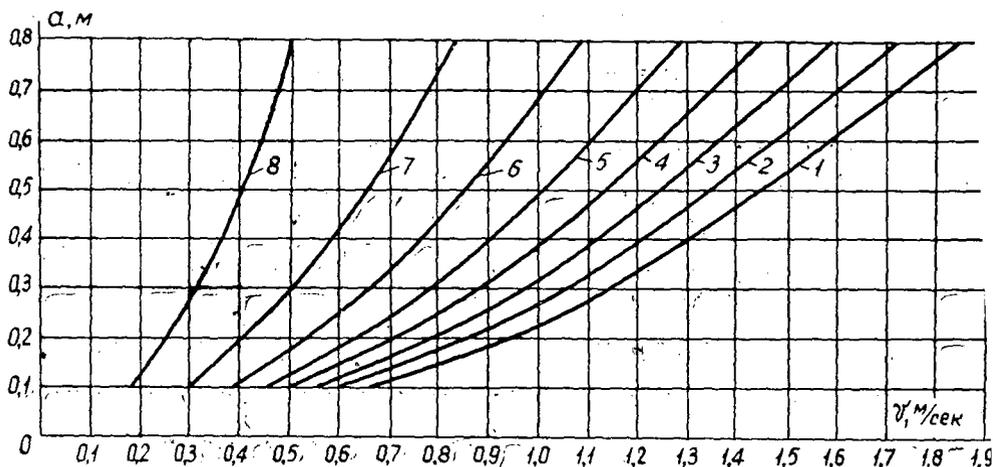


Рис. 5. График для определения скорости свободного всплывания бревен разного объемного веса из горизонтального исходного положения.

1 — 6000 н/м^3 ; 2 — 6500 н/м^3 ; 3 — 7000 н/м^3 ; 4 — 7500 н/м^3 ; 5 — 8000 н/м^3 ; 6 — 8500 н/м^3 ; 7 — 9000 н/м^3 ; 8 — 9500 н/м^3 .

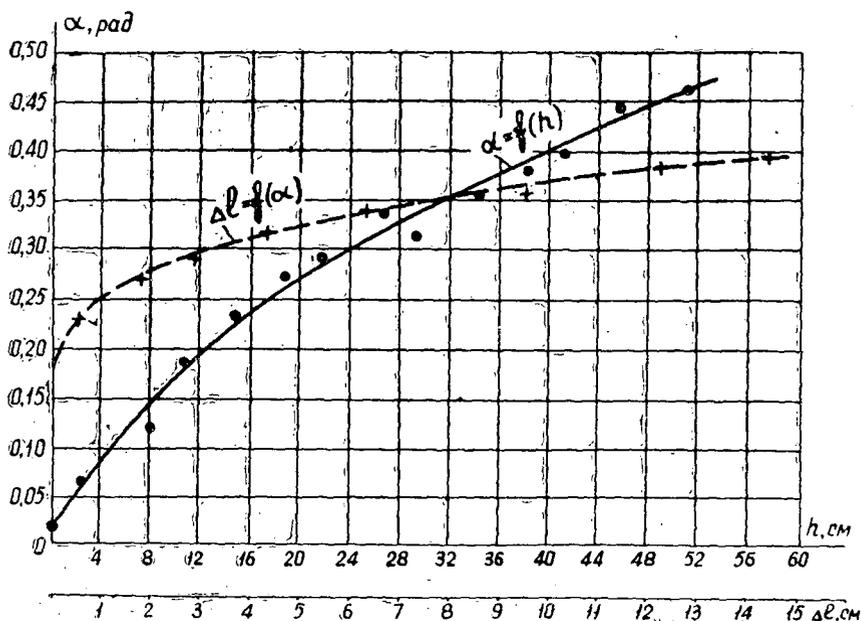


Рис. 6. Изменение угла наклона оси бревна к горизонту и рост величины продольного смещения его при всплывании из наклонного исходного положения.

пределах (обработку этих отклонений не производили). Величина продольного смещения бревна зависит от его характеристик, исходного положения и глубины всплывания. Более устойчиво, то есть с меньшим продольным смещением, всплывают бревна с большим объемным весом и размерами. Влияние сбega на характер смещения у таких бревен называется меньше, однако общее направление смещения — в сторону комля.

Приводим предельные величины продольных смещений для модельных бревен при всплывании из горизонтального исходного положения в пересчете на натуру. При глубине всплывания $h = 1$ м смещение Δl составляет $0 \div 0,18$ м; при $h = 2$ м $\Delta l = 0 \div 0,60$ м; при $h = 3$ м $\Delta l = 0 \div 1,39$ м; при $h = 4$ м $\Delta l = 0 \div 2,0$ м.

Скорость и направление смещения меняются в зависимости от угла наклона бревна. Наклон бревна к горизонту в исходном положении меняет картину движения. Если вершина находится выше комля и угол не превышает 2α (α — угол отклонения оси бревна), то бревно всплывает устойчиво, смещение не выходит за приведенные пределы. Если комель выше, чем вершина, то угол наклона необратимо растет, и продольные смещения достигают больших значений. На рис. 6 показан характер изменения угла и продольного смещения для этого случая.

Всплывание бревна из наклонного исходного положения нуждается в специальном исследовании.

Выводы

Всплывание бревен в воде — движение сложное. Тем не менее при определении вертикальной составляющей его средней скорости с достаточной для практики точностью можно пользоваться теоретическими зависимостями и значением коэффициента лобового сопротивления $\zeta = 1,43$, независимо от состояния поверхности бревна, или формулой

$$V_{cp} = 3,28 \cdot \sqrt{d_{cp} \cdot \left(1 - \frac{\gamma}{\gamma_0}\right)} \text{ м/сек},$$

где d_{cp} — средний диаметр бревна, м.

В механизмах и сооружениях, использующих принцип свободного всплывания, необходимо учитывать максимальный размах концов бревна и его продольное смещение.

Свободное движение бревен можно применять в механизмах для сортировочно-сплотовочных работ при глубине всплывания не более 2 м. В тех случаях, где это возможно, следует использовать наклонные или вертикальные направляющие (с вращением бревен).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Я. Кузнецов. Аэродинамические исследования цилиндров. Труды ЦАГИ, вып. 98, 1931. [2]. Л. Г. Лойцянский. Механика жидкости и газа. Изд. 2 переработанное и дополненное, Государственное изд-во физико-математической литературы, М., 1959. [3]. А. Я. Миловитч. Теория динамического взаимодействия тел и жидкости. Государственное изд-во литературы по строительству и архитектуре, М., 1955. [4]. Г. И. Петров и Р. И. Штейнберг. Исследование потока за плохо обтекаемыми телами. Труды ЦАГИ, вып. 482, 1940. [5]. О. Титъенс. Гидро- и аэромеханика. Т. II, перевод с немецкого Г. А. Вольперта, Объединенное научно-техническое изд-во НКТП СССР, М.—Л., 1935. [6]. В. Я. Харитонов, Г. А. Манухин. К вопросу о подводном перемещении бревен при сортировочно-сплотовочных работах на сплавных рейдах. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1964. [7]. В. Я. Харитонов. Экспериментальные исследования движения бревен под водой. Сообщение 1. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1966. [8]. ЦНИИЛесосплава. Отчеты по темам № 9, 1935 и № 19, 1938.

УДК 532.5

К ВОПРОСУ О ДАЛЬНОСТИ ПОЛЕТА СТРУИ

А. Ф. ДМИТРИЕВ

Аспирант

(Хабаровский политехнический институт)

Под дальностью полета струи l_0 мы понимаем расстояние от напорной грани водослива до сжатого сечения $c-c$ (рис. 1). Для определения дальности полета струи многие авторы в разное время предлагали большое количество формул [1], [2], [3], [4], [5]. В основу всех формул положено известное из теоретической механики уравнение движения материальной точки. Несмотря на некоторое различие, все формулы приведены к общему виду и отличаются друг от друга лишь численными значениями коэффициентов.

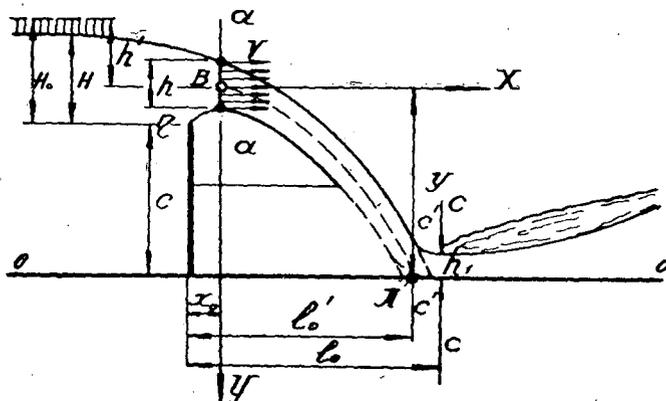


Рис. 1.

Мы ставили перед собой задачу сравнить результаты наших экспериментов с расчетными значениями, вычисленными разными авторами, чтобы можно было рекомендовать наиболее надежные зависимости. В 1962—1964 гг. были проведены опыты по исследованию сопряжения бьефов лесосплавных плотин*. Частью общего вопроса является определение дальности полета струи.

Все опыты проводили в металлическом лотке шириной 0,301 м, длиной 10 м и высотой остекленных стенок 0,68 м, в условиях плоской задачи. Масштаб модели $d_h = 16$.

* Опытны проведены автором под руководством проф. А. Н. Рахманова в лаборатории водного транспорта леса и гидравлики ЛТА.

При исследовании рассматривали плотины с напором на пороге $T = 2, 3, 4$ и 5 м. Во всех опытах участок флютбета, примыкающий со стороны нижнего бьефа к водосливной стенке, был горизонтальным. Эксперименты проводили с различными удельными расходами воды, величина которых колебалась от $q = 0,63$ м²/сек до $q = 9,0$ м²/сек.

Перелив воды через водослив с тонкой стенкой осуществлялся на модели через металлические щиты толщиной 3 мм с острой верхней кромкой. В опытах при переливе воды через щиты особенно тщательно фиксировали дальность полета струи.

Как показали опыты, переливающаяся через водослив струя под воздействием реакции дна нижнего бьефа в нижней части отклоняется от траектории свободного падения. Пульсирующее начальное (сжатое) сечение незатопленного донного прыжка во всех опытах располагалось на расстоянии $1,0-2,0 h_1$ от конца донного водоворота (в среднем $1,52 h_1$). Здесь h_1 — глубина воды в сжатом сечении.

Расчетные значения $l_{ор}$, вычисленные по формулам, сопоставляем с опытными величинами l_0 и l'_0 . Здесь l_0 — расстояние от напорной грани водослива до фактического сжатого сечения $c-c$ (рис. 1); l'_0 — расстояние от напорной грани водослива до места пересечения траектории струи с плоскостью дна $o-o$ (в случае свободного падения — $c'-c'$); l'_0 определяем по продольному профилю свободной поверхности потока. В результате анализа опытных данных можно сделать следующие выводы. Формула Е. А. Замарина [2] для наших условий во всех случаях дает заниженные результаты (на 32—63% при сопоставлении l_0 и $l_{ор}$ и на 11,5—41,0% при сравнении $l_{ор}$ и l'_0).

Величина $l_{ор}$, найденная по формуле И. И. Агроскина [1], на 3—25% ниже, чем l_0 . При сравнении $l_{ор}$ с l'_0 видим, что только при малых значениях $\psi = \frac{C}{H} = 0,20$ и $0,33$ эта формула дает заниженный результат соответственно на 10 и 3,5%. Во всех других случаях при $\psi \geq 0,5$ получается завышенный результат. При $\psi = 3,0$ максимальное завышение составляет 13% от l'_0 . Величина $l_{ор}$, определенная по формуле Н. Н. Павловского [3], на 9—33% ниже, чем опытная величина l_0 . При сопоставлении l'_0 с $l_{ор}$ и $\psi = 0,20$ $l_{ор}$ на 17% меньше l'_0 , а при $\psi = 3,0$ $l_{ор}$ на 6% больше l'_0 . В интервале изменения ψ от 0,5 до 2,5 отклонение $l_{ор}$ в ту или иную сторону от l'_0 не превышает 5%.

Формула, рекомендуемая М. Д. Чертоусовым и Р. Р. Чугаевым [4], [5], во всех случаях дает заниженные значения $l_{ор}$. Величина l_0 на 20—47% больше, чем $l_{ор}$, определяемая по этому выражению, а при сравнении с l'_0 эта разница составляет 4—26%. Если в формулу ввести коэффициент запаса $K = 1,1$, то результат практически не будет отличаться от найденного по формуле Н. Н. Павловского.

Приведенные выражения для определения дальности полета струи, за исключением уравнения Е. А. Замарина (если считать, что сжатое сечение проходит через точку пересечения траектории свободно падающей струи с плоскостью дна), для обычных соотношений ψ дают удовлетворительные результаты, особенно формулы Н. Н. Павловского, М. Д. Чертоусова и Р. Р. Чугаева (если ввести коэффициент запаса $K = 1,1$ в выражение двух последних авторов).

При больших значениях $\psi \geq 3,0$ формулы дают завышенный результат, особенно уравнение И. И. Агроскина.

В случае малых значений $\psi \leq 0,6$ формула Н. Н. Павловского, а при $\psi = 0,33$ уравнение И. И. Агроскина дают заниженные результаты. Однако мы установили, что при $\psi \leq 0,33$ сопряжение бьефов осуществляется в форме незатопленного донного «волнообразного» прыжка с

малыми размерами водоворотной области, поэтому такой случай не может быть расчетным.

Очевидно, в качестве расчетного случая для определения длины крепления нижнего бьефа при переливе воды через щиты следует принимать $\psi \geq 0,6$. Тогда можно пользоваться формулами И. И. Агроскина, Н. Н. Павловского, М. Д. Чертоусова и Р. Р. Чугаева.

Учитывая, что величина $l_{ор}$, определяемая по этим уравнениям, ниже действительной (сжатое сечение смещено), полученное расчетное значение $l_{ор}$ необходимо увеличить на $\Delta l_0 = (0,5 - 1,5) h_1$, то есть

$$l_0 = l_{ор} + \Delta l_0 = l_{ор} + (0,5 - 1,5) h_1, \quad (1)$$

где нижний предел соответствует значениям $\psi \leq 0,6$, верхний — значениям $\psi \geq 2,0$.

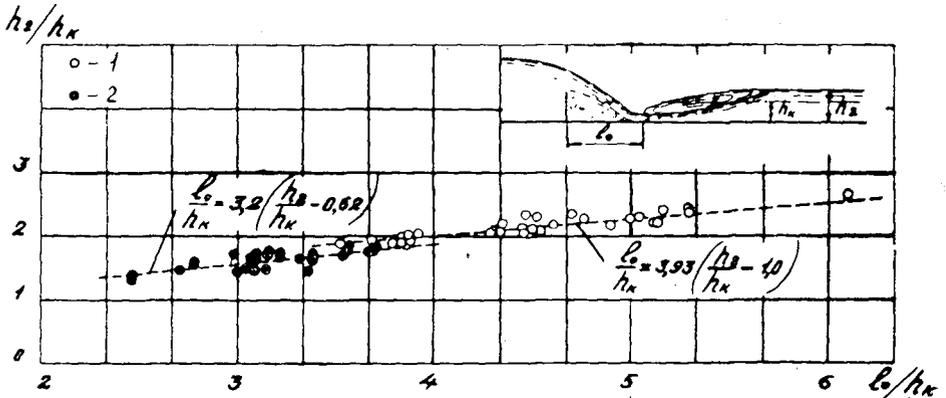


Рис. 2. Длина боя струи при переливе через щиты.
1 — при свободном истечении; 2 — при несвободном истечении.

На основании опытных данных построен график $\frac{l_0}{h_k} = f\left(\frac{h_2}{h_k}\right)$ — рис. 2. Как видно из графика, во всем интервале изменения h_2/h_k между величинами l_0/h_k и h_2/h_k наблюдается прямолинейная зависимость.

Полученные графические зависимости для l_0 могут быть представлены аналитически. Для случая свободного истечения через водослив

$$\frac{l_0}{h_k} = 3,93 \left(\frac{h_2}{h_k} - 1,0 \right); \quad (2)$$

для случая несвободного истечения

$$\frac{l_0}{h_k} = 3,2 \left(\frac{h_2}{h_k} - 0,62 \right). \quad (3)$$

Первая формула применима в интервале изменения h_2/h_k от 1,9 до 2,6, вторая от 1,4 до 1,9.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. И. Агроскин, Г. Т. Дмитриев, Ф. И. Шикалов. Гидравлика. Госэнергоиздат, 1950. [2]. Е. А. Замарин, В. В. Фандеев. Гидротехнические сооружения. Сельхозгиз, 1954. [3]. Н. Н. Павловский. Гидравлический справочник. ОНТИ, 1937. [4]. М. Д. Чертоусов. Гидравлика, специальный курс. Госэнергоиздат, 1957. [5]. Р. Р. Чугаев. Гидравлика. Госэнергоиздат, 1963.

УДК 634.0.378.2

ЭЛЕМЕНТЫ РАСЧЕТА РЫЧАЖНОГО ВЫРАВНИВАТЕЛЯ ПЕРЕКОСОВ ПУЧКОВ

К. А. ЧЕКАЛКИН

Доцент

(Архангельский лесотехнический институт)

Конструкция выравнивателя

С целью поддержания поперечного расположения пучков бревен при движении их по каналам механизированной поточной линии для сортировки пучков и формирования секций плотов [2] мы предложили * рычажный выравниватель перекосов пучков, принципиальная схема которого представлена на рис. 1 **.

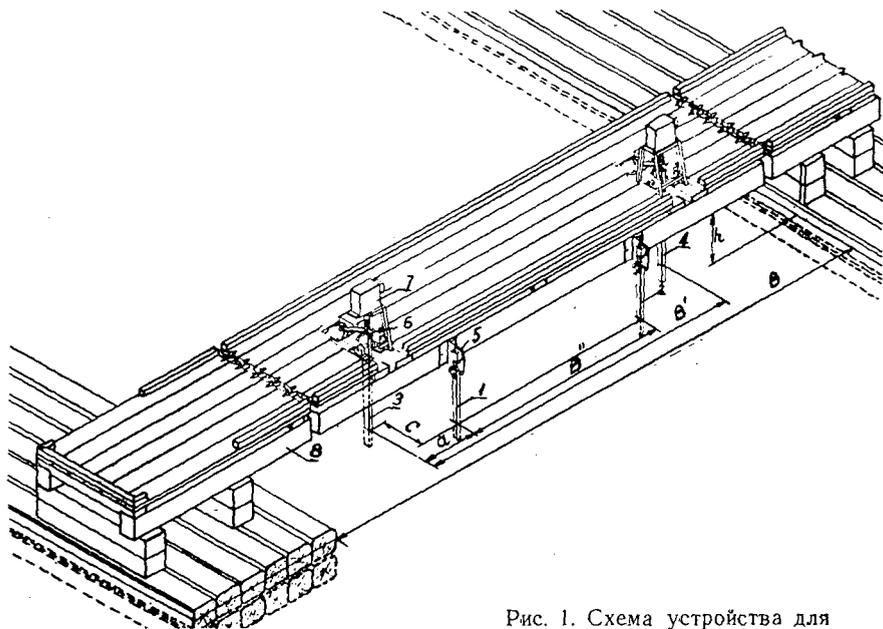


Рис. 1. Схема устройства для выравнивания перекосов пучков.

* Заявка в Комитет по делам изобретений и открытий при Совете Министров СССР № 847788 с приоритетом от 17 июля 1963 г.

** Конструктивная разработка чертежей выполнена старшим преподавателем кафедры графики П. В. Чирковым.

На поперечном мосту 8 бонового коридора подвешивают две шарнирные запорные стойки: правую 4 и левую 3 с храповиками на верхних концах, запирающими стойки от вращения в сторону направления течения. Каждое храповое устройство стопорится собачкой 6, которая может подниматься электромагнитом 7. Впереди запорных стоек на кронштейнах подвешены два вертикальных флажка: правый 2 и левый 1, каждый из которых при отклонении в сторону движения пучков замыкает контакты конечных выключателей 5, включенных в цепь обмоток электромагнитов. При этом конечные выключатели и электромагниты, поднимающие собачки храповиков, связаны между собой перекрестно: правый кончик с левым электромагнитом, левый — с правым.

Выравниватель работает автоматически следующим образом. Если пучок (группа пучков) движется по коридору с перекосом (например, правый его конец впереди левого, то он первоначально воздействует впереди идущим концом на один флажок (правый) и отпирает накрест лежащую стойку (левую), в то время как вторая из них (правая) задерживает впереди идущий конец пучка до тех пор, пока последний, вращаясь вокруг закрытой стойки, не отклонит второй флажок (левый) и не отперет вторую стойку (правую). Как только обе стойки будут отперты, выравненный пучок получает возможность продолжать движение ниже створа стоек. После прохода пучка вся система возвращается в исходное положение.

Изображенный на рисунке выравниватель пригоден для коридоров, по которым движутся пучки одинаковой длины (коридоры сортировочных дворишков). В этом случае ширина коридора B диктуется длиной пучка; расстояние между стойками B' должно быть на 1—2 м меньше ширины коридора, а между флажками B'' на 0,5—1,0 м меньше, чем между стойками. Стойки и флажки располагаются симметрично относительно оси коридора.

Для коридоров поточной линии, по которым движутся лучки различной длины, выравниватель следует делать с двумя стойками на каждой стороне коридора, причем в каждой паре стойка, размещающаяся ближе к оси коридора, должна быть от противоположного бона на расстоянии, несколько меньшем длины коротких пучков. Флажки в этом случае располагаются в непосредственной близости от внутренних стоек, со стороны оси коридора.

Подмостовой габарит h по высоте должен быть достаточен для свободного прохода пучков.

Подобный выравниватель в принципе можно использовать и для молевых бревен, поэтому в излагаемых ниже элементах расчета не делается различия между пучком и отдельным бревном, которые в общем виде названы «транспортной единицей».

К расчету энергии удара транспортной единицы о стойку выравнивателя

В описанном рычажном устройстве стойки работают на динамические нагрузки от ударов транспортных единиц. При определении энергии отдельного удара нельзя не считаться с тем, что его будет наносить не вся, а только часть массы транспортной единицы, сосредоточенная в том ее конце, который будет остановлен стойкой перед выравниванием.

Для определения части массы, участвующей в ударе, рассчитаем количество движения, которое имеет транспортная единица до и после встречи со стойкой. Очевидно, может быть написано следующее математическое выражение:

$$mv_p = m_0 v_0 + Q, \quad (1)$$

где m — полная масса транспортной единицы с учетом присоединенных масс воды*;

v_p — скорость ее движения, равная поверхностной скорости течения в реке;

m_0 — масса транспортной единицы, участвующая в ударе (также с учетом присоединенной массы);

v_0 — скорость удара, также равная скорости течения v_p ;

Q — количество движения, сохранившееся у транспортной единицы после удара о стойку.

Из приведенного уравнения получаем

$$m_0 = m - \frac{Q}{v_p}. \quad (2)$$

Для решения задачи по определению массы транспортной единицы, участвующей в ударе, сделаем следующие допущения.

1. Предполагаем, что масса транспортной единицы сосредоточена в отрезке линии l , равной длине транспортной единицы. Это допущение относится к бревнам и к пучкам. Тогда масса транспортной единицы на единицу длины составит $\frac{m}{l}$.

2. Разворот транспортной единицы для выравнивания после встречи со стойкой происходит с постоянной угловой скоростью ω_0 .

3. Масса транспортной единицы, распределенная на длине $l - 2a$ (рис. 2), целиком участвует в ударе.

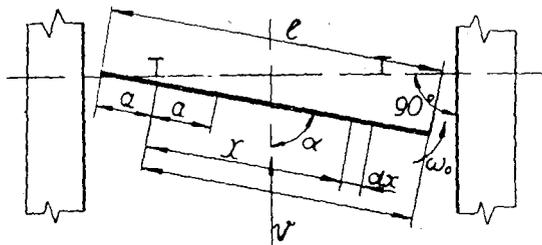


Рис. 2. Схема к расчету энергии удара.

4. Масса транспортной единицы, распределенная на длине $l - 2a$ и после встречи со стойкой сохраняет еще какой-то запас количества движения, обозначенный ранее через Q .

Для нахождения количества движения Q воспользуемся следующим приемом. На расстоянии x от центра вращения транспортной единицы при выравнивании возьмем элементарный отрезок линии dx с массой $\frac{m}{l} dx$. Проекция вектора количества движения этой элементарной массы на направление скорости течения равна $\frac{m}{l} dx \cdot \omega_0 x \sin \alpha$, где α — угол между направлением течения и боковой гранью транспортной единицы.

* Имеется в виду, что при встрече со стойкой движение транспортной единицы будет неустановившимся.

Тогда общее количество движения, сохранившееся после встречи транспортной единицы со стойкой, определится интегралом

$$Q = \int_a^{-a} \frac{m}{l} \sin \alpha \omega_0 x dx. \quad (3)$$

Постоянными в подынтегральном выражении можно принять величины m , l и ω_0 . Угол α является переменным, однако имея в виду, что встреча транспортной единицы со стойкой происходит при угле, близком к прямому, с некоторой погрешностью примем $\sin \alpha = 1$. С учетом этого допущения интегрирование уравнения (3) дает

$$Q = \frac{m\omega_0}{2} (l - 2a). \quad (4)$$

Подставляя выражение (4) в уравнение (2), получаем формулу для расчета массы транспортной единицы, участвующей в ударе,

$$m_0 = m \left[1 - \frac{\omega_0 (l - 2a)}{2v_p} \right]. \quad (5)$$

В этом уравнении в качестве величины a можно принять расстояние от бона до ближайшей стойки, а угловая скорость ω_0 пока остается неизвестной и подлежит определению.

Определение угловой скорости разворота транспортной единицы

Для любого элементарного отрезка длины транспортной единицы dx , находящейся на расстоянии x от центра вращения, которым является рассматриваемая стойка, элементарный момент от воздействия на него потока при квадратичном законе сопротивления определяется выражением

$$dM = \frac{r}{l} dx v^2 x, \quad (6)$$

где v — относительная скорость перемещения элементарного отрезка в потоке;

r — сопротивление движению транспортной единицы при относительной скорости движения, равной 1.

Относительная скорость движения элементарного отрезка в потоке со скоростью течения v_p при $\alpha \approx \frac{\pi}{2}$ определяется выражением

$$v = v_p \pm \omega_0 x, \quad (7)$$

где положительное значение $\omega_0 x$ соответствует элементарным отрезкам, расположенным слева, а отрицательное — справа от точки вращения (рис. 2)

Равнодействующие моменты воздействия потока на транспортную единицу равны:

слева от точки вращения

$$M_{\text{л}} = \frac{r}{l} \int_0^a (v_p + \omega_0 x)^2 x dx; \quad (8)$$

справа от точки вращения

$$M_n = \frac{r}{l} \int_0^b (v_p - \omega_0 x)^2 x dx. \quad (9)$$

После интегрирования уравнений (8) и (9) получаем

$$M_n = \frac{r}{l} \left(\frac{v_p^2 a^2}{2} + \frac{2\omega_0 v_p a^3}{3} + \frac{\omega_0^2 a^4}{4} \right); \quad (10)$$

$$M_n = \frac{r}{l} \left(\frac{v_p^2 b^2}{2} - \frac{2\omega_0 v_p b^3}{3} + \frac{\omega_0^2 b^4}{4} \right). \quad (11)$$

Поскольку предполагаем $b > a$, то суммарный момент

$$M = M_n - M_n^0, \quad (12)$$

или с учетом выражений (10) и (11)

$$M = \frac{r}{l} \left[\frac{v_p^2}{2} (b^2 - a^2) - \frac{2v_p \omega_0}{3} (b^3 + a^3) + \frac{\omega_0^2}{4} (b^4 - a^4) \right]. \quad (13)$$

Полученное значение результирующего момента давления потока на транспортную единицу по своему итоговому силовому воздействию может быть приравнено к значению вращающего момента, который потребовался бы для вращения транспортной единицы с заданной угловой скоростью ω_0 в стоячей воде ($v_p = 0$).

При $v_p = 0$ значение вращающих моментов для отрезка a транспортной единицы находим из уравнения (10)

$$M_n^0 = \frac{r\omega_0^2 a^4}{4l};$$

для отрезка b — из формулы (11)

$$M_n^0 = \frac{r\omega_0^2 b^4}{4l}.$$

Результирующий момент

$$M^0 = M_n^0 + M_n^0 = \frac{r\omega_0^2}{4l} (b^4 + a^4). \quad (14)$$

Приравняв два полученных результирующих момента ($M = M^0$) и сделав несложные преобразования, получаем квадратное уравнение вида

$$a^4 \omega_0^2 + \frac{4}{3} v_p (a^3 + b^3) \omega_0 - v_p^2 (b^2 - a^2) = 0.$$

Решив полученное уравнение относительно ω_0 и имея в виду только положительное значение корня, получаем

$$\omega_0 = \frac{v_p \left[\sqrt{4(a^3 + b^3)^2 + 9a^4(b^2 - a^2)} - 2(a^3 + b^3) \right]}{3a^4}. \quad (15)$$

При $a = b$ получаем $\omega_0 = 0$. Если $a = 0$, то есть $b = l$, то $M_n = M_n^0 = 0$, а

$$M_n = r \left(\frac{v_p^2 l}{2} - \frac{2v_p \omega_0 l^2}{3} + \frac{\omega_0^2 l^3}{4} \right) \quad (16)$$

$$M_n^0 = \frac{r\omega_0^2 l^3}{4}. \quad (17)$$

Имея в виду снова $M_n = M_n^0$, находим

$$r \left(\frac{v_p^2 I}{2} - \frac{2v_p \omega_0 I^2}{3} \right) = 0,$$

откуда

$$\omega_0 = \frac{3}{4} \cdot \frac{v_p}{I}. \quad (18)$$

Угловой путь торможения транспортной единицы после выравнивания

После того как стойка, вокруг которой разворачивается транспортная единица, будет открыта по сигналу, поданному флажкам управления, транспортная единица начинает совершать сложное движение. Наряду с поступательным движением со скоростью течения под влиянием инерции, приобретенной при развороте, она продолжает вращаться вокруг точки встречи ее со стойкой. Это движение будет постепенно затухать под влиянием тормозящего действия воды.

Знание угла поворота транспортной единицы, при котором произойдет гашение угловой скорости ее инерционного вращения до нуля, важно в конструировании всего устройства.

Этот угол следует задавать как угол φ между створом выравнивающих стоек и линией, проведенной от стойки к флажку, которым она управляется (рис. 3). При таком расположении флажков следует

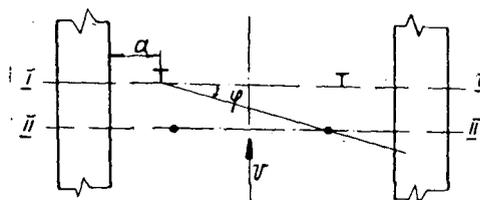


Рис. 3. Схема к расчету углового пути торможения транспортной единицы.

I-I — створ стоек; II-II — створ флажков.

ожидать, что транспортная единица после прохождения выравнивающего устройства на некоторое расстояние от них дополнительно развернется на угол φ и будет продолжать дальнейший путь без перекоса.

Для нахождения угла φ , который может быть назван угловым путем торможения транспортной единицы, воспользуемся уравнением динамики вращательного движения тела в жидкости [1]:

$$I \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = \Sigma M, \quad (19)$$

где I — момент инерций вращающейся транспортной единицы относительно вертикальной оси, проходящей через центр вращения, с учетом присоединенного момента инерции;

$\frac{d^2 \varphi}{dt^2}$ — угловое ускорение;

ΣM — сумма моментов сил, действующих на транспортную единицу при вращении.

Поскольку транспортные единицы после прекращения воздействия на них стоек будут сразу увлечены течением, то инерционное вращение можно рассматривать как вращение в стоячей воде и считать, что

$$\Sigma M = M^0. \quad (20)$$

Таким образом, с учетом выражения (14) уравнение (19) пишется

$$I \frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{r\omega^2}{4l} (b^4 + a^4), \quad (21)$$

где ω — переменная угловая скорость вращения.

Обозначив для краткости написания

$$D = \frac{r}{4l} (b^4 + a^4) \quad (22)$$

и имея в виду, что

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{d\varphi}{dt} \cdot \frac{d\omega}{d\varphi} = \omega \cdot \frac{d\omega}{d\varphi}, \quad (23)$$

находим, что уравнение (21) принимает вид

$$I\omega \cdot \frac{d\omega}{d\varphi} = D\omega^2, \quad (24)$$

откуда

$$d\varphi = \frac{I\omega d\omega}{D\omega^2}. \quad (25)$$

Проинтегрировав уравнение (25) в пределах: для левой части от нуля до φ и для правой — от ω_0 до нуля, получаем формулу для расчета угла φ в радианах

$$\varphi = \frac{I}{2D} (1 - 2 \ln \omega_0). \quad (26)$$

Таким образом, нами получены все теоретические зависимости для динамических расчетов предложенного устройства, выравнивающего перекосы транспортных единиц.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. А. Алферьев. Гидромеханика. Изд-во «Речной транспорт» М., 1961.
 [2]. К. А. Чекалкин. Исследования по динамике механизмов сортировочного узла поточной линии по формированию секций плотов. Сообщение 1. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1965.

Поступила в редакцию
27 февраля 1965 г.

УДК 634.0.378.35

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКРУЧИВАЮЩЕГО МОМЕНТА СИГАРООБРАЗНОГО ПЛОТА ПРИ СТАТИЧЕСКОЙ ПОСТАНОВКЕ ЕГО НА ВОЛНУ

С. В. ГУЛИДОВ

Кандидат технических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

При транспортировке сигарообразного плота косым курсом к направлению основной части волн происходит его скручивание. Это приводит к смещению бревен поперечного и продольного такелажа, что, в свою очередь, вызывает значительное увеличение усилий в его креплениях. Характер и величина смещения бревен и такелажа в основном зависят от способа укладки бревен в тело сигары. При укладке вразбежку бревна смещаются постепенно и поэтому величина скручивания плота является функцией времени нахождения его на волне. При укладке бревен в пучках скручивание плота происходит более интенсивно. Как показали лабораторные исследования, амплитуда и период колебания его соответствуют амплитуде и периоду колебания волны. Данная работа посвящена оценке, в первом приближении, качественной и количественной сторон явлений, возникающих между плотом и волной. Наша задача — установить расчетную зависимость скручивающего момента, опасную длину волны и наиболее неблагоприятный угол встречи плота с волной.

Рассмотрим положение плота на волне, диаметральной плоскостью которого составляет некоторый угол ψ с направлением распространения волнения, а мидель расположен на подошве впадины волны (рис. 1, а). Уравнение волновой поверхности в координатной системе x, y и z принято в виде трохонидального профиля (рис. 1)

$$z = r \cos \frac{2\pi x}{\lambda}, \quad (1)$$

где r — полувысота волны;
 λ — длина волны.

Уравнение волновой поверхности в координатах, связанных с плотом,

$$z = r \cos \frac{2\pi}{\lambda} (x_0 \cos \psi + y_0 \sin \psi), \quad (2)$$

здесь x_0 — ось, направленная вдоль диаметральной плоскости плота;
 y_0 — ось, направленная по миделю плота.

При пересечении плота волновой поверхностью возникают дополнительные силы. На рис. 1, а показаны два сечения 3 и 3а. В полосе

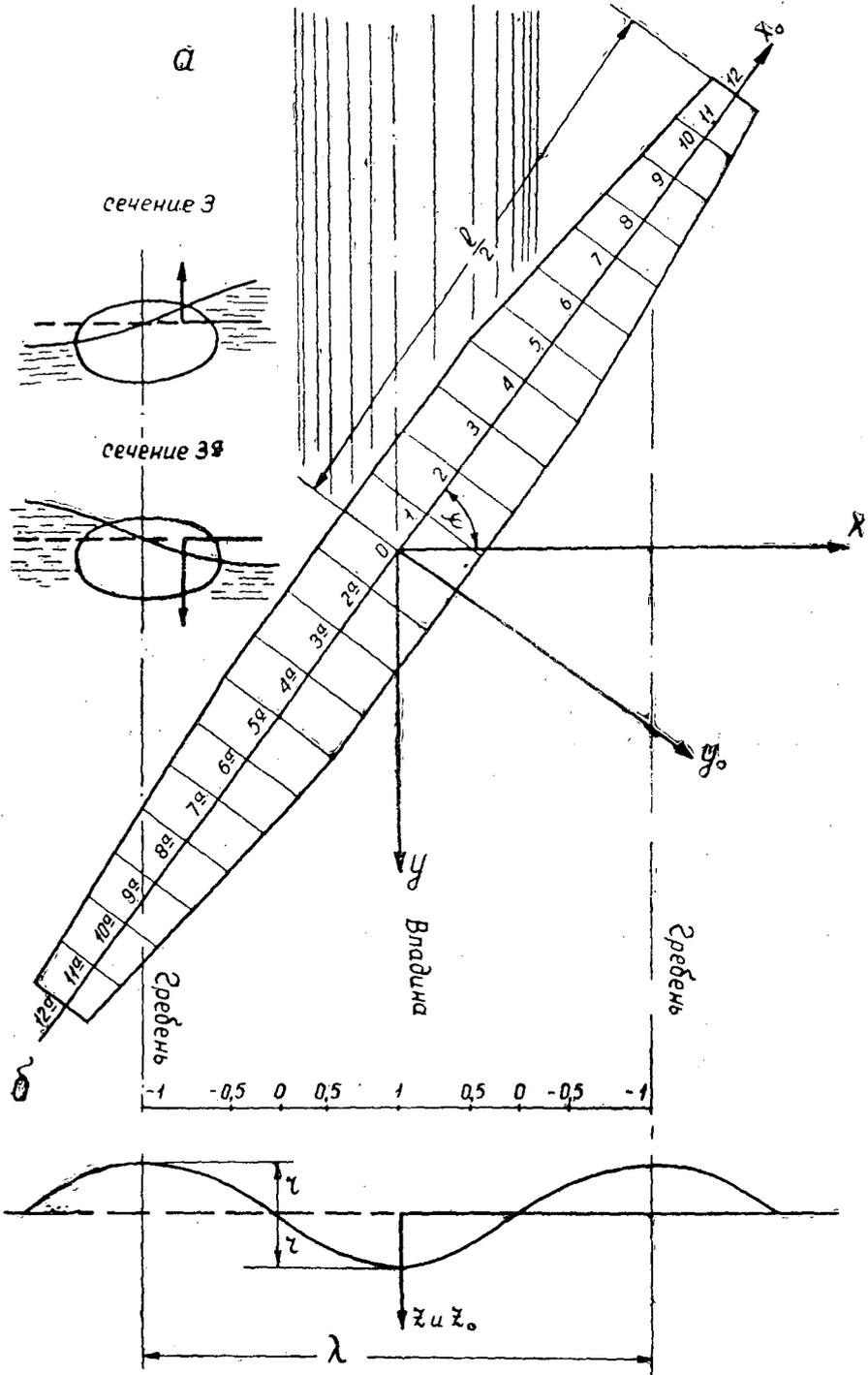


Рис. 1.

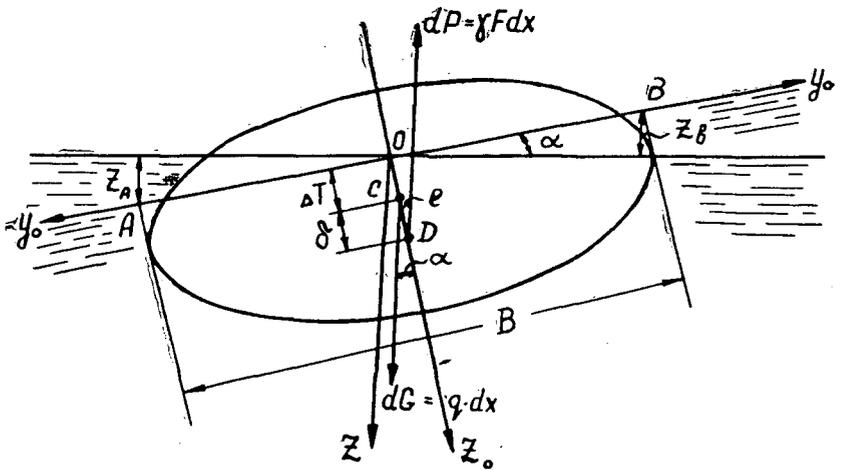


Рис. 2.

ечения z дополнительная сила направлена вверх, вследствие чего появляется момент, кренящий плот на левый борт, а в полосе сечения z_a — вниз, в результате чего возникает момент, кренящий плот на правый борт. Под влиянием этих моментов плот скручивается. Скручивающие моменты действуют до тех пор, пока плот не займет положение, соответствующее форме волны, то есть пока дополнительные силы не станут равны нулю (рис. 2). Это положение плота принято за расчетное. Статическая постановка плота на волну предусматривает, что вода как бы «застывает» на некоторое время.

При определении скручивающего момента считаем, что волнение имеет правильный установившийся двухмерный характер, а взволнованная поверхность представляет собой ряд параллельных чередующихся гребней и впадин трохоидального профиля. Силы инерции, вызванные колебанием плота, не учитываются. В этом случае на плавающий плот действуют силы веса и силы водоизмещения плота, которые приводят к равнодействующим. Равнодействующая сил веса приложена в центре тяжести всего плота или его части, сил водоизмещения — в центре величины. В любой момент времени они равны. Скручивающий момент для любого сечения плота определяется положением и направлением этих двух сил.

Скручивающий момент, приходящийся на бесконечно малый участок плота длиной dx_0 , относительно точки O (рис. 2)

$$dM = \gamma F dx_0 (\delta + \Delta T) \sin \alpha - q dx_0 \Delta T \sin \alpha$$

или

$$dM = \gamma F dx_0 \delta \sin \alpha + \gamma F \Delta T dx_0 \sin \alpha - q dx_0 \Delta T \sin \alpha,$$

здесь γ — объемный вес воды;

F — площадь погруженной части плота;

δ — расстояние между центром тяжести C и центром величины D ;

q — интенсивность распределения сил веса по длине плота (размерность t/m);

ΔT — расстояние от горизонта воды (ватерлинии) до центра тяжести.

Так как сила поддержания $\gamma F dx_0$ равна силе веса $q dx_0$, то после некоторых сокращений выражение для скручивающего момента принимает следующий вид:

$$dM = \gamma F \delta \sin \alpha dx_0. \quad (3)$$

Значение скручивающего момента в пределах от торца плота до произвольного сечения на расстоянии x_0 от миделя

$$M = \int_{0,5l}^{x_0} \gamma F \delta \sin \alpha dx_0.$$

Численным интегрированием получаем

$$M = \gamma \frac{\Delta l}{2} \sum_{i=0}^i F \delta \sin \alpha. \quad (4)$$

Учитывая то, что максимальная крутизна волны не превышает $1/6$ и угол крена плота α не более $0,33 \text{ рад}$, при расчетах можно принять $\sin \alpha = \alpha$.

Величина крена α зависит от угла встречного курса ψ и положения плота по длине волны. Принимая оси x_0 и y_0 совмещенными с горизонтом воды спокойного уровня, находим угол крена плота по следующей формуле:

$$\alpha = \frac{z_A - z_B}{B},$$

здесь z_A и z_B — координаты свободной поверхности воды в точках A и B (рис. 2), расположенных по бортам плота на расстоянии

$$y_0 = -y_A = -\frac{B}{2} \quad \text{и} \quad y_0 = y_B = \frac{B}{2};$$

B — ширина плота в расчетном сечении.

Подставляя значения z_A и z_B , имеем

$$\alpha = \frac{r}{B} \left[\left(\cos \frac{2\pi}{\lambda} \xi \cdot \cos \frac{2\pi}{\lambda} \eta + \sin \frac{2\pi}{\lambda} \xi \cdot \sin \frac{2\pi}{\lambda} \eta \right) - \left(\cos \frac{2\pi}{\lambda} \xi \cdot \cos \frac{2\pi}{\lambda} \eta - \sin \frac{2\pi}{\lambda} \xi \cdot \sin \frac{2\pi}{\lambda} \eta \right) \right],$$

где $\xi = x_0 \cos \psi$, $\eta = \frac{B}{2} \sin \psi$.

После преобразования и сокращения получаем

$$\alpha = \frac{2r}{B} \left(\sin \frac{2\pi}{\lambda} \xi \cdot \sin \frac{2\pi}{\lambda} \eta \right)$$

или

$$\alpha = \frac{2r}{B} \sin \beta \cdot \sin \Theta, \quad (5)$$

где $\beta = \frac{2\pi}{\lambda} x_0 \cos \psi$; $\Theta = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{B}{2} \sin \psi$.

Площадь попруженной части плота в расчетном поперечном сечении (для эллиптической формы)

$$F = \frac{\pi}{4} \alpha_0 H^2 \frac{\gamma_n}{\gamma}, \quad (6)$$

где α_0 — коэффициент формы плота в расчетном поперечном сечении;
 H — высота плота в расчетном сечении;
 γ_d — объемный вес древесины;
 γ — объемный вес воды.

Значение δ — расстояние между центром тяжести и центром вращающей силы в расчетном эллиптическом поперечном сечении плота находят по формуле

$$\delta = \frac{H \cos^3 m}{3 \left(m + \frac{1}{2} \sin 2m + \frac{\pi}{2} \right)}, \quad (7)$$

где $m = \arcsin \frac{y}{a}$.

В этой формуле a — малая полуось эллиптического расчетного поперечного сечения плота $a = \frac{H}{2}$;

$$y = H (\gamma_d \zeta - 0,5),$$

здесь ζ — коэффициент, зависящий от объемного веса древесины (берется по таблице).

Полученные формулы дали возможность рассчитать габариты плотов. При длине плота $l = 88$ м ширина по миделю $B_0 = 10$ м, в торцах $B_T = 5$ м; при $l = 120$ м соответственно 14 и 6 м; высота по миделю H_0 для этих l равна 4,2 и 4,2 м, в торцах H_T соответственно 3,5 и 3,5 м; объемный вес древесины γ_d оказался 0,7 и 0,7 т/м³.

Таблица 1

Длина плота l , м	Длина волны λ , м	$\frac{l}{\lambda}$	Высота волны h_B , м	Максимальный скручивающий момент М, т · м	Курсовой угол ψ°	$\psi^\circ = \arccos \frac{\lambda}{l}$
88	88	1,00	5,0	40,7	55	0
88	44	2,00	3,3	60,2	68	60
88	30	2,93	3,0	78,2	75	70
88	22	4,00	2,7	84,9	80	75
88	15	5,87	2,5	81,9	84	78
120	120	1,0	6,0	68,7	55	0
120	60	2,0	4,0	109,2	68	60
120	40	3,0	3,3	121,2	75	70
120	30	4,0	3,0	137,8	80	75
120	24	5,0	2,8	118,8	84	80

Параметры волн принимались различные. Их величина приведена в табл. 1. При этом высоту волн вычисляли по формуле

$$h_B = 2r = \frac{\lambda}{30} + 2. \quad (8)$$

Плот устанавливали миделевым сечением на подошве впадины волны. Результаты расчетов также даны в таблице.

Из приведенных данных видно, что максимальный скручивающий момент для обоих плотов имеет место при длине волны, равной $\frac{1}{4}$ длины плота. Максимальные скручивающие моменты на коротких волнах ($\lambda = 22$ и $\lambda = 30$ м) в два раза больше, чем на длинных ($\lambda = 88$ и $\lambda = 120$ м).

Наиболее неблагоприятный курсовой угол ψ (угол между диаметральной плоскостью плота и направлением волнения) значительно

больше 45° . В данном случае для обоих плотов он оказался равным 80° . Вообще неблагоприятное положение плота по отношению к волне характеризует угол, вычисленный по формуле $\psi^\circ = \arcsin \cos \frac{\lambda}{l}$, за исключением одного случая, когда длина плота равна длине волны. Полученные результаты хорошо согласуются с данными определения скручивающего момента судна*.

В данной статье не рассмотрены мероприятия, способствующие уменьшению скручивающего момента при транспортировке плота. Заметим лишь, что в формуле (4) через δ обозначено расстояние между центром тяжести и центром величины, которое при заданной высоте плота зависит от объемного веса древесины. При увеличении объемного веса древесины значение δ уменьшается. При $\gamma_d = 1 \text{ т/м}^3$ $\delta = 0$, то есть плот плавает во взвешенном состоянии и скручивающий момент равен нулю. Следовательно, уменьшение скручивающего момента будет в том случае, когда сигарообразный плот составлен из древесины с большим объемным весом.

* В. В. Давыдов. Прочность корпуса судна при скручивании. Изд. «Речной транспорт», 1955.

Поступила в редакцию
25 мая 1964 г.

УДК 634.0.377.44

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ОПОРНЫЕ КАТКИ ПОДВЕСКИ ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА ТДТ-60

Ю. Л. КОВАЛЕВ

Аспирант

Ш. М. ГОХМАН

Кандидат технических наук

(Уральский лесотехнический институт)

Задача создания трелевочных тракторов на уровне последних достижений отечественной и зарубежной техники требует проведения теоретических и экспериментальных исследований работы тракторов в реальных производственных условиях.

При движении трактора через препятствия происходят удары катков, вызывающие значительные динамические нагрузки на них и передающиеся деталям подвески и раме трактора. Эти нагрузки усложняют работу механизмов, снижают долговечность деталей и узлов, плавность движения, проходимость, устойчивость, тяговый к.п.д. и другие показатели работы трактора.

Величина динамических нагрузок, действующих на катки, зависит от вида и размеров препятствий, скорости движения, типа и конструктивных параметров подвески. Поэтому определение этих нагрузок будет способствовать созданию более рациональных конструкций подвесок, отвечающих возросшим за последнее время скоростным и мощностным показателям трелевочных тракторов.

Нагрузки на катки при движении трактора по ровному волоку

Метод определения нагрузок на элементы ходовой части трелевочных тракторов разработан в ряде теоретических и экспериментальных исследований [1], [2]. На рис. 1 представлена общая схема ходовой части трелевочного трактора ТДТ-60.

Принятые обозначения:

G_n — вес предрессорной части трактора;

Q_1 — вес пружа, приходящийся на щит;

P — усилие перемещения хлыстов;

β — угол между направлением усилия перемещения хлыстов и горизонталью;

M_k — крутящий момент звездочек;

R_{1c} , R_{2c} , R_{3c} , R_{4c} и R_{5c} — вертикальные составляющие реакций на осях катков.

Остальные обозначения указаны на схеме.

Сумма моментов относительно опоры B

$$\Sigma M_B = 2R_{Ac}L - G_n x - Q_1 c + P \cos \beta f + Tu + Nl + M_k - P \sin \beta \cdot c = 0,$$

откуда

$$R_{Ac} = \frac{G_n x + Q_1 c + P \sin \beta \cdot c - P \cos \beta f - Tu - Nl - M_k}{2L}. \quad (1)$$

Вертикальные реакции на оси 1 и 2 катка

$$R_{1c} = \frac{R_{Ac} \cdot b}{l_6}; \quad (2)$$

$$R_{2c} = R_{Ac} - R_{1c}. \quad (3)$$

Сумма моментов относительно опоры A

$$\Sigma M_A = 2R_{Bc}L - P \cos \beta (f + h + u) - Q_1 (L - c) - G_n (L - x) + Th - N(L + l) - M_k - P \sin \beta (L - c) = 0,$$

откуда

$$R_{Bc} = \frac{P \cos \beta (f + h + u) + Q_1 (L - c) + G_n (L - x) - Th + N(L + l) + M_k + P \sin \beta (L - c)}{2L}. \quad (4)$$

Реакция на опоре B

$$R_{Bc} = \frac{R_{Bc} (P - a_1)}{P}. \quad (5)$$

Вертикальные реакции на осях 3, 4 и 5 катков составляют

$$R_{3c} = R_{Bc} - R_{Bc}; \quad (6)$$

$$R_{4c} = \frac{R_{Bc} \cdot a}{l_6}; \quad (7)$$

$$R_{5c} = R_{Bc} - R_{4c}. \quad (8)$$

Горизонтальные реакции на осях катков представляют силы сопротивления качению катков по гусенице и при равномерном движении трактора по горизонтальному пути могут быть определены по уравнению

$$S_{1c} = R_{1c} \cdot f, \quad (9)$$

где f — коэффициент сопротивления качению катков на гусенице.

Из уравнений (1) — (9) видно, что величины реакций на осях катков не являются постоянными, так как значения P и M_k изменяются в процессе движения.

Нагрузки на катки при движении трактора через препятствия

Наиболее характерным препятствием для лесных волоков можно считать прямоугольный выступ размерами h_n и d_n (рис. 1). При наезде на него катка со скоростью v_n , равной скорости движения трактора, происходит удар, в результате которого каток (мы считаем его абсолютно жестким), двигается по кривой OCA .

Работа деформации препятствия Π определяется как произведение силы удара Q_i на величину деформации препятствия Δ

$$\Pi = Q_i \cdot \Delta. \quad (10)$$

Величину Δ можно определить по формуле

$$\Delta = \frac{Q_i}{c_n}, \quad (11)$$

где c_n — жесткость препятствия, кг/м .

Тогда

$$\Pi = \frac{Q_i^2}{c_n}. \quad (12)$$

В результате удара катку и сопряженным с ним деталям сообщается кинетическая энергия

$$T = \frac{1}{2} m_{ki} \left(\frac{d\varphi_i}{dt} \right)^2 l_i^2, \quad (13)$$

где m_{ki} — масса катка и сопряженных с ним деталей (рычаги, балансиры и др.);

$\frac{d\varphi_i}{dt}$ — угловая скорость катка;

l_i — длина балансира или рычага.

Приравняв величины Π и T , можно определить силу удара катка о препятствие

$$Q_i = \frac{d\varphi_i}{dt} l_i \sqrt{\frac{1}{2} c_n m_{ki}}. \quad (14)$$

Рассмотрим движение катков передней каретки через препятствие. Из схемы, изображенной на рис. 3, следует

$$l_p \cos \alpha + a \cos \varphi = l_p \cos \alpha_0 + a + \Delta x_k. \quad (15)$$

Величина Δx_k равна

$$\Delta x_k = x_k - x_T,$$

где x_T — путь, пройденный трактором;

x_k — путь, пройденный катком.

Уравнение (15) принимает вид

$$l_p \cos \alpha + a \cos \varphi = l_p \cos \alpha_0 + a + x_k - x_T. \quad (16)$$

Из схемы имеем также

$$l_p \sin \alpha + b \sin \varphi = l_p \sin \alpha_0; \quad (17)$$

$$x_k = r_0 \cos \psi_0 - r_0 \cos \psi; \quad (18)$$

$$r_0 \sin \psi - r_0 \sin \psi_0 = l_0 \sin \varphi. \quad (19)$$

В результате дифференцирования уравнений (16) — (19) при $\cos \alpha_0 = \text{const}$, $\cos \psi_0 = \text{const}$ и $\sin \psi_0 = \text{const}$ получаем

$$l_p \sin \alpha d\alpha + a \sin \varphi d\varphi = dx_T - dx_k; \quad (20)$$

$$l_p \cos \alpha d\alpha + b \cos \varphi d\varphi = 0; \quad (21)$$

$$dx_k = r_0 \sin \psi d\psi; \quad (22)$$

$$r_0 \cos \psi d\psi = l_6 \cos \varphi d\varphi. \quad (23)$$

Заменяя величину $d\psi$ в уравнении (22) ее значением из равенства (23); находим

$$dx_k = l_6 \operatorname{tg} \psi \cos \varphi d\varphi. \quad (24)$$

Из зависимости (21) имеем

$$d\alpha = \frac{-b \cos \varphi d\varphi}{l_p \cos \alpha}. \quad (25)$$

Подставляя значения (24) и (25) в уравнение (20), после преобразований получаем

$$b \operatorname{tg} \alpha \cos \varphi d\varphi - a \sin \varphi d\varphi - l_6 \operatorname{tg} \psi \cos \varphi d\varphi = -dx_{\tau},$$

откуда

$$d\varphi = \frac{dx_{\tau}}{l_6 \operatorname{tg} \psi \cos \varphi + a \sin \varphi - b \operatorname{tg} \alpha \cos \varphi}. \quad (26)$$

Разделив обе части этого уравнения на dt , находим зависимость для определения угловой скорости катка при наезде на препятствие

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{v_{\tau}}{l_6 \operatorname{tg} \psi \cos \varphi + a \sin \varphi - b \operatorname{tg} \alpha \cos \varphi}, \quad (27)$$

где $v_{\tau} = \frac{dx_{\tau}}{dt}$ — скорость движения трактора.

Подставляя формулу (27) в уравнение (14), получаем уравнение для определения усилия удара первого катка подвески о препятствие

$$Q_1 = \frac{v_{\tau} l_6}{l_6 \operatorname{tg} \psi \cos \varphi + a \sin \varphi - b \operatorname{tg} \alpha \cos \varphi} \sqrt{\frac{1}{2} c_n m_{k_1}}. \quad (28)$$

Аналогично можно определить усилие удара второго катка о препятствие

$$Q_2 = \frac{v_{\tau} l_6}{l_6 \operatorname{tg} \psi \cos \varphi + b \sin \varphi - a \operatorname{tg} \alpha \cos \varphi} \sqrt{\frac{1}{2} c_n m_{k_2}}. \quad (29)$$

Найдем усилие удара третьего катка подвески о препятствие. Из рис. 4 следует

$$p \cos \varphi + \Delta x_k = p; \quad (30)$$

$$\Delta x_k = r_0 \cos \psi_0 - r_0 \cos \psi - x_{\tau}; \quad (31)$$

$$r_0 \sin \psi - r_0 \sin \psi_0 = p \sin \varphi. \quad (32)$$

После дифференцирования этих уравнений получаем

$$p \sin \varphi d\varphi = -dx_k; \quad (33)$$

$$dx_k = r_0 \sin \psi d\psi - dx_{\tau}; \quad (34)$$

$$r_0 \cos \psi d\psi = p \cos \varphi d\varphi. \quad (35)$$

Если $d\psi$ из зависимости (35) подставить в уравнение (34), то после преобразования имеем

$$dx_k = p \operatorname{tg} \psi \cos \varphi d\varphi - dx_\tau.$$

Заменим величину dx_k в уравнении (33) этим выражением

$$p \sin \varphi d\varphi = p \operatorname{tg} \psi \cos \varphi d\varphi - dx_\tau,$$

откуда

$$d\varphi = \frac{dx_\tau}{p \operatorname{tg} \psi \cos \varphi - p \sin \varphi}. \quad (36)$$

Разделив обе части этого уравнения на dt , получаем уравнение для определения угловой скорости

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{v_\tau}{p \operatorname{tg} \psi \cos \varphi - p \sin \varphi}, \quad (37)$$

где $v_\tau = \frac{dx_\tau}{dt}$ — скорость трактора.

После подстановки уравнения (37) в зависимость (14) найдем силу удара третьего катка о препятствие

$$Q_3 = \frac{v_\tau}{\operatorname{tg} \psi \cos \varphi - \sin \varphi} \sqrt{\frac{1}{2} c_n m_{k_3}}. \quad (38)$$

Определим усилие удара четвертого катка подвески о препятствие. Из рис. 5 следует

$$a \cos \varphi + p \cos \delta + \Delta x_k = a + p; \quad (39)$$

$$\Delta x_k = x_\tau - r_0 \cos \psi_0 + r_0 \cos \psi; \quad (40)$$

$$r_0 \sin \psi - r_0 \sin \psi_0 = l_6 \sin \varphi; \quad (41)$$

$$p \sin \delta = a \sin \varphi. \quad (42)$$

В результате дифференцирования этих уравнений имеем

$$a \sin \varphi d\varphi + p \sin \delta d\delta = dx_k; \quad (43)$$

$$dx_k = dx_\tau - r_0 \sin \psi d\psi; \quad (44)$$

$$r_0 \cos \psi d\psi = l_6 \cos \varphi d\varphi; \quad (45)$$

$$p \cos \delta d\delta = a \cos \varphi d\varphi. \quad (46)$$

Заменив величину $d\psi$ в выражении (44) ее значением из уравнения (45), получаем

$$dx_k = dx_\tau - l_6 \operatorname{tg} \psi \cos \varphi d\varphi. \quad (47)$$

Заменим величину $d\delta$ в уравнении (43) ее значением из равенства (46), а dx_k — формулой (47). Тогда

$$a \sin \varphi d\varphi + a \operatorname{tg} \delta \cos \varphi d\varphi + l_6 \operatorname{tg} \psi \cos \varphi d\varphi = dx_\tau,$$

откуда

$$d\varphi = \frac{dx_\tau}{l_6 \operatorname{tg} \psi \cos \varphi + a \sin \varphi + a \operatorname{tg} \delta \cos \varphi}. \quad (48)$$

Разделив обе части этого уравнения на dt и учитывая, что $\frac{dx_{\tau}}{dt} = v_{\tau}$, получаем

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{v_{\tau}}{l_6 \operatorname{tg} \psi \cos \varphi + a \sin \varphi + a \operatorname{tg} \delta \cos \varphi}. \quad (49)$$

Усилие удара четвертого катка о препятствие определим, если подставим значение (49) в уравнение (14)

$$Q_4 = \frac{v_{\tau} l_6}{l_6 \operatorname{tg} \psi \cos \varphi + a \sin \varphi + a \operatorname{tg} \delta \cos \varphi} \sqrt{\frac{1}{2} c_n m_{k_4}}. \quad (50)$$

Усилие удара пятого катка о препятствие

$$Q_5 = \frac{v_{\tau} l_6}{l_6 \operatorname{tg} \psi \cos \varphi + b \sin \varphi + b \operatorname{tg} \delta \cos \varphi} \sqrt{\frac{1}{2} c_n m_{k_5}}. \quad (51)$$

Анализируя полученные уравнения (28), (29), (38), (50) и (51), можно заключить, что ударные нагрузки достигают максимальных значений при $\sin \varphi = 0$ и $\operatorname{tg} \delta = 0$, то есть в начальные моменты ударов. Тогда указанные выражения максимальных значений ударных нагрузок примут вид

$$Q_{1max} = \frac{v_{\tau} l_6}{l_6 \operatorname{tg} \psi_0 - b \operatorname{tg} \alpha_0} \sqrt{\frac{1}{2} c_n m_{k_1}}; \quad (52)$$

$$Q_{2max} = \frac{v_{\tau} l_6}{l_6 \operatorname{tg} \psi_0 - a \operatorname{tg} \alpha_0} \sqrt{\frac{1}{2} c_n m_{k_2}}; \quad (53)$$

$$Q_{3max} = \frac{v_{\tau}}{\operatorname{tg} \psi_0} \sqrt{\frac{1}{2} c_n m_{k_3}}; \quad (54)$$

$$Q_{4max} = \frac{v_{\tau}}{\operatorname{tg} \psi_0} \sqrt{\frac{1}{2} c_n m_{k_4}}; \quad (55)$$

$$Q_{5max} = \frac{v_{\tau}}{\operatorname{tg} \psi_0} \sqrt{\frac{1}{2} c_n m_{k_5}}. \quad (56)$$

В этих уравнениях тригонометрические функции можно выразить следующими равенствами (рис. 3, 4, 5):

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{h_n}{\sqrt{l_p^2 - h_n^2}}; \quad (57)$$

$$\operatorname{tg} \psi_0 = \frac{r_0 - h_n}{\sqrt{2r_0 h_n - h_n^2}}. \quad (58)$$

Это позволит выяснить влияние конструктивных параметров кареток на величину ударных нагрузок.

Вертикальные и горизонтальные составляющие ударных нагрузок могут быть определены из уравнений

$$Q_{ly} = Q_{lmax} \cos(90 - \psi_0); \quad (59)$$

$$Q_{lx} = Q_{lmax} \cos \psi_0. \quad (60)$$

Суммарные нагрузки, действующие на катки при движении через препятствие, складываются из соответствующих реакций на эти катки и ударных нагрузок. Вертикальные и горизонтальные составляющие суммарных нагрузок равны

$$R_i = R_{ic} + Q_{iy}; \quad (61)$$

$$S_i = S_{ic} + Q_{ix}. \quad (62)$$

В большинстве случаев вертикальные составляющие суммарных нагрузок значительно превосходят горизонтальные, так как обычно высота препятствий меньше радиуса катка, то есть $h_n < r_0$. Поэтому угол $90 - \phi_0$ меньше угла ϕ_0 . Вследствие этого вертикальные нагрузки оказывают большое влияние на работу механизмов трактора.

Данные экспериментальных исследований

Для проверки приведенных уравнений и определения действительных нагрузок, влияющих на катки при движении по неровному волоку, на кафедре тяговых машин Уральского лесотехнического института было произведено измерение этих величин у трактора ТДТ-60. Измерения производили с помощью серии проволочных датчиков сопротивления и осциллографа Н-700. Были получены осциллограммы, позволяющие определить вертикальные нагрузки на катки. Из рис. 6 видно, что нагрузки на оси катков при движении трактора по ровному волоку изменяются незначительно (участки I—I и II—II линии R_1). При наезде на препятствие нагрузки достигают больших значений (участок I—II). Было произведено также измерение жесткости пней. В результате обработки этих данных получена формула для определения этой жесткости.

$$c_n \approx 0,000138 E_d \frac{d_n^4}{h_n^3} \text{ кг/м}, \quad (63)$$

где E_d — модуль упругости древесины, кг/м^2 ;

d_n — диаметр пня, м;

h_n — высота пня, м.

Результаты обработки осциллограмм приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Нагрузки на оси катков при движении трактора по ровному волоку (в числителе — экспериментальные значения, в знаменателе — расчетные), кг					Скорость трактора, км/час	Тяговое усилие P , кг	Крутящий момент M_k , кгм
R_{1c}	R_{2c}	R_{3c}	R_{4c}	R_{5c}			
310	210	1890	2300	3760	2,30	2620	2354
308	191	1870	2310	3732			
240	160	1960	2320	3760	2,50	3268	2224
241	150	1997	2344	3786			
260	170	1960	2390	3870	2,60	1650	2878
264	163	1934	2380	3858			
230	190	1930	2380	3860	2,40	2296	2616
302	188	1922	2372	3834			
410	240	1880	2290	3730	2,30	2134	2484
392	244	1860	2295	3709			

В них также даны расчетные значения данных величин, определенные при следующих данных: $Q_1 = 4500 \text{ кг}$; $\beta = 5^\circ$; $r_k = 0,263 \text{ м}$; $G_n = 9000 \text{ кг}$; $c = 0,5 \text{ м}$; $f = 1,385 \text{ м}$; $\alpha' = 25^\circ$; $u = 0,023 \text{ м}$; $l = 1,18 \text{ м}$; $L = 1,94 \text{ м}$; $b = 0,42 \text{ м}$; $l_6 = 0,68 \text{ м}$; $h = 0,217 \text{ м}$; $x = 1,143 \text{ м}$; $a_1 = 0,26 \text{ м}$; $p = 1,1 \text{ м}$;

$a = 0,26$ м; $\alpha_0 = 24^\circ$; $l_p = 0,59$ м; $h_d = 0,24$ м; $r_0 = 0,325$ м; $m_{k_1} = m_{k_2} = 22,4$ кг · сек²м⁻¹; $m_{k_3} = 21,4$ кг · сек²м⁻¹; $m_{k_4} = m_{k_5} = 20,3$ кг · сек²м⁻¹; $E_d = 10^9$ кг/м².

Таблица 2

Нагрузки на оси катков при движении трактора через препятствия (в числителе — экспериментальные значения, в знаменателе — расчетные), кг					Размеры препятствия $h_{\Pi} \times d_{\Pi}$, см	Скорость трактора, км/час	Тяговое усилие P , кг	Крутящий момент M_k , кг·м
R_1	R_2	R_3	R_4	R_5				
1810	1620	3000	3390	4840	5×18	2,30	2230	2426
1881	1680	3105	3534	4931				
1800	1540	3200	3580	4930				
1821	1597	3165	3617	5079	7×21	2,50	2465	2606
1820	1600	3400	3800	5220				
1833	1587	3350	3814	5317	10×25	2,60	2138	2890
1250	1010	2590	3010	4300				
1217	977	2639	2986	4435	12×20	2,40	1947	2718
5600	5300	6500	7120	8000				
5770	5270	6649	6996	8118	3×28	2,30	2564	2120

Данные таблиц показывают, что при движении трактора через препятствия на катки действуют значительные нагрузки, величина которых зависит от скорости движения, размеров препятствий и конструктивных параметров кареток. Нагрузки на катки в этом случае значительно больше, чем при движении трактора по ровному пути.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. С. М. Гуль. Ходовая часть лесного трактора и ее исследование. Диссертация, ЛТА, 1948. [2]. С. Ф. Орлов. Теория и применение агрегатных машин на лесозаготовках. Гослесбумиздат, М., 1963.

Поступила в редакцию
5 ноября 1965 г.

УДК 634.0.841.1

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

К ОБОСНОВАНИЮ НАИБОЛЕЕ ВЫГОДНОГО УРОВНЯ
ВЕРоятНОСТИ ЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ
ДЛЯ ОЦЕНКИ ТОКСИЧНОСТИ АНТИСЕПТИКОВ

Д. А. БЕЛЕНКОВ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук
(Уральский лесотехнический институт)

Теоретически можно считать, что любое количество антисептика, введенного в древесину, обеспечит некоторую вероятность защиты ее от поражения и разрушения определенным видом дереворазрушающего гриба. В случае введения небольшого количества антисептика вероятность защиты может быть сколь угодно малой. Так, например, при очень малом количестве яда в древесине есть основания ожидать, что после испытания хотя бы один из тысячи или из миллиона однородных образцов окажется не пораженным грибом, хотя другие образцы, возможно, будут разрушены даже сильнее, чем древесина без яда. По мере увеличения содержания яда вероятность защиты будет возрастать, стремясь к своему пределу равному единице. Методика определения вероятности защиты древесины изложена автором в материалах IX Менделеевского съезда [1].

Планируя эксперименты для оценки токсичности антисептиков, очень важно правильно выбрать уровень вероятности защиты древесины, при котором следует сравнивать яды. Выбранная вероятность может быть любой в интервале от 0 до 1, однако она более выгодна в пределах 0,90—0,99. Высокий уровень вероятности защиты древесины более удобен для практики, так как он показывает, при какой концентрации антисептика обеспечивается достаточно надежная защита.

Уровень вероятности 0,90—0,99, являющийся качественной характеристикой в действии гриба на пропитанную ядом древесину, не имеет ничего общего с пороговыми поглощениями $P-90$ и $P-95$, которые предлагает определять П. И. Рыкачев [2], [3] в своем методе «кривой действия», основанном на измерении степени уменьшения разрушения древесины.

Предполагая наличие определенной вероятности защиты древесины p и вероятности ее поражения $q = 1 - p$, можно оценить величину изменчивости частоты защиты древесины, полученной в отдельных испытываемых группах (колбах) с количеством образцов n по формуле

$$\sigma_{\omega} = \sqrt{\frac{p \cdot q}{n}},$$

где σ_{ω} — среднее квадратическое отклонение частоты;

p — вероятность защиты древесины;
 q — вероятность поражения древесины;
 n — число образцов в одной группе (колбе).

В случае, если $p = q$, то есть когда вероятность защиты равна 0,5, изменчивость частоты будет наибольшей. Она будет меньше, если $p \rightarrow 1$, а $q \rightarrow 0$. Следовательно, высокая вероятность защиты древесины будет определена более точно при одинаковом количестве испытываемых образцов в одной группе или колбе.

Из приведенного выше следует, что выбор среднего уровня вероятности защиты древесины для оценки токсичности антисептиков является невыгодным.

Используя формулу среднего квадратического отклонения частоты и задавшись определенным уровнем вероятности защиты, можно определить количество одновременно испытываемых однородных образцов для получения частоты, колеблющейся в определенном наперед заданном интервале. Например, для вероятности защиты $p = 0,95$ при среднем квадратическом отклонении частоты $\sigma_{\omega} = 0,03$ количество одновременно испытываемых образцов равно 53 или округленно 50. При этих условиях частота защиты, равная 0,86 и менее, имеет вероятность 0,0015.

Практически в небольшой серии испытаний такая частота не встретится. Если в опыте все же появятся группы образцов с частотой защиты 0,86 и менее, то это свидетельствует о том, что предполагаемая вероятность защиты древесины будет меньше 0,95.

Выбор вероятности защиты 0,90 и более является очень удобным еще и потому, что при данных условиях распределение числа пораженных образцов в одной группе будет подчиняться закону редких явлений. В этом случае вероятность появления m пораженных образцов в группе объема n может быть определена по формуле

$$P_{m;n} = \frac{m^m}{m!} \cdot e^{-m_0},$$

где m_0 — математическое ожидание числа пораженных образцов в одной испытанной группе объема n ; $m_0 = nq$.

Для вероятности защиты древесины 0,90 и более, пользуясь формулой Пуассона, можно составить таблицы вероятностей встречаемости равновеликих групп однородных образцов с m и более пораженными образцами.

Таблица I

m и более пораженных образцов	Вероятность встречаемости при вероятности поражения древесины (числитель дроби) и вероятности защиты древесины (знаменатель)									
	$\frac{0,10}{0,90}$	$\frac{0,09}{0,91}$	$\frac{0,08}{0,92}$	$\frac{0,07}{0,93}$	$\frac{0,06}{0,94}$	$\frac{0,05}{0,95}$	$\frac{0,04}{0,96}$	$\frac{0,03}{0,97}$	$\frac{0,02}{0,98}$	$\frac{0,01}{0,99}$
1	0,993	0,989	0,982	0,970	0,950	0,918	0,865	0,777	0,632	0,394
2	0,959	0,939	0,909	0,864	0,801	0,713	0,594	0,442	0,264	0,091
3	0,875	0,826	0,762	0,679	0,577	0,457	0,323	0,191	0,080	0,015
4	0,735	0,657	0,567	0,463	0,353	0,243	0,142	0,065	0,019	—
5	0,559	0,467	0,372	0,274	0,185	0,109	0,052	0,018	—	—
6	0,383	0,296	0,215	0,142	0,084	0,042	0,016	—	—	—
7	0,237	0,168	0,111	0,065	0,034	0,014	—	—	—	—
8	0,132	0,086	0,051	0,026	0,012	—	—	—	—	—
9	0,067	0,040	0,021	0,009	—	—	—	—	—	—
10	0,031	0,017	0,008	—	—	—	—	—	—	—

В табл. 1 приведены вероятности встречаемости колб с m и более пораженными образцами при испытании в каждой колбе 50 шт. для случаев вероятности защиты от 0,90 до 0,99 через каждую 0,01.

Используя эту таблицу, можно заранее сказать, какое количество колб при испытании будет иметь m и более пораженных образцов.

С помощью этой таблицы можно определить вероятность защиты древесины, соответствующую определенному содержанию яда в древесине.

Если относительные количества колб с m и более пораженными образцами совпадут с одним из рядов вероятностей встречаемости, соответствующих определенной вероятности защиты, то это будет достаточно надежным критерием для утверждения того, что данному количеству яда соответствует указанная в таблице вероятность защиты древесины.

Этот способ оценки вероятности защиты древесины очень удобен тем, что вероятность встречаемости колб (групп образцов) с m и более пораженными образцами изменяется значительно быстрее, чем вероятность защиты. Например, для вероятности защиты 0,90 вероятность встречаемости колб (групп образцов) с четырьмя и более пораженными образцами равна 0,735, а для вероятности защиты 0,95—0,243. Следовательно, при изменении вероятности защиты древесины на 0,05 вероятность встречаемости колб изменяется в три раза.

Таким образом, наиболее выгодным уровнем вероятности защиты древесины, при котором следует сравнивать различные антисептики, является высокая вероятность в интервале 0,90—0,99, в среднем 0,95.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Д. А. Беленков. Метод оценки токсичности антисептиков по вероятности защиты древесины. IX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии. Рефераты докладов и сообщений № 2. Секция химических средств регулирования роста и защиты растений. Изд-во «Наука», М., 1965, стр. 203. [2]. П. И. Рыкачев. Критика метода «предельной дозы» и пути создания нового метода испытания антисептиков для древесины. Труды Института леса АН СССР, т. VI, М.—Л., 1950. [3]. П. И. Рыкачев. О методе испытаний антисептиков для древесины. Труды ЦНИИМОДа, вып. 2(8), 1951.

Поступила в редакцию
9 сентября 1965 г.

УДК 674.023

ОСНАЩЕНИЕ ЗУБЬЕВ ПИЛ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛЬЮ И ТВЕРДЫМИ СПЛАВАМИ

В. И. БЫЗОВ

Инженер

(ЦНИИМОД)

К. И. ДЕМЬЯНОВСКИЙ

Доцент, кандидат технических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Распространенный в промышленности способ пайки при оснащении режущего инструмента пластинками из металлокерамических твердых сплавов имеет ряд существенных недостатков: при применении его происходит глубокий прогрев державки, соединение непрочное, производительность низка.

При оснащении этим способом дереворежущих пил трудно, например, сохранить плоскостность диска из-за нагрева его по периферии, вследствие чего на периферийной части приходится делать компенсационные прорезы, обеспечивающие необходимую статическую плоскостность, но отрицательно влияющие на устойчивость при работе.

В 1961—1964 гг. нами были исследованы приварки пластинок из стали Р18 и твердых сплавов ВК8 и Т5К10 к зубьям дереворежущих пил, изготовленных из стали 85ХФ [2], [3]. Приварку производили с боковой поверхности зубьев (рис. 1). Первые опыты проводили на точечно-сварочной машине МТП-25, но, как выяснилось, на этой

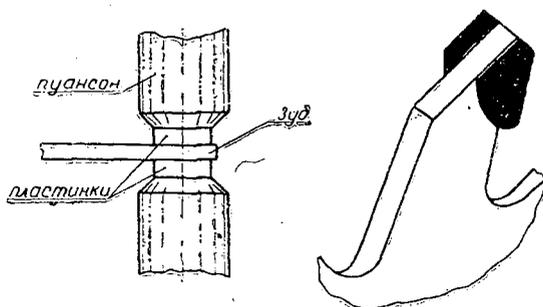


Рис. 1. Схема приварки пластинок к боковым граням зубьев пилы.

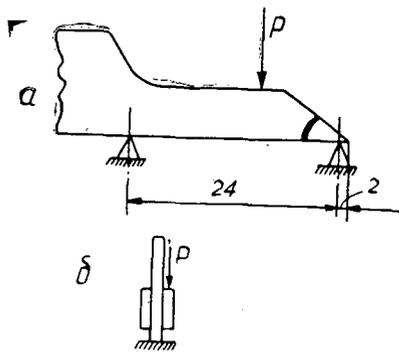


Рис. 2. Схемы испытаний образцов.
 а — на сопротивление изгибающей нагрузке;
 б — на срез.

машине не достигалась необходимая стабильность режима сварки, вследствие колебания напряжения внешней цепи [3]. Поэтому в дальнейшей работе использовали конденсаторную машину МТК-10. Для проведения исследований машина была дополнительно оборудована устройством, обеспечивающим сварку двумя импульсами, автоматом для смены направления тока при последующем импульсе, тумблером для отдельного управления приводом верхнего электрода, пневморедуктором для плавного регулирования усилия на электродах, осциллографом МПО-2 для фиксации параметров сварочного импульса. Основной задачей исследований была отработка режима приварки пластинок, обеспечивающего получение работоспособного зуба.

Опыт показывает, что при распиловке древесины на лесопильных рамах зубья пил оказываются работоспособными и достаточно надежными, если они выдерживают нагрузку при изгибе (рис. 2, а) не менее 1200 кг и сопротивление срезу пластинок (рис. 2, б) не менее 25—30 кг/мм². Эти показатели приняты нами в качестве основных критериев оценки режима приварки. Для достижения высокой износостойкости зубьев пил обязательно сохранение исходной твердости и микроструктуры оснащающих пластинок. Твердость пластинок должна быть не менее 60HRC для P18 и 87—88HRA — для BK8 и T5K10. Качество сварного соединения определяли на основании металлографического исследования и измерения микротвердости. Микроструктуру просматривали при увеличении в 340, 450 и 1000 раз. Микротвердость определяли на приборе ПМТ-3 при нагрузке на пирамиду 200 Г. Микрошлифы изготавливали по поперечному сечению зубьев обычными, принятыми в металлографии способами. Механические испытания проводили на машине Р-5 с использованием специальных приспособлений.

Режимы оснащения изучали в два этапа — отработка оптимальных режимов приварки и режимов термической обработки. Режимы сварки были исследованы на экспериментальной установке при следующих постоянных факторах: площадь пластинок 30 мм²; толщина пластинок 1,2; 1,5 мм; толщина зуба 2,2 мм; величина осадки 0,2 мм; исходная микроструктура пластинок и зуба; чистота контактных поверхностей электродов 6—7 класса по ГОСТу 2789—59; чистота свариваемых поверхностей 4—5 класса по ГОСТу 2789—59.

На основании литературных рекомендаций [1] были приняты следующие переменные факторы: электрические параметры режима сварки (емкость батареи конденсаторов, напряжение, коэффициент трансформации силового трансформатора); количество импульсов; диаметр контактной поверхности электродов; усилие на электродах при сварке (кг).

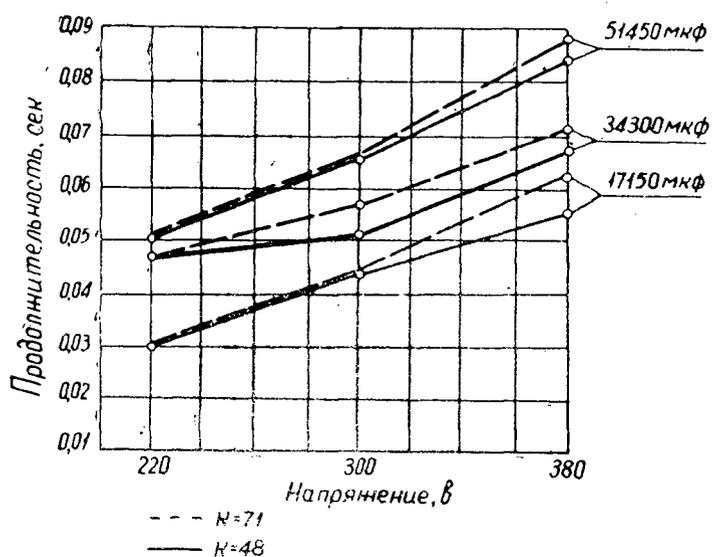


Рис. 3. Зависимость продолжительности импульса сварочного тока от емкости, коэффициента трансформации и напряжения на конденсаторах.

В каждой серии опытов сваривали 10—15 образцов зубьев.

Электрические параметры режима в основном определяют количество тепла, выделяемого в процессе сварки, а следовательно, продолжительность (рис. 3) и величину импульса сварочного тока. От правильного выбора этих факторов зависят прежде всего качество сварки и прочность оснащенного зуба. На основании предварительных опытов по приварке пластинок был принят двухимпульсный режим, обеспечивающий сплавление их с зубом по максимальной поверхности контакта при минимальном прогреве зуба по толщине — $C = 26950$ мкф (основной импульс); $C = 24500$ мкф (дополнительный); $K = 48$, $V = 380$ в.

Другим важным фактором является усилие на электродах, от величины которого зависит толщина сплавленных слоев контактных поверхностей, и механическое смешивание расплавленного металла, а также удаление из сварного соединения излишнего жидкого металла и окислов. Наши наблюдения показали, что от величины усилия на электродах в значительной мере зависит прочность сварного соединения (рис. 4) и стабильность режима сварки. В наших условиях приварки наилучшие результаты получены при усилии на электродах, обеспечивающем удельное давление 10 кг/мм².

Диаметр контактной площадки электродов должен превышать максимальный размер пластинки. При невыполнении этого условия часть пластинки, не перекрываемая контактной поверхностью электрода, в процессе сварки не проваривается. Попытка приварить этот участок повторным импульсом приводит к разрушению пластинки при наложении давления и выпоранию при приварке. В связи с этим в опытах был принят электрод диаметром 15 мм из хромистой меди БРХ. (Форма и размеры электродов приняты по нормали МН737—60, исполнение 0821—0263).

При конденсаторной сварке пластинок из сплавов разнородных структурных классов происходит нагрев контакта в течение $0,007$ —

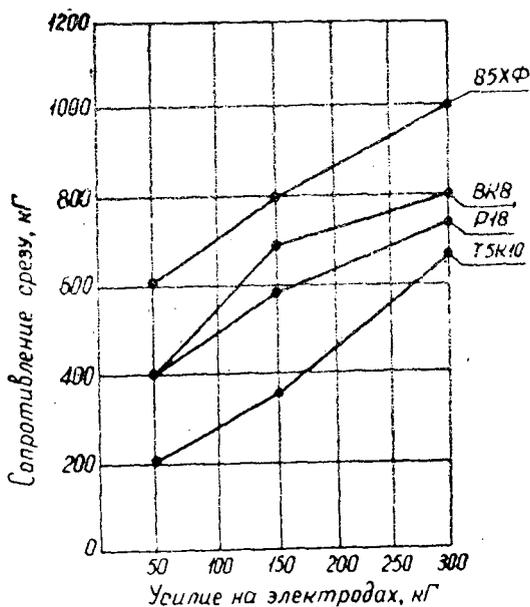


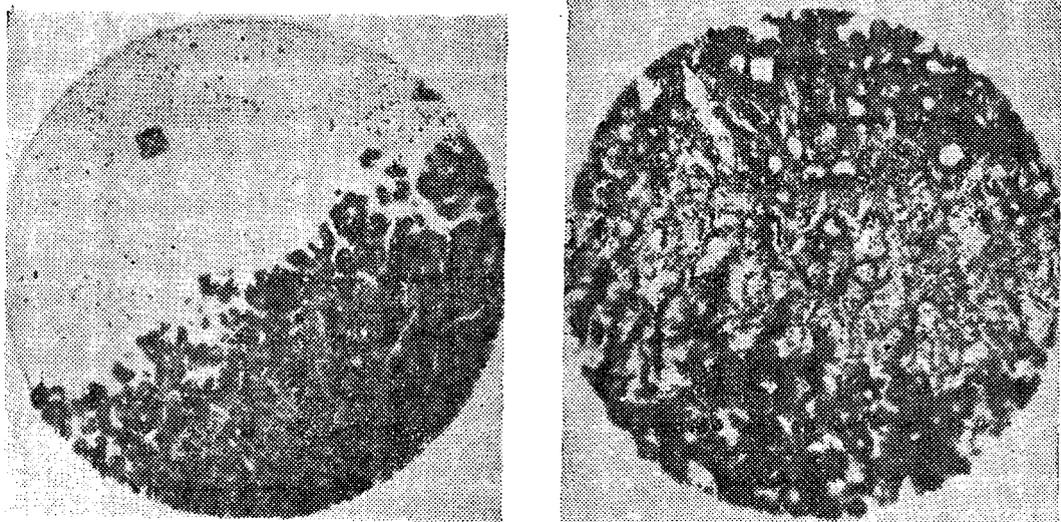
Рис. 4. Влияние усилия на электродах на сопротивление сварного шва.

0,05 сек до температуры плавления с последующим охлаждением со скоростью 1000 град/сек и более. Столь быстрое охлаждение приводит к закалке стали в зонах сплавления и прилегающей к ней зоне термического влияния. Изучение микрошлифов оснащенных зубьев показало, что зона сварки представляет собой механическую смесь свариваемых сплавов. Граница сплавления на шлифе представляется зубчатой. В зоне перехода от стали зуба к оснащенной пластинке отмечаются участки остаточного аустенита. В зоне термического влияния наблюдается крупнозернистая мартенситная структура (в стали 85ХФ) с постепенным переходом к исходной структуре — троостосорбиту.

На рис. 5 приведены микроснимки переходной зоны сварного соединения Р18 + 85ХФ (а, увеличение в 450 раз) и Т5К10 + 85ХФ (б, увеличение в 1000 раз).

Исследования показали, что исходные микроструктура и твердость наружных слоев привариваемых пластинок сохраняются.

Структура переходной зоны и прилегающих к ней слоев стали характеризуется большими внутренними напряжениями, снижающими прочность сварного зуба. С целью уменьшения напряжений после сварки необходима термическая обработка. Наилучший режим термообработки зубьев после приварки пластинок устанавливали на основании испытаний образцов при статическом нагружении (рис. 2, а). Для этого образцы (после нагрева до определенной температуры, охлаждения и подготовки микрошлифов по передней грани) выдерживали под нагрузкой 50, 100, 200 кг и так далее через каждые 100 кг в течение 2 мин. После каждой нагрузки микрошлифы просматривали на микроскопе МИМ-7 при увеличении в 450 и 1000 раз с целью выявления микротрещин, которые, как показывают исследования, возникают в переходной зоне сварки. Нагрузка, при которой были замечены микротрещины, считалась критической.



а

б

Рис. 5.

В табл. 1 приведены результаты исследований образцов, сваренных при следующем режиме: емкость конденсаторов при основном и дополнительном импульсах $C = 17150 \text{ мкф} + 34300 \text{ мкф}$; коэффициент трансформации $K = 60$; напряжение на конденсаторах 320 в.

Таблица 1

Марки свариваемых сплавов	Среднее значение критической нагрузки (кг) при режимах термообработки		
	без отпуска	после отпуска до 300°	после отпуска до 650°
P18+85XФ	465	607	1140
T5K10+85XФ	371	940	762

Данные опытов показывают, что оптимальным режимом термообработки предварительно можно принять для пары P18 + 85XФ — отпуск до 650°; для пары T5K10 + 85XФ — отпуск до 300°.

При этих режимах твердость пластинок с поверхности после сварки и отпуска практически не изменяется по сравнению с исходной, также как и твердость стали корпуса зуба.

Результаты испытаний на прочность оснащенных образцов приведены в табл. 2, из которой видно, что среднее арифметическое значение сопротивления изгибу у зубьев, оснащенных износостойкими пластинками, ниже, чем у стандартных. Это объясняется напряженным состоянием стали зуба в зоне сварки и зонах термического влияния. Окончательное устранение внутренних напряжений без изменения исходной твердости поверхности пластинок — задача весьма сложная, поэтому мы вынуждены ограничиться прочностью зубьев ниже исходной, но достаточной для получения работоспособных зубьев.

На основании исследования изготовлены и испытаны опытные партии дисковых и рамных пил (для распиловки древесины), оснащенных пластинками из P18.

Таблица 2

Марки сплава пластинок	Статистические характеристики				
	<i>M</i>	σ	<i>m</i>	<i>v</i> , %	<i>p</i> , %
Соппротивление срезу ($\kappa\Gamma$)					
85XФ	1024	171	54,2	16,7	5,28
P18	1024	186	58,8	18,2	5,75
BK8	796	95	31	11,9	3,9
T5K10	775	109	34,4	14,0	4,43
Соппротивление изгибу ($\kappa\Gamma$)					
Стандартный зуб (не- оснащенный)	1779,5	166	40,5	9,22	2,27
P18	1334	225	71,3	17,1	5,35
BK8	1046	142	43	13,6	4,1
T5K10	1070	147	46,5	13,75	4,35

Для выявления работоспособности и получения сравнительных показателей износостойкости были испытаны в равных условиях пилы стандартные с плюшевым зубом и оснащенные быстрорежущей сталью P18. Испытываемые пилы имели одинаковые угловые параметры, ширину лопаточки, толщину полотна, шаг, единообразную заточку и подшлифовку зубьев.

Рамные пилы испытаны на раме РД75-7 лесопильного потока при распиловке основного сырья в зимних условиях (ноябрь — декабрь 1964 г.). Высота бруса 5 и 7", время работы 140 мин.

Затупление зубьев определяли по увеличению радиуса закругления лезвий в процессе резания, увеличению мощности резания, а также по качеству (чистоте и точности) распиловки. Радиус закругления у всех зубьев пил до и после работы измеряли с помощью металлографического микроскопа МИМ-7 при увеличении в 70 раз. Для определения чистоты распиливаемой поверхности применяли индикаторный глубиномер конструкции Б. М. Буглая. На каждой доске замеряли высоту неровностей поверхности H_{max} в 10 точках. В каждой выборке замеряли по 7 досок. Точность распиловки оценивали по изменению толщины доски. Для этого в каждой выборке замеряли (штангенциркулем с точностью $\pm 0,05$ мм) толщину 7 досок в 5—7 точках по их длине. На основании анализа результатов испытаний установлено, что стойкость рамных пил, оснащенных пластинками P18, в 2—2,5 раза выше, чем стандартных.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. Альберт, Ф. Фрюнгле. Импульсная сварка. Журн. «Blech» № 9, 1961. [2]. В. И. Бызов и др. Исследование, разработка и внедрение режимов приварки износостойких пластинок на зубья пил и необходимого оборудования. Научный отчет ЦНИИМОДа, 1964. [3]. К. И. Демьяновский и др. Исследование наварки на режущий инструмент износостойких сплавов. Научный отчет ЦНИИМОДа, 1961.

Поступила в редакцию
4 мая 1965 г.

УДК 634.0.865.9

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫСОТНОЙ КОРРЕКЦИИ НА НАГРУЗОЧНУЮ СПОСОБНОСТЬ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ИЗ ДРЕВЕСНОГО ПЛАСТИКА ДСП-Г

А. А. ОТАРОВ

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

Настоящая статья посвящена вопросу повышения нагрузочной способности зубчатой передачи (состоящей из пары сталь—древесный пластик) путем изменения геометрии зацепления. Существенно улучшить качество передачи, а главное, намного увеличить лимитируемую прочностью нагрузку можно корригированием зацепления. Главная техническая и экономическая задача корригирования — уменьшение габаритных размеров или же увеличение нагрузки передач, лимитируемой прочностью зубьев.

В большинстве случаев практики проектирования зацеплений габариты передачи определяют из условия контактной прочности зубьев в зоне полюса зацепления. Контактные напряжения, в свою очередь, возрастают с увеличением сил трения [4].

Как известно, коэффициент трения на рабочих поверхностях зубьев зависит от скорости скольжения, изменяясь при перемещении точки контакта по профилю зуба. В зоне полюса сила трения имеет наибольшую величину [5]; с переходом на другие рабочие участки линии зацепления она уменьшается. Естественно, что величина и направление сил трения в значительной степени определяют износ и характер разрушения рабочих поверхностей зубьев.

В этом отношении определенное преимущество имеет так называемое внеполюсное зацепление, объясняемое тем, что внеполюсные передачи могут не удовлетворять условию контактной прочности зубьев в полюсе зацепления. Такое зацепление получается при большом смещении нарезающего инструмента. При этом получается зацепление, у которого весь зуб одного из парных колес состоит только из головки или только из ножки.

Мы высказали предположение, что изготавливая зубья колеса из древесного пластика, целиком состоящие из головок, а зубья стальной шестерни — целиком из ножек, можно существенно повысить нагрузочную способность передачи в целом.

На рис. 1 представлен график, показывающий характер изменения нагрузки при высотной коррекции; на рис. 2 — график изменения удельного скольжения при высотной коррекции.

Для подтверждения предположения были поставлены эксперименты на испытательном стенде, работающем по принципу «замкнутого

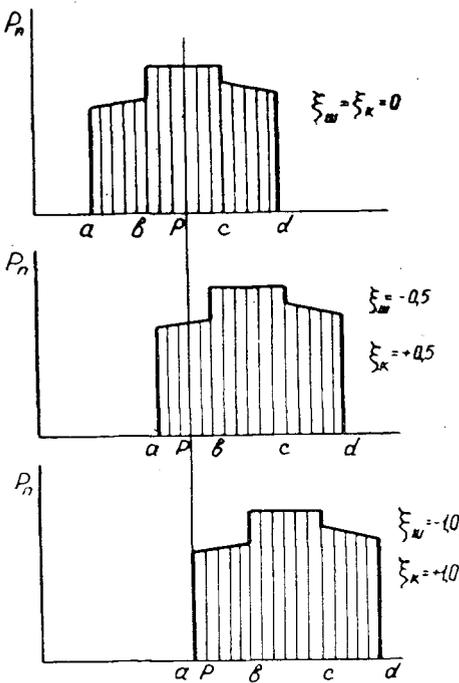


Рис. 1.

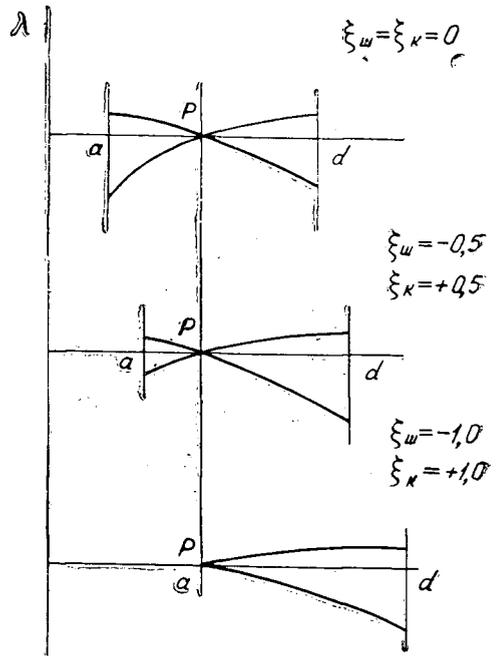


Рис. 2.

потока мощности». Стенд состоит из электродвигателя ($N = 1,5 \text{ квт}$, $n = 1000 \text{ об/мин}$), двух спаренных редукторов РМ-250, счетчика количества оборотов и контрольно-измерительной аппаратуры. Статор двигателя подвижно укреплен в шарикоподшипниковых опорах, в результате чего в процессе работы можно замерять реактивный момент на двигателе, то есть момент, идущий на преодоление сил сопротивления во всей системе. Зная величину нагрузки и реактивного момента, можно найти к.п.д. установки в целом, а при известных значениях коэффициентов полезного действия подшипников и металлических шестерен — к.п.д. экспериментальных колес и его изменение в процессе испытания.

Циркулирующая нагрузка создавалась при закручивании торсионного вала моментом требуемой величины. Необходимо отметить, что в результате износа испытываемых зубчатых пар может произойти некоторое уменьшение угла первоначального закручивания вала (так называемое «сползание нагрузки»). Угол первоначального закручивания, то есть задаваемая нагрузка и ее сползание фиксировались контрольно-измерительной аппаратурой, причем эти величины измеряли импульсным методом, описанным в одной из статей [1].

В начале каждого опыта производили обкатку испытываемых колес при нагрузке 25, 50 и 75% от максимально задаваемой, затем колеса нагружались полностью и обрабатывали на стенде 10^7 циклов.

Через каждые 10^6 циклов осматривали поверхности зубьев испытываемых колес и замеряли износ. Измерительным инструментом служила индикаторная зубомерная скоба с ценой деления $0,005 \text{ мм}$, позволявшая определять толщину зубьев по общей нормали. Замеры износа по общей нормали обладают большей точностью по сравнению с замерами по постоянной хорде. Кроме того, при больших значениях коэффи-

диента коррекции постоянная хорда может оказаться внутри зубчатого венца, то есть обмер по постоянной хорде оказывается невозможным.

Нами были испытаны зубчатые передачи, состоящие из пары сталь — древесный пластик (ДСП-Г). Межцентровое расстояние передач $A = 100$ мм, передаточное отношение $i = 1,1$. Зацепление прямозубое. Во всех передачах ведущим было стальное колесо, изготовленное из стали 45, ведомым — колесо из ДСП-Г. Колеса нарезали на зубофрезерном станке «Комсомолец» по 7 классу точности.

В первой серии опытов испытывали прямозубые некорригированные колеса с $m = 2,5$ мм; $z_1 = 38$; $z_2 = 42$; $d_{g_1} = 95$; $d_{g_2} = 105$; во второй — колеса тех же параметров, но с коэффициентами коррекции $\xi_1 = -0,5$ и $\xi_2 = +0,5$ (так называемое V-0,5 зацепление); в третьей серии — колеса внеполюсного зацепления II рода (по терминологии, предложенной Г. К. Трубиным) с $\xi_1 = -1,0$ и $\xi_2 = +1,0$. Модуль и числа зубьев колес для всех серий опытов оставались постоянными. Во всех случаях колеса работали при смазке автотом 10.

При проведении первой серии опытов было замечено, что износ головок значительно меньше, чем ножек. Износ и разрушение рабочей поверхности зубьев начинается у полюсной линии, затем перемещается в зону ножек и после разрушения поверхности ножек зубьев переходит на головки.

Как уже указывалось, причинами, вызывающими первоначальное разрушение поверхностей зубьев в зоне полюса зацепления, являются: повышенный коэффициент трения, а следовательно, и сила трения в этой зоне; большая нагруженность зубьев в зоне полюса, так как здесь мы имеем однопарное зацепление.

Г. К. Трубин [5] выдвинул гипотезу, согласно которой одной из причин усталостного разрушения зубьев является смазка. Эта гипотеза объясняет, почему вначале происходит выкрашивание на поверхности ножек зубьев, а не головок (износ головок меньше, так как они являются обгоняющей поверхностью по отношению к ножкам).

Замечено, что для такого материала как ДСП-Г это менее характерно. Хотя износ обгоняющей поверхности и значительно меньше, а долговечность выше, характер разрушения и у обгоняющей и у обгоняемой поверхностей одинаков.

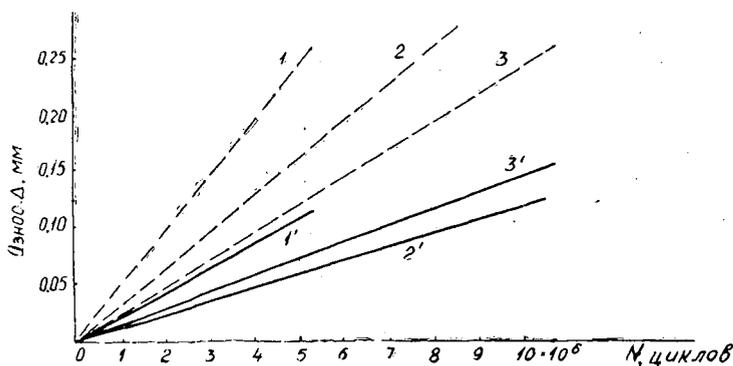


Рис. 3. Некорригированное зацепление. Сплошные линии — износ головок; пунктирные — износ ножек.

Линии 1 и 1' соответствуют нагрузке 60 кг/см; 2 и 2' — 42 кг/см; 3 и 3' — 25 кг/см.

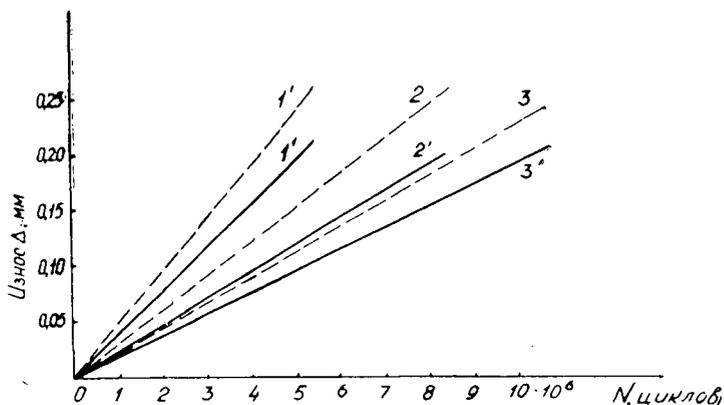


Рис. 4. Корригированное V-0,5 зацепление.

Линии 1 и 1' соответствуют нагрузке 75 кг/см; 2 и 2' — 60 кг/см;
3 и 3' — 40 кг/см.

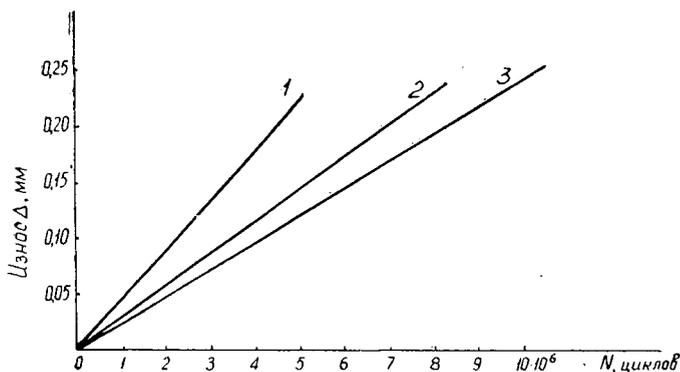


Рис. 5. Внеполюсное зацепление.

Линия 1 соответствует нагрузке 90 кг/см; 2 — 75 кг/см; 3 — 55 кг/см.

На основании экспериментальных данных построены графики износа зубьев в зависимости от числа циклов нагружения при различных нагрузках (рис. 3, 4, 5).

Разрушение начинается с образования на поверхности микроскопических усталостных трещин в местах выхода к линии контакта продольных волокон шпона. Наличие сил трения в местах контакта способствует удалению с поверхности разрушенных частиц, в результате чего образуются впадины. Последние, уменьшая площадь контакта, увеличивают нагрузку на поперечные волокна шпона, вследствие чего они разлохмачиваются. В конце концов поверхность становится рыхлой и непригодной для эксплуатации. Испытания, проведенные с целью выявления нагрузочной способности по контактной прочности, свидетельствуют о том, что с уменьшением удельной нагрузки на зубья длительность работы до появления их разрушения увеличивается.

Результаты экспериментов по всем трем сериям, определяющие зависимость удельной нагрузки q от числа циклов N , приведены в полупологарифмической системе координат (рис. 6).

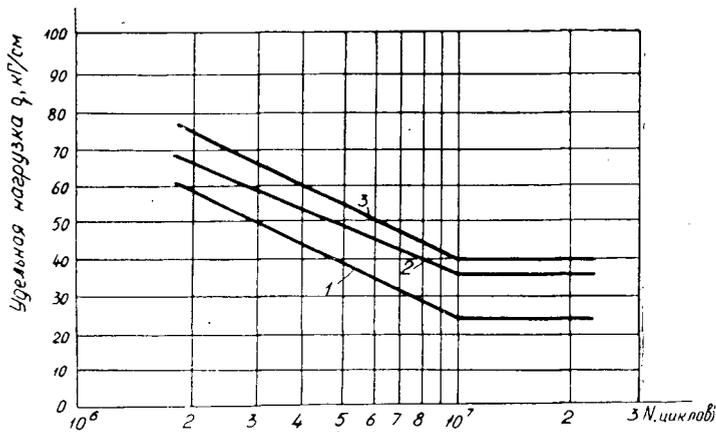


Рис. 6.

1 — некорректированное зацепление; 2 — скорректированное V-0,5 зацепление; 3 — внеполюсное зацепление.

Для определения предела контактной выносливости рабочей поверхности зубьев использовали метод математической статистики [3]; при этом учитывали, что имеется относительно малое число испытаний. Обработку и построение кривых контактной выносливости проводили с помощью корреляционных уравнений. На основании теоретического исследования и экспериментов можно заключить следующее.

1. Нагрузочную способность зубьев зубчатых колес из ДСП-Г лимитирует контактная прочность зубьев. Это подтверждают работы и других авторов [2], [6].

2. Разрушение поверхности зубьев происходит за счет истирания волокон шпона под действием сил трения в зацеплении.

3. В качестве критерия для оценки поверхностной прочности зубьев целесообразно брать величину удельного давления.

4. Парная стальная шестерня почти не изнашивается и может быть неоднократно использована при замене изношенных колес из ДСП-Г.

5. Применение высотной коррекции дает положительный результат. В частности, при V-0,5 зацеплении удалось повысить удельную нагрузку на зубья на 40% при одинаковом по сравнению с некорректированной передачей износе (абсолютная величина износа указывается на графике). Применение внеполюсной передачи (использование так называемого «головочного эффекта») также дало положительный результат. По предварительным данным, в этом случае нагрузка была на 60% выше, чем при испытании некорректированных передач.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. К. В. Васильев. Электрические измерения механических величин импульсным методом. 1962. [2]. Л. П. Девин. ИВУЗ. Журн. «Машиностроение» № 8, 1961. [3]. А. К. Митропольский. Техника статистических вычислений. 1961. [4]. М. М. Саверин. Труды ЦНИИТМАШ. 1948. [5]. Г. К. Трубин. Контактная усталость материалов для зубчатых колес. 1962. [6]. И. И. Шокин. Научные труды МЛТИ. Вып. II, 1961.

УДК 674.05

К ВОПРОСУ О РЕГУЛИРОВАНИИ СКОРОСТИ ПОДАЧИ СТАНКОВ ДЛЯ КОНТУРНОЙ ОБРАБОТКИ ЩИТОВ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

Г. Е. СИЛИНА

Аспирант

(Московский лесотехнический институт)

В настоящее время в большинстве деревообрабатывающих станков с проходным движением обрабатываемых деталей скорость подачи остается постоянной как при рабочем перемещении (в течение которого осуществляется обработка), так и при холостом (когда деталь подводят к режущему инструменту).

Величина скорости подачи при рабочем ходе должна обеспечивать требуемое качество обрабатываемой поверхности. Эта скорость, как правило, значительно меньше, чем возможная при холостом ходе.

В результате при постоянной скорости движения обрабатываемой детали (как при рабочем, так и при холостом движении) производительность станка или поточной линии значительно ниже возможной. Особенно резко снижается производительность станков с цепными механизмами подачи при больших расстояниях между подающими упорами и малых размерах обрабатываемой детали. Такие условия, в частности, встречаются при контурной обработке щитов.

Очевидно, применение двухскоростного привода, осуществляющего большую скорость подачи при холостом ходе и малую — при рабочем, в значительной степени повысит производительность оборудования, не снижая качества обработки деталей. Чтобы количественно оценить эффект, получаемый при таком приводе, рассмотрим характеристики типовых нормализованных узлов и элементов агрегатных станков и линий, разработанных ВНИИДМАШем.

Для подачи заготовок к режущим головкам рекомендуется применять одно- и двухцепные механизмы подачи с постоянной скоростью. Диапазон скоростей подачи одноцепного механизма принят равным 7—42 м/мин, двухцепного — 7—15 м/мин. В частности, в линии АЛЩ (автоматическая линия щитов), предназначенной для контурной обработки щитов, применяют одноцепной механизм подачи типа АП1-2 с расстоянием между подающими упорами 4000 мм.

При обработке продольных кромок щитов скорость подачи обычно составляет 6 м/мин. При этой скорости и принятом расстоянии между упорами производительность участка $Q_1 \approx 86$ шт./час.

На основании работ ВПКТИМа [3], процентное соотношение щитов разных длин (при ширине 119—750 мм и толщине 19—25 мм), применяемых в мебельном производстве, соответствует данным табл. 1.

Таблица 1

Длина щитов, мм	Удельный вес отдельных размерных групп в общем объеме типовых деталей данного производства, %
340—520	16
526—1000	62
1000—1200	10
1200—1520	8,5
1520—1800	3,5

Из табл. 1 видно, что средняя, наиболее употребительная длина щитов составляет 763 или округленно 800 мм.

На основании исследований, проведенных Ю. А. Цукановым [5] при распиловке древесно-волоконистых и древесно-стружечных плит, а также из имеющегося опыта по обработке кромок щитов хорошее качество обрабатываемой поверхности обеспечивается при скоростях подачи в пределах 0,5—4 м/мин. В случае фрезерования древесины [1], [2] скорость рабочей подачи может изменяться в пределах 4—15 м/мин. Таким образом, общий диапазон изменения скоростей подачи 0,5—15 м/мин, то есть 1 : 30. Холостую скорость подачи, исходя из наибольшей, на которую рассчитан механизм АП1-2, можно принять равной 40 м/мин, то есть соотношение скоростей 1 : 80. Подсчитаем производительность станка (или линии) при отдельных скоростях рабочей и холостой подач.

Часовая производительность станка (шт./час)

$$Q_2 = \frac{60}{\frac{S_1}{U_1} + \frac{S_2}{U_2}}, \quad (1)$$

где U_2 — рабочая скорость подачи, м/мин;
 U_1 — скорость подачи при холостом ходе, м/мин;
 S_1 — длина пути холостого хода, м.
 S_2 — длина обрабатываемого щита, м;

В свою очередь

$$S_1 = S - S_2, \quad (2)$$

где S — расстояние между упорами.

Подставляя принятые значения величин $S_1 = 0,8$; $S_2 = 3,2$ в выражение (1) и принимая рабочую скорость подачи 2 м/мин, получим $Q_2 = 125$ шт./час.

Итак, производительность станка, несмотря на снижение рабочей скорости с 6 до 2 м/мин, увеличилась на 45%.

Таким образом, применение различных скоростей подач (при рабочей и холостом перемещении детали) в значительной мере повышает производительность оборудования с одновременным улучшением качества обработки при подборе соответствующей рабочей скорости.

На рис. 1 приведен график скоростей в функции времени.

Существенным вопросом динамики изучаемого привода является время переходного процесса при переключении с холостой на рабочую скорости подачи. При больших отрицательных ускорениях и свободно лежащей на цепях детали возможно ее проскальзывание относительно цепи и образование зазоров между деталью и подающими упорами, что недопустимо.

Условие непроскальзывания детали на цепях подающего транспортера при переходе с большой на малую скорость обуславливается неравенством

$$m \cdot \frac{dU}{dt} < p \cdot f, \quad (3)$$

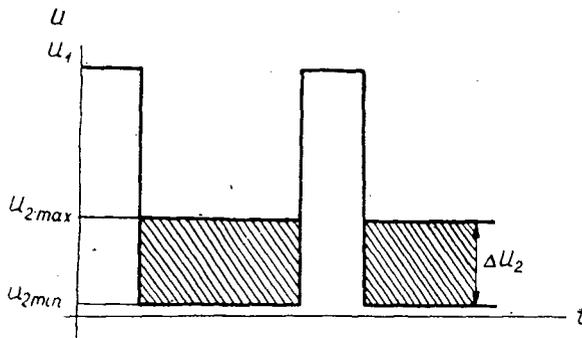


Рис. 1.

U_1 — скорость подачи холостого хода; U_2 — скорость подачи рабочего хода; $\Delta U_2 = U_{2max} - U_{2min}$ — диапазон рабочей скорости подачи.

где m — масса щита;

$\frac{dU}{dt}$ — ускорение;

p — вес щита;

f — коэффициент трения щита о направляющие.

Но

$$\frac{dU}{dt} = \frac{U_1 - U_2}{\tau} \quad (4)$$

и

$$m = \frac{p}{g}, \quad (5)$$

где τ — время переходного процесса при изменении скорости подачи с U_1 до U_2 .

Отсюда

$$\tau \geq \frac{U_1 - U_2}{g \cdot f}. \quad (6)$$

Подставляя значения величин $U_1 = 0,66$; $U_2 = 0,008$ в неравенство (6) и принимая $f = 0,2$, получим $\tau_{max} \geq 0,33$ сек.

Если учесть время срабатывания аппаратуры управления и инерционность всего механизма подачи, то реальное время переходного процесса τ_{max} может быть принято равным 0,5 сек.

Величина пути переходного процесса соответственно

$$S_\tau = \frac{U_1 - U_2}{2} \cdot \tau. \quad (7)$$

Подставляя те же данные, получим $S_\tau = 0,163$ м.

На рис. 2 приведена уточненная циклограмма работы станка.

В одном приводе чрезвычайно трудно обеспечить регулирование скорости подачи в диапазоне 1 : 80 при длительности переходного процесса 0,5 сек. Поэтому более рационально применять привод с двумя двигателями — нерегулируемым, осуществляющим холостую скорость подачи, и с регулированием рабочей скорости подачи в пределах 1 : 30.

Для обеспечения этого диапазона существует несколько вариантов привода. Механические вариаторы, хотя и обладают хорошими энергетическими показателями, но имеют ограниченный диапазон регулирования (1 : 6), сложность осуществления автоматизации, малый срок службы. Гидравлические хорошо себя оправдали, но главным образом, в механизмах с быстрым возвратно-поступательным движением. Мы остано-

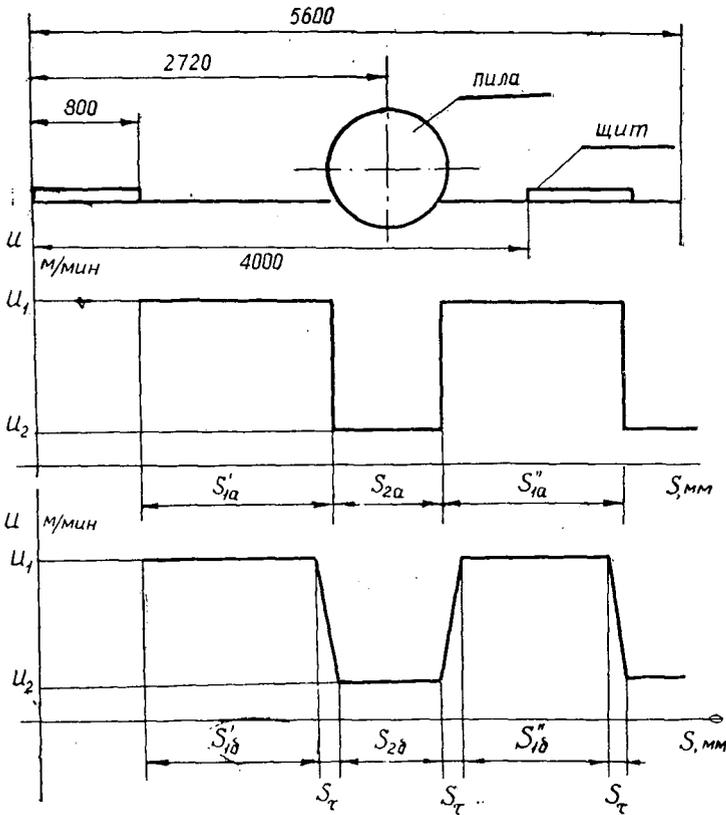


Рис. 2.

S'_{1a}, S''_{1a} — холостой ход механизма подачи без учета переходного процесса;
 S'_{1b}, S''_{1b} — холостой ход механизма подачи с учетом переходного процесса;
 S_{τ} — путь переходного процесса; S_2 — рабочий ход механизма подачи.

вися на разновидностях электрических систем бесступенчатого с жесткими механическими характеристиками и дистанционного регулирования.

В настоящее время нет отработанных схем регулирования скорости вращения двигателей переменного тока в широких пределах.

Целесообразнее применять регулируемый привод постоянного тока с магнитными усилителями и полупроводниковым выпрямителем типа ПМУ, ПМУ-М, ПМУ-П [4].

В приводе ПМУ согласование напряжения (выпрямленного неуправляемыми выпрямителями) с номинальным напряжением двигателя постоянного тока производится магнитным усилителем, который, благодаря наличию обратных связей по току и напряжению, служит одновременно и регулятором, обеспечивающим относительно высокую жесткость механических характеристик. Структурная схема ПМУ показана на рис. 3.

Из серийно выпускаемых приводов ПМУ-М наиболее пригоден для регулирования скорости подачи станков при контурной обработке щитов из древесины. Для переключения механизма подачи с рабочей скорости на холостую целесообразно применять фрикционные быстродействующие электромагнитные муфты типа ЭТМ, время срабатывания которых равно сотым долям секунды.

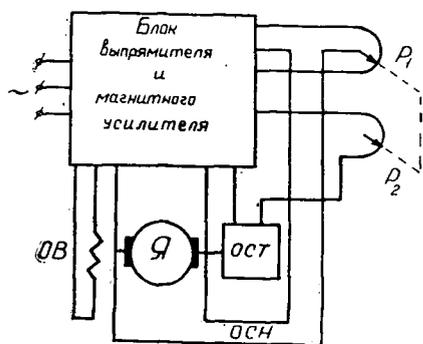


Рис. 3.

P_1 — орган настройки; P_2 — регулятор связи по току (P_1 и P_2 связаны механически между собой); Я — якорь двигателя постоянного тока; ОВ — обмотка возбуждения; ОСН — обратная отрицательная связь по напряжению; ОСТ — обратная положительная связь по току.

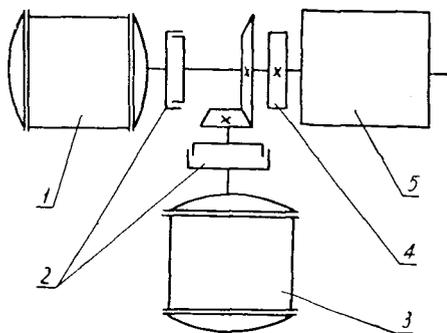


Рис. 4.

1 — асинхронный короткозамкнутый двигатель; 2 — электромагнитные быстродействующие муфты; 3 — двигатель постоянного тока, управляемый магнитным усилителем (привод типа ПМУ-М); 4 — обгонная муфта; 5 — редуктор.

Таким образом, для изменения скорости подачи станка по переменному графику можно предложить агрегат, имеющий следующую структурную схему (рис. 4). В частности, для круглопильного станка с механизмом подачи типа АП1-2 можно рекомендовать асинхронный двигатель серии АО 32-4, двигатель постоянного тока типа П-31, а соответственно, и привод ПМУ 6М-2, быстродействующие электромагнитные муфты типа ЭТМ-071АБ.

В настоящее время в Московском лесотехническом институте проводятся научно-исследовательские проектные работы по изысканию оптимального варианта регулируемого привода подач данного типа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. А. Комаров. Исследование поперечного фрезерования древесины. Кандидатская диссертация, МЛТИ, М., 1964. [2]. Н. А. Кряжев. Исследование качества поверхности древесины при продольном фрезеровании. Кандидатская диссертация. МЛТИ, М., 1954. [3]. Разработка конструкций универсально-разборной мебели для автоматизированного производства. Отчет по теме 5760. ВПКТИМ, М., 1960. [4]. Я. Б. Розман. Промышленные серии регулируемых приводов ПМУ и ПМС. Изд-во «Энергия», 1960. [5]. Ю. А. Цуканов. Исследование процесса пиления древесно-стружечных плит. Кандидатская диссертация, МЛТИ, М., 1963.

Поступила в редакцию
16 декабря 1965 г.

УДК 634.0.812 : 674.032.475.553 (470.5)

НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ СИБИРСКОЙ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

М. С. НЕКРАСОВ

Аспирант

(Уральский лесотехнический институт)

Технической характеристике древесины различных форм ели посвящено много работ [1], [2], [3], [4], [7], [9], [11], но все они в основном освещают физико-механические свойства форм европейской ели того или иного района исследования. Работы по изучению технических свойств древесины ели сибирской, распространенной на Урале и в Сибири [5], [6], [8], [11], характеризуют ее в целом на ограниченном материале, к тому же относящемся к разным возрастам и к различным условиям местопроизрастания.

Наши исследования показали, что в условиях Среднего Урала ель сибирская весьма разнообразна по морфологическим признакам. По строению коры выделены группы — продольнотрещиноватокорая, пластинчатокорая и гладkokорая; по типу ветвления — гребенчатая, неправильногребенчатая, компактная и плосковетвистая (плоскогоризонтальная); по цвету женских молодых шишек — красношишечная, переходная и зеленошишечная.

Для изучения технических свойств древесины выделенных групп брали модельные деревья (36 шт.) на трех пробных площадях, заложенных в одном квартале Чусовского леспромхоза Пермской области в ельнике разнотравно-зеленомошниковом V—VI класса возраста. Их возраст колебался от 97 до 106 лет.

Для каждой группы деревьев было взято по три средних, то есть наиболее типичных дерева, а для лучшей в лесоводственном отношении (по совокупности трех морфологических признаков) группы и худшей — по шесть деревьев.

К первой группе по совокупности признаков относятся деревья ели сибирской, имеющие продольнотрещиноватую кору, компактный тип ветвления и красный цвет молодых женских шишек; ко второй — деревья с гладкой корой, плоскогоризонтальным типом ветвления и зеленым цветом молодых женских шишек. Первая группа превосходит вторую по высоте на 10,1%, по диаметру — на 13,1%, по среднему приросту в высоту — на 8,3%, приросту по диаметру — на 14,3%, по накоплению древесной массы — на 24,7%.

Кряжи для изготовления образцов на физико-механические испытания выпиливали длиной 2,0 м на высоте 1,3—3,3 м. Всего испытано по

всем приведенным видам испытаний на основании требований ГОСТа 3172 образца. Результаты обработаны методом вариационной статистики.

Сравнительная характеристика физико-механических свойств выделенных групп деревьев ели сибирской в отдельности по каждому наиболее характерному диагностическому признаку (при $W = 15\%$) приведена в табл. 1.

Таблица 1

Форма ели	Объемный вес, г/см ³	Предел прочности при сжатии вдоль волокон, кг/см ²	Предел прочности при статическом изгибе в тангентальной плоскости, кг/см ²	Твердость статическая торцовая, кг/см ²
По типу строения коры				
продольнотрещиноватая	0,382	338	639	236
гладкокорая	0,474	398	718	258
По типу ветвления				
компактная	0,409	358	658	236
плоскогоризонтальная	0,454	403	732	267
По цвету женских шишек				
красношишечная	0,409	358	658	236
зеленошишечная	0,457	412	741	268

По остальным морфологическим признакам каждой из групп деревьев получены средние или близкие к той или иной приведенной группе показатели.

В табл. 2 приведены физико-механические свойства древесины двух групп деревьев ели сибирской, объединяемых по совокупности признаков (при $W = 15\%$).

Таблица 2

Группа деревьев	Статистические показатели	Число годовых слоев в 1 см	Процент поздней древесины	Объемный вес, г/см ³	Предел прочности при сжатии вдоль волокон, кг/см ²	Предел прочности при статическом изгибе в тангентальной плоскости, кг/см ²	Твердость статическая торцовая, кг/см ²
1	Число наблюдений n	120	120	150	100	100	100
	Среднее арифметическое M	4,1	20,8	0,38	354	635	231
	Ошибка среднего арифметического $\pm m$	0,1	0,4	0,002	3,0	8,7	1,9
	Коэффициент изменчивости C , %	36,1	22,6	6,3	8,5	13,8	8,1
2	n	120	120	150	100	100	100
	M	5,3	25,4	0,46	408	726	267
	$\pm m$	0,2	0,9	0,003	3,2	7,4	1,8
	C , %	35,8	40,2	7,0	7,8	10,1	6,6

Таким образом, лучшей по совокупности всех свойств оказалась ель с гладкой корой, плоскогоризонтальным типом ветвления и зеленым цветом молодых шишек.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Т. Н. Вишнякова. Исследование физико-механических свойств и анатомического строения древесины различных форм ели в ельнике-черничнике. Диссертация, Л., 1954. [2]. П. И. Войчалъ. К вопросу об объемном весе и проценте поздней древесины внутривидовых форм ели. Труды АЛТИ, т. 19, 1959. [3]. П. И. Войчалъ. О механических свойствах древесины внутривидовых форм ели. Труды АЛТИ. Вып. XVI, 1955. [4]. В. П. Гаврисъ. Многоформенность лесных пород и практическое использование ценных форм сосны и ели. Журн. «Лесное хозяйство» № 1, 1938. [5]. П. Н. Герасимов. Исследования технических свойств древесины ели Урала. Труды ЛТА, № 47, Л., 1936. [6]. Н. А. Курбатов. Сибирская ель. М., 1934. [7]. Л. И. Милютин. Физические свойства древесины ели Брянской области. Реферативно-тезисный сборник научно-технической конференции по результатам исследовательских работ за 1959 г., вып. V. Брянск, 1960. [8]. Л. М. Перелыгин. Физико-механические свойства древесины хвойных пород СССР. Журн. «Лесная промышленность» № 9—10, Гослесбумиздат, 1942. [9]. В. И. Пчелин. Физико-механические свойства древесины различных форм ели (*Picea excelsa* Link.). ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1958. [10]. Г. Д. Тышкевич. Физико-механические свойства древесины ели на Карпатах и их изменение в зависимости от типов ветвления. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1958. [11]. И. С. Хуторщиков. О физических свойствах и химическом составе древесины Сибири. Труды ЛТА, Секция химико-технологическая, вып. 85, Л., 1960.

Поступила в редакцию
20 января 1966 г.

УДК 661.728.2

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

НАТРОННАЯ ВАРКА ЕЛОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ
С ДОБАВКАМИ ФЕНОЛОВ*М. Я. ЗАРУБИН*

Доцент

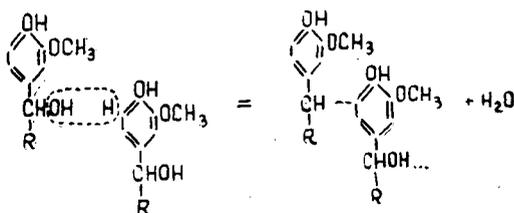
В. И. РЯБЫХ

Студент

(Ленинградская лесотехническая академия)

В настоящее время считают, что в ходе щелочных варок лигнин гидролизуется по простым эфирным связям, затем полученные продукты конденсируются с образованием высокомолекулярного продукта. Группами, ответственными за вторичные изменения лигнина, по общему мнению ведущих химиков-лигнинщиков, являются α -бензильно-спиртовые гидроксилы.

В 1957 г. Д. В. Тищенко [3] предложил гипотезу, согласно которой конденсация лигнина должна осуществляться за счет α -бензильно-спиртового гидроксила одной структурной единицы лигнина и атома водорода в орто-положении к фенольному гидроксилу бензольного кольца другой единицы



Если это так, то для предотвращения вторичных конденсационных процессов необходимо или блокировать α -бензильно-спиртовые гидроксилы, или заменить водород в орто-положении на какой-либо остаток, не способный к конденсации.

Ранее [2] были проведены первые опыты по такой блокировке реакционноспособных групп — натронная варка древесины с добавками разных фенолов. Наиболее реакционноспособным из фенолов оказался резорцин.

Согласно полученным данным, в случае натронной варки древесины с резорцином в раствор перешло $\approx 95\%$ лигнина, выход резорцин-лигнина, выделяемого подкислением HCl, составил 42% от исходной абс. сухой навески еловой древесины. При обычной натронной варке выход лигнина, выделяемого подкислением HCl, составил $22,7\%$ от

исходной навески древесины или 73,8% от лигнина в древесине. Следовательно, привес к лигнину в ходе варки составил $\approx 20\%$ от древесины. Отсюда можно заключить, что в ходе варки к лигнину присоединяется большее количество резорцина (что невозможно представить по упомянутой схеме гидролиза и конденсации), или допустить, что наряду с лигнином резорцин в ходе варки химически взаимодействует с продуктами деградации углеводов с образованием веществ, выпадающих в осадок при подкислении.

Выяснению этих вопросов и посвящена данная работа. В литературе нет сведений о взаимодействии углеводов с фенолами в щелочной среде. Имеются лишь краткие сообщения о конденсации фенола с пентозансодержащими материалами, а также с целлюлозой и глюкозой в кислой среде [4].

Для выяснения возможности конденсации углеводов с резорцином в щелочной среде мы провели варку беленой сульфатной целлюлозы с резорцином. При подкислении щелочного раствора соляной кислотой HCl было получено 4,3% (от исходной навески) осадка, схожего с резорцин-лигнином. Продукт не растворим в эфире и растворим в спирте. Из подкисленного раствора эфиром извлечено 8% нелетучих кислот (от исходной навески целлюлозы). Для того чтобы выяснить, являются ли полученные вещества продуктами конденсации резорцина с углеводами, были сняты спектры поглощения этих продуктов в ультрафиолетовой области. Они схожи со спектрами резорцин-лигнина (рис. 1).

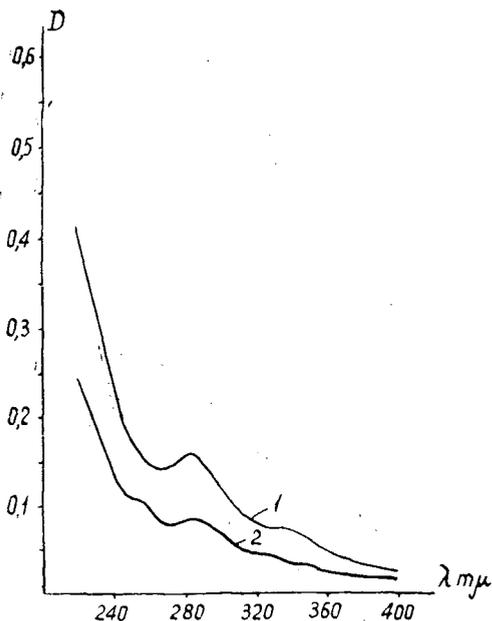


Рис. 1.

1 — осадок, выпавший при подкислении; 2 — эфирный экстракт из подкисленного раствора.

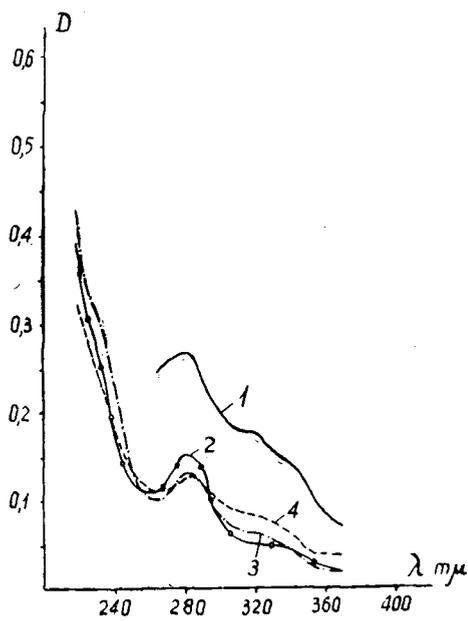


Рис. 2.

1 — резорцин-лигнин; 2 — бензолрастворимая часть резорцин-лигнина; 3 — эфирорастворимая часть резорцин-лигнина; 4 — кислоты от варки древесины с резорцином.

Из составных частей древесины наиболее нестойкими к воздействию щелочей являются гемицеллюлозы, поэтому можно предполагать, что именно продукты деградации последних будут принимать уча-

ствие в конденсации с резорцином. Если конденсация лигнина с резорцином происходит согласно предложенной схеме [2], то в результате должны образоваться дифенилметановые производные. Известно [1], что введение метиленовой группы в ароматическое вещество вызывает смещение максимума поглощения вещества в ультрафиолетовой области в сторону более длинных волн, например, для бензола $\lambda_{max} = 255$ мк, для дифенилметана $\lambda_{max} = 262$ мк. Поэтому нами были сняты ультрафиолетовые спектры поглощения выделенных продуктов от варки древесины с резорцином (рис. 2), и для сравнения взяты спектры аналогичных продуктов нормальной натронной варки (рис. 3).

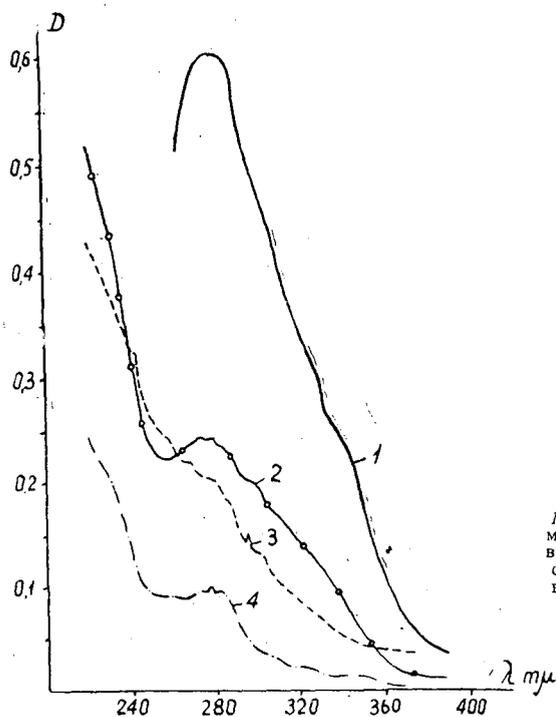


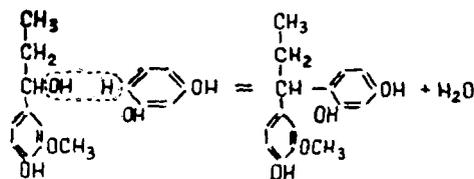
Рис. 3.

1 — натронный лигнин; 2 — бензолрастворимая часть натронного лигнина; 3 — эфирорастворимая часть натронного лигнина; 4 — кислоты, извлеченные из кислого водного раствора от натронной варки.

Из этих рисунков видно, что в случае варки древесины с резорцином все продукты, как мы и предполагали, имели максимум поглощения, сдвинутый в сторону длинных волн по сравнению с максимумом поглощения лигнина Бьеркмана ($\lambda_{max} = 280$ мк) и соответствующих продуктов обычной натронной варки. Например, лигнин Бьеркмана и натронный, высаженный HCl, имели максимум поглощения при 280 мк, резорцин-лигнин — при 282,5 мк; эфирорастворимая часть натронного лигнина (1,6% от лигнина) показывала очень слабое поглощение в лигнинной области, соответствующая часть резорцин-лигнина имела максимум поглощения при 285 мк; максимум поглощения для бензолрастворимой части натронного метилированного лигнина находился в области 272,5 — 277,5 мк, для соответствующей части резорцин-лигнина — при 282,5 мк; кислоты, извлеченные из кислого водного раствора от натронной варки, имели максимум поглощения при 277,5 мк, соответствующие кислоты от варки древесины с резорцином — при 282,5 мк.

Для изучения механизма реакции взаимодействия лигнина с резорцином и проверки предполагаемой схемы реакции нами были поставлены опыты (в тех же условиях, что и с древесиной) с модельным веществом, содержащим α -бензильно-спиртовую группу — 1 (4-окси-3-метоксифенил) — пропанолом — 1. В результате было получено ≈ 30 —40% (от взятой навески спирта) бензолнерастворимого и $\approx 90,0\%$ бензолрастворимого продукта. Полученные продукты, как и резорцин-лигнин, показывали максимум поглощения при 282—282,5 мкм, содержали ОСН₃ групп 8,7 и 11,2%.

Согласно схеме



Число групп ОСН₃ в ожидаемом продукте составляет 11,3%, в резорцин-лигнине 6—7% (рис. 4).

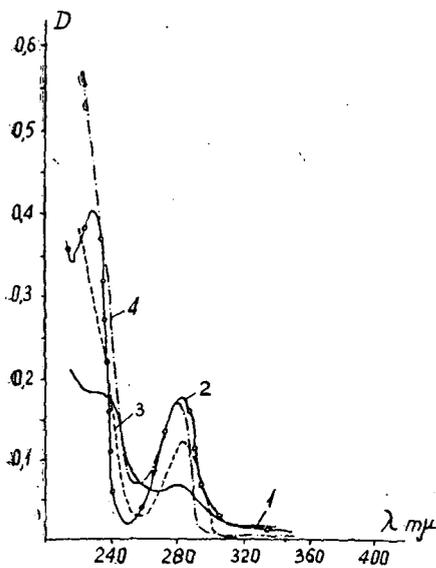


Рис. 4.

1 — продукт варки ванилина с резорцином; 2 — бензолрастворимый продукт; 3 — бензолнерастворимый продукт; 4 — 1 (4-окси-3-метоксифенил) — пропанол — 1.

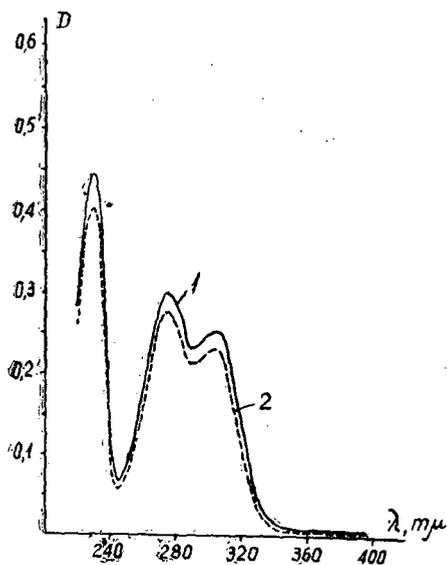


Рис. 5.

1 — 1 (4-окси-3-метоксифенил) — пропанол — 1; 2 — 1 (4-окси-3-метоксифенил) — пропанол — 1, выделенный после варки с резорцином.

Так же были поставлены опыты с другими моделями — 1 (4-окси-3-метоксифенил) — пропанолом — 1 и ванилином. Как нами было показано, 1 (4-окси-3-метоксифенил) — пропанол — 1 не реагировал с резорцином и остался неизменным. Точка плавления, содержание ОСН₃

групп и ультрафиолетовый спектр поглощения выделенного продукта соответствовали данным исходного (рис. 5).

При варке ванилина с резорцином было получено около 100% (от исходной навески ванилина) окрашенного твердого продукта, не растворимого практически в бензоле и эфире и показывающего слабое поглощение в ультрафиолетовой области при 282,5 мкм и содержащего 5,0% ОСН₃ групп (рис. 4).

Для получения сведений о строении резорцин-лигнина мы исследовали его химический состав, начиная с эфирорастворимой части как наиболее низкомолекулярной. Навеска (5,5 г) метилированной диметилсульфатом эфирорастворимой части резорцин-лигнина была разделена (на окиси алюминия) на фракции (табл. 1).

Таблица 1

№ фракции	Растворитель	Процент от исходной навески	Найдено, %			Примечание
			С	Н	ОСН ₃	
I	Бензол	12	74,5	8	25	Вязкий, светло-коричневый продукт
II	Бензол	5,4	70,8	7,05	29,6	Твердый, размягченный на водяной бане
III	Эфир	~1	—	—	26	Твердый
IV	Эфир	~12	70,5	7,35	25,5	Твердый, размягченный на водяной бане
V	Эфир	27,8	72,5	7,8	23,1	
VI	Эфир	6,3	79,7	10,1	5,5	Твердый
VII	Ацетон	7,6	66,5	6,5	11—15	Твердый, светло-коричневый
VIII	Ацетон + соляная кислота	14	68,2	6,3	27,6	Твердый, черный
IX	Ацетон + соляная кислота	14,8	65,5	6,4	16,3	

Из табл. 1 видно, что эфирорастворимая часть резорцин-лигнина имеет сложный состав. Фракции I—V имеют высокое содержание углерода и водорода и скорее похожи на продукты конденсации резорцина со структурными единицами лигнина. Фракция VI содержит много углерода и водорода, но очень мало метоксильных групп; VII и IX имеют более низкое содержание углерода и водорода и, возможно, содержат продукты конденсации углеводов с резорцином.

Для всех полученных фракций, выделенных при помощи хроматографии эфирорастворимой части резорцин-лигнина, были сняты спектры поглощения в ультрафиолетовой области (рис. 6 и 7).

Из рис. 6 видно, что для фракций I—IV спектры поглощения сходны. Эти фракции имели максимум поглощения при 280—282,5 мкм и горизонтальную площадку в области от 305 до 320 мкм. Фракции V, VII, IX имели сходную форму кривых поглощения и максимум поглощения в области 281—285 мкм, но не имели горизонтальной площадки в области 305—320 мкм.

Фракция IX имела слабое поглощение при 277,5 мкм, VI по спектру ультрафиолетового поглощения отличалась от всех вышеуказанных фракций. Она имела ярко выраженный максимум поглощения при 258,5 мкм.

Эфирорастворимая часть резорцин-лигнина имела молекулярный вес ≈ 320 (криоскопия в феноле). Такие вещества должны перегоняться в глубоком вакууме и, кроме того, перегонкой можно освободиться от продуктов конденсации углеводов с резорцином. Поэтому метилиро-

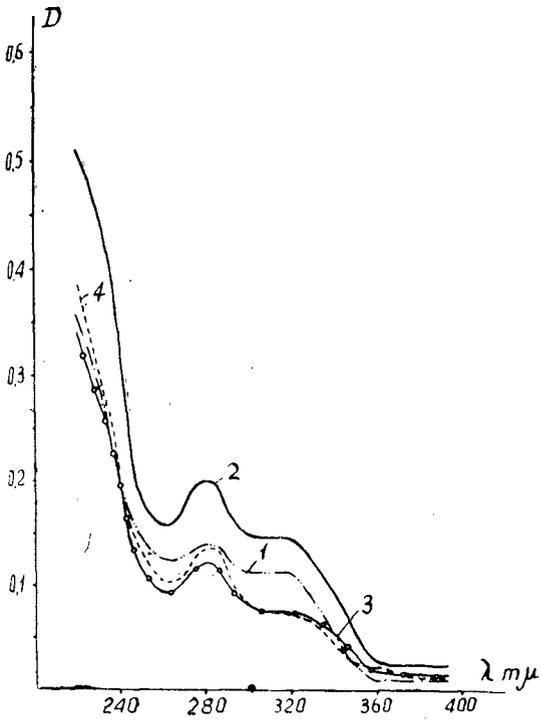


Рис. 6.
1 — I фракция; 2 — II; 3 — III; 4 — IV.

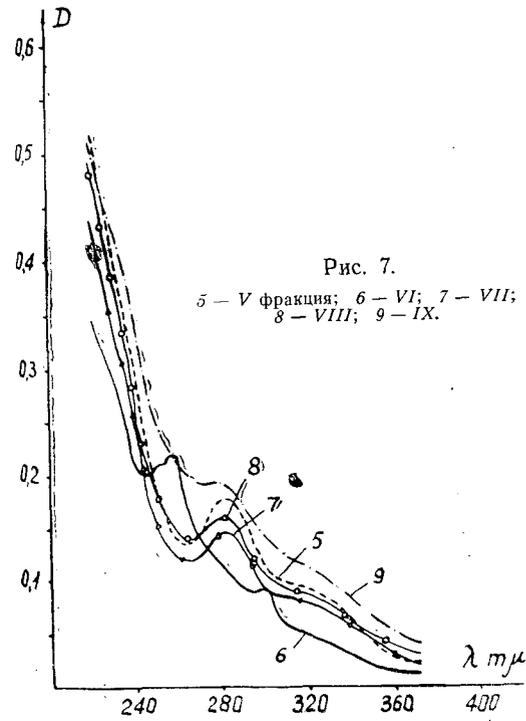


Рис. 7.
5 — V фракция; 6 — VI; 7 — VII;
8 — VIII; 9 — IX.

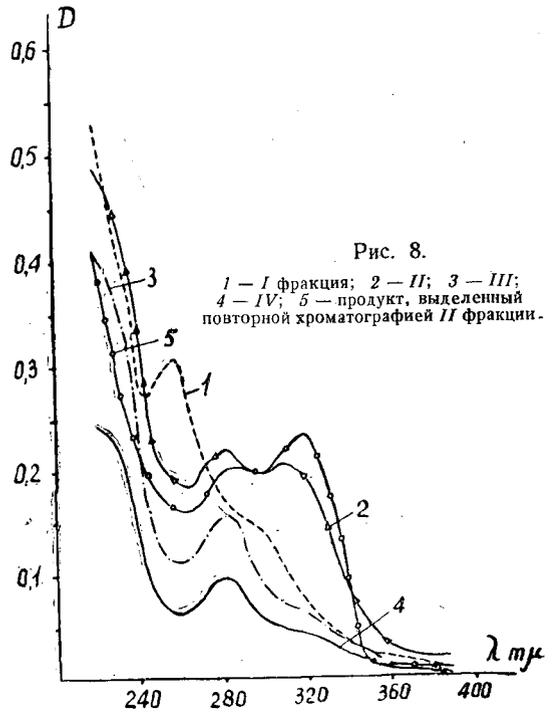


Рис. 8.
1 — I фракция; 2 — II; 3 — III;
4 — IV; 5 — продукт, выделенный
повторной хроматографией II фракции.

ванная эфирорастворимая часть резорцин-лигнина перед хроматографией была подвергнута перегонке при 0,08 мм рт. ст. Выход перегона составил $\approx 45\%$. Перегон разделен хроматографией на окиси алюминия (табл. 2).

Таблица 2

№ фракции	Растворитель	Процент от исходной навески	Процент ОСН ₃	Примечание
I	Бензин	9,0	2,9	Вязкая парафинообразная масса
II	Бензол	50	23,8	Стекловидная светло-желтая масса
III	Эфир	26	24	Бесцветный вязкий продукт
IV	Ацетон	12	—	Стекловидная масса

На рис. 8 приведены ультрафиолетовые спектры фракций, выделенных хроматографией перегона. Фракция I по содержанию метоксидов не является лигнинным продуктом, что было подтверждено и снятием ультрафиолетового спектра этой фракции. Она имела максимум поглощения при 257,5 мк (растворитель гептан). Так как для опытов мы использовали необессмоленную щепу, то, по-видимому, эта фракция представляет смесь нейтральных экстрактивных веществ древесины или продуктов декарбоксилирования смоляных кислот. Для фракции II найден максимум поглощения при 282,5 мк и небольшое поглощение в области 310—314 мк. Повторной хроматографией этой фракции был выделен продукт с максимумом поглощения в ультрафиолетовой области при 320 мк и слабым поглощением при 282,5 мк. Для фракций III и IV — максимум поглощения при 282,5 мк.

Как видно из полученных данных, в ультрафиолетовой области максимум поглощения основных фракций (за исключением фракции I) находится при 282,5 мк.

Выводы

1. Сравнением спектров резорцин-лигнина, лигнина Бьеркмана и лигнина натронной варки показано, что первый имеет максимум поглощения, сдвинутый в сторону более длинных волн. Это свидетельствует о возможной конденсации резорцина со структурными единицами лигнина с образованием дифенилметановых производных.

2. Проведением варки с резорцином модели, содержащей α -бензильно-спиртовую группировку, получены сведения, позволяющие считать, что α -бензильно-спиртовые группировки могут быть ответственны за конденсацию лигнина с резорцином.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Гилем, Е. Штерн. Электронные спектры поглощения органических соединений, 1957, стр. 172. [2]. М. Я. Зарубин, Д. В. Тищенко. ЖПХ, 35, № 12, 2724, 1962. [3]. Д. В. Тищенко. Журн. «Бумажная промышленность» № 7, 5, 1957; ЖПХ, 32, 157, 1959. [4]. С. Н. Ушаков, Е. Н. Фрейдберг. Пластические массы. Сб. II, 1937, стр. 169.

УДК 634.0.813.12 : 676.1.022.1

ЩЕЛОЧНЫЕ ВАРКИ ХОЛОЦЕЛЛЮЛОЗЫ СОСНЫ С ДОБАВКАМИ ВОССТАНОВИТЕЛЕЙ

Ю. Н. НЕПЕНИН

Доцент, кандидат технических наук

Г. А. ПАЗУХИНА

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

Реакция со щелочью у всех углеводов начинается с отщепления редуцирующей группы на конце молекулы ([1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]). Добавка восстановителей в варочный щелок способствует превращению конечной альдегидной группы в спиртовую, то есть приводит к прекращению реакции отщепления и тем самым — к увеличению выхода углеводов.

Щелочные варки холоцеллюлозы сосны с добавками восстановителей были проведены нами с целью выяснения возможности защиты от щелочного разрушения основных углеводных компонентов древесины. Холоцеллюлозу приготавливали из сосновых опилок (размером 0,5—2,0 мм) путем пятикратной обработки их надуксусной кислотой в спиртовой среде. Выход холоцеллюлозы из древесины составил 64,5%; остаточное содержание в ней лигнина — 1,05%. Состав гидролизата, установленный методом бумажной хроматографии, следующий: глюкоза 70,86%; манноза 14,90%; ксилоза 14,24%; арабиноза — следы. Расход активной щелочи на варку составлял 35% NaOH к углеводам; жидкостный модуль 8:1. Температурный график варки: подъем температуры до 170°С — 2 часа; стоянка при 170°С — 3 часа. Восстановительные натриевые соединения добавляли в счет расхода щелочи, другие восстановители — сверх ее расхода.

Прежде всего были проведены натронные варки холоцеллюлозы сосны без добавки восстановителей (рис. 1). Оказалось, что при этом в наибольшей степени щелочной деструкции подвергаются глюкоманнан и ксилан. Более 70% этих углеводов разрушаются уже во время подъема температуры до 170°С. Во время варки при 170°С выход углеводов понижается медленно (за 3 часа варки — примерно на 5%).

Сульфатная варка холоцеллюлозы сосны с добавкой сульфида натрия в количестве 10% (в ед. NaOH) от расхода щелочи несколько увеличивала выход углеводов на протяжении всей варки (рис. 2). Это увеличение происходило за счет меньшей щелочной деструкции ксилана и глюкоманнана, целлюлоза же в условиях сульфатной варки разрушалась даже несколько больше, чем при натронной. Особенно заметно защитное действие Na₂S на глюкоманнан и ксилан в период подъема

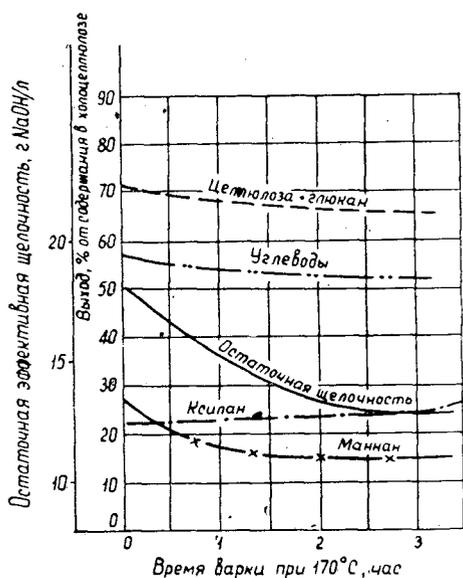


Рис. 1.

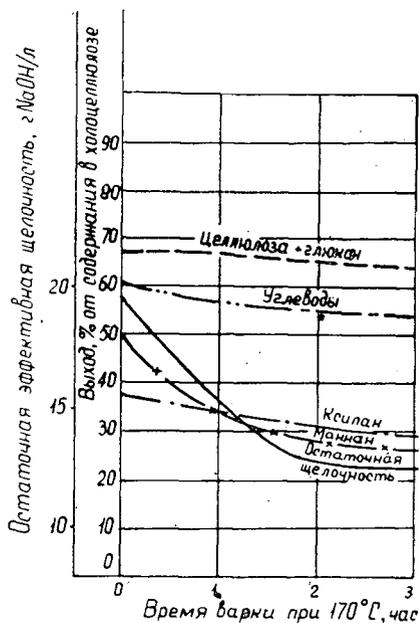


Рис. 2.

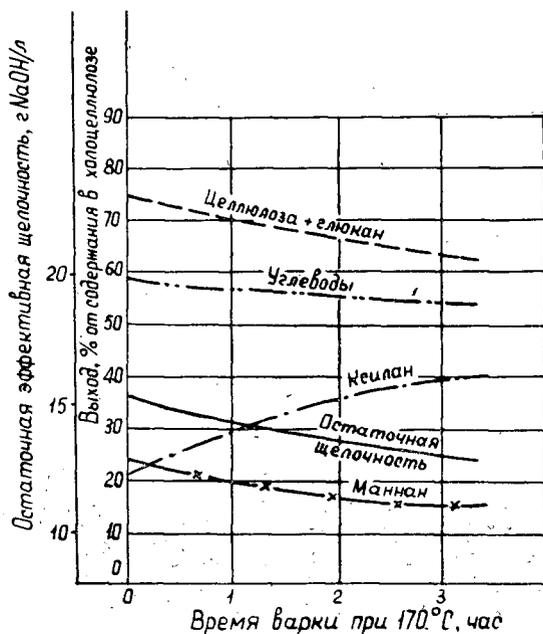


Рис. 3.

температуры до 170°C, когда происходит реакция отщепления. В дальнейшем при стоянке на конечной температуре 170°C, по-видимому, развивалась реакция щелочного гидролиза β -связей, в результате которой образовались новые альдегидные группы. Эти группы могут быть

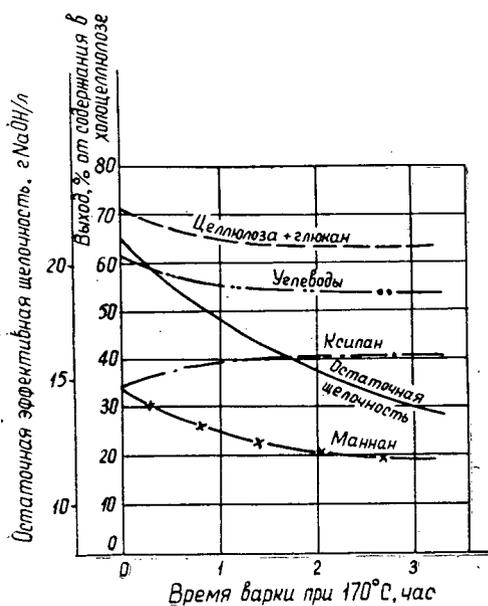


Рис. 4.

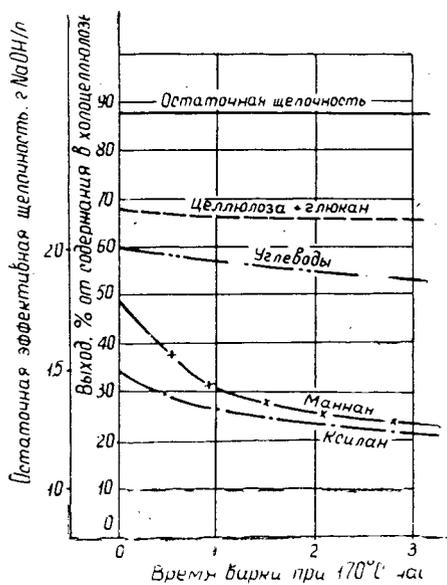


Рис. 5.

исходными для возобновления реакций отщепления. Поэтому содержание глюкоманнана и ксилана заметно падало в процессе варки при 170°С. Так как варки холоцеллюлозы были проведены с большим расходом щелочи, то остаточная эффективная щелочность щелока ($\text{NaOH} + \frac{1}{2} \text{Na}_2\text{S}$) оказалась достаточно высокой.

Щелочная варка холоцеллюлозы сосны с добавкой станнита натрия Na_2SnO_2 в количестве 10% (в ед. NaOH) от общего расхода щелочи позволила несколько увеличить выход углеводов (рис. 3). В период подъема температуры до 170°С этот восстановитель оказывает некоторое защитное действие на целлюлозу, но совершенно не защищает ксилан и глюкоманнан. В дальнейшем при стоянке на 170°С содержание глюкоманнана и целлюлозы в твердом остатке постепенно уменьшается, а ксилана, наоборот, увеличивается вследствие обратной сорбции его из раствора. Станнит натрия добавляли в счет активной щелочи, однако в процессе варки остаточная эффективная щелочность щелока оказалась такой же, как при натронной варке. Сорбция ксилана из варочного раствора происходит уже с начала стоянки на 170°С и значительно сильнее, чем при натронной варке. Это можно объяснить меньшим разрушением ксилана, перешедшего в раствор во время подъема температуры до 170°С.

При добавке в варочный щелок гидразина в количестве 10% (в ед. NaOH) от расхода щелочи (2,8% к весу углеводов холоцеллюлозы) также имело место некоторое повышение выхода углеводов по сравнению с натронной варкой (рис. 4). Несмотря на более высокую остаточную щелочность щелока, добавка гидразина способствует защите ксилана и глюкоманнана от реакции отщепления в период подъема температуры до 170°С. В процессе дальнейшей варки при 170°С содержание ксилана несколько увеличивается (вследствие обратной сорбции его волокном из щелока), а глюкоманнана постепенно уменьшается, но все же остается более высоким, чем при натронной варке.

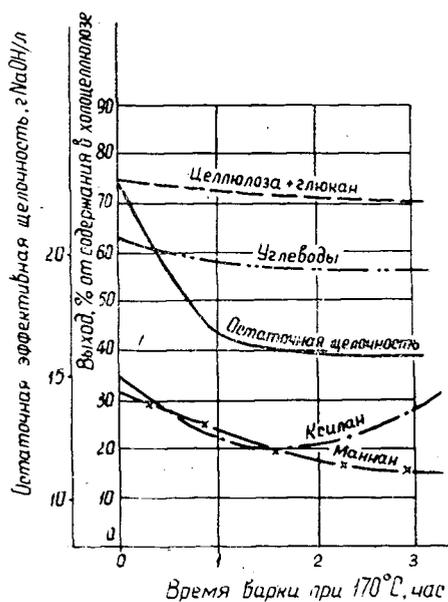


Рис. 6.

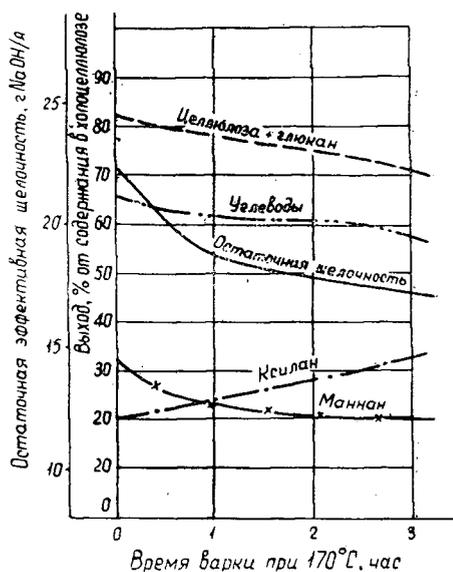


Рис. 7.

Добавка гидразина в количестве 10% к углеводам холоцеллюлозы (рис. 5) приводит к тому, что в процессе варки при 170°C щелочь почти совершенно не расходуется и щелочность варочного раствора сохраняется на очень высоком уровне (25,6 г/л). В этих условиях ксилан не приобретает способности обратно адсорбироваться из щелока на волокно, и его содержание медленно падает в процессе варки. Содержание глюкоманнана несколько выше, чем при натронной варке и при варке с меньшей добавкой гидразина. Общий выход углеводов, несмотря на более высокую остаточную щелочность варочного раствора, выше, чем при натронной варке.

Варки холоцеллюлозы с добавкой оксима ацетона в количестве 10% (в ед. NaOH) от общего расхода щелочи (рис. 6) показали, что выход углеводов после варки значительно увеличивается (примерно на 4% после 3 час варки) по сравнению с натронной варкой. Эффективная щелочность в процессе всей варки оставалась на более высоком уровне, чем при натронной.

Увеличение выхода углеводов происходит, в основном, из-за лучшего сохранения целлюлозы. Содержание глюкоманнана оказалось близким к содержанию его при натронной варке. Ксилан в течение первого часа варки при 170°C продолжал растворяться; затем с уменьшением остаточной щелочности щелока содержание ксилана некоторое время удерживалось на одном уровне, а в конце варки начиналась обратная сорбция ксилана волокном из щелока.

Добавка оксима ацетона в количестве 30% (в ед. NaOH) от общего расхода щелочи (рис. 7) приводила к еще большему увеличению выхода углеводов, несмотря на более высокую остаточную щелочность щелока. Возрастание выхода углеводов происходило, главным образом, из-за увеличения содержания целлюлозы, а также некоторого возрастания глюкоманнана и ксилана по сравнению с натронной варкой.

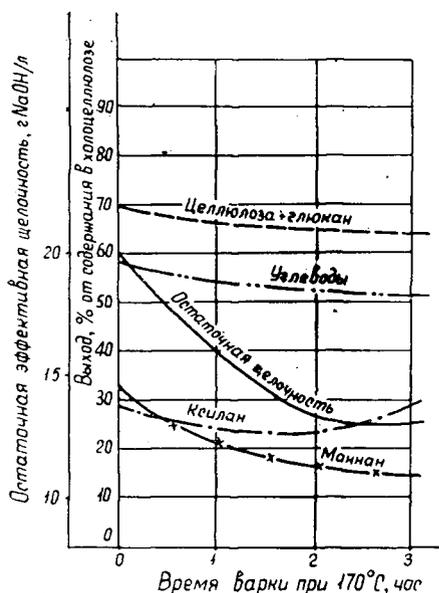


Рис. 8.

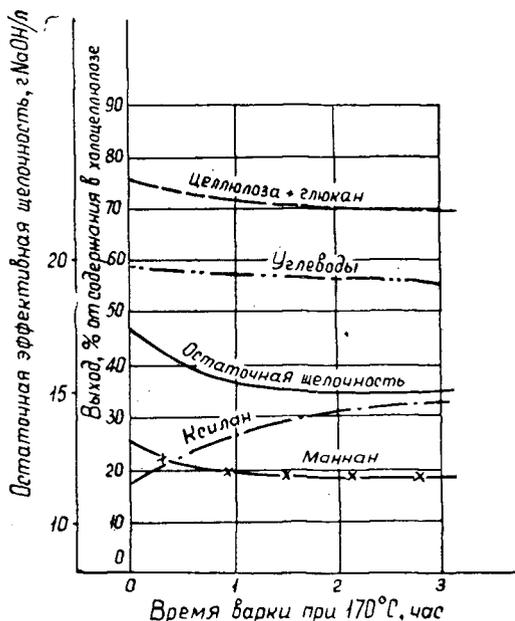


Рис. 9.

Интересно отметить, что сорбция ксилана начиналась с первого момента стоянки при 170°С.

Добавка цинковой пыли в варочный раствор в количестве 10% (в ед. NaOH) от расхода щелочи (рис. 8) не показала заметного увеличения выхода углеводов. Содержание отдельных углеводных компонентов при этом было близким к полученному при натронной варке.

Добавка цинковой пыли в количестве 30% (в ед. NaOH) от общего расхода щелочи (рис. 9) приводила к существенному увеличению выхода углеводов и некоторому возрастанию остаточной щелочности варочного раствора. Увеличение выхода углеводов происходило из-за лучшего сохранения целлюлозы и глюкоманна. Ксилан же в условиях этой варки приобретал способность адсорбироваться из раствора на волокно в значительных количествах.

Таким образом, щелочные варки холоцеллюлозы сосны с добавками восстановителей показали, что эти добавки позволяют защищать углеводы от щелочного разрушения. Присутствие восстановителей в варочном растворе приводит к уменьшению расхода щелочи вследствие того, что при этом возникает меньше органических кислот и оксикислот.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. W. M. Corbett, J. Kidd. Tappi 41, 137, 1958. [2]. G. F. Davidson. J. Textile Inst., 25, T. 174, 1934. [3]. O. Frazon, O. Samuelson. Svensk Papperstidn. 60, 720, 1957. [4]. J. Kenner. Chem. and Ind., 26, 727, 1955. [5]. G. Machell, G. N. Richards. Tappi 41, 12, 1958. [6]. H. Richtzenhain, B. O. Lindberg, B. Abrahamsson, K. Holmberg. Svensk Papperstidn. 57, 363, 1954. [7]. H. Richtzenhain, B. Abrahamsson. Svensk Papperstidn. 57, 538—541, 1954. [8]. O. Samuelson, A. Wennerblom. Svensk Papperstidn. 57, 827, 1954.

Поступила в редакцию
7 декабря 1965 г.

УДК 634.0.813.11

СОСТАВ КИСЛЫХ ГРУПП ТИОЛИГНИНА И ЕГО ФРАКЦИЙ

Е. Д. ГЕЛЬФАНД

Старший инженер

Б. Д. БОГОМОЛОВ

Доцент, кандидат технических наук

(Проблемная лаборатория Архангельского лесотехнического института)

Известно [1], что тиолигнин — побочный продукт сульфатно-целлюлозного производства — содержит в среднем около одной функциональной группы кислого характера на каждую структурную гваяцилпропановую единицу. Из всех кислых групп тиолигнина основная часть приходится на фенольные гидроксилы, на карбоксильные группы — 15—20%. Кислотность карбоксильных групп тиолигнина примерно одинакова — величины значений pK^* порядка 4,5 [6]; кислотность фенольных гидроксидов варьирует в широких пределах (например, pK фенольных элементов типа пропиогваякона составляет около 8 [9], pK деметилированных гваяколовых элементов типа пропилпирокатехина по аналогии с пирокатехином составляет около 14) в зависимости от характера и местоположения заместителей в ароматических ядрах.

Так как типы заместителей в ароматических ядрах фенольных структурных элементов лигнина весьма разнообразны, то вполне естественно, что тиолигнин является веществом поликислотного характера [2], [3], [8].

Интересно изучить распределение кислых групп лигнинов по их кислотности, например, по значениям pK , поскольку можно заранее ожидать, что для разных лигнинов характер этого распределения будет различным, вследствие неодинаковости их химической структуры. В перспективе, по-видимому, можно связать данные по распределению кислых групп лигнина с его химической структурой. В литературе по лигнину совершенно отсутствуют данные о распределении кислых групп лигнина по их кислотности.

Мы исследовали состав кислых групп тиолигнина и его фракций, поскольку тиолигнин имеет повышенное в сравнении с другими лигнинами содержание кислых групп. Была применена специально разработанная методика, согласно которой состав кислых групп образца лигнина может быть охарактеризован либо данными по содержанию в нем кислых групп с определенными пределами значений pK (например, по

* pK представляет собой отрицательный логарифм константы диссоциации кислоты.

содержанию кислых групп с $pK \leq 4,7$, $pK \leq 8$, $pK \leq 10$, $pK \leq 12$, $pK \leq 14$), либо выражен своеобразным «спектром» в системе координат pK , который строится на основе этих данных.

Следует сразу оговорить, что результаты применяемых здесь определений кислых групп с различными пределами pK (см. экспериментальную часть) относительно, но тем не менее хорошо воспроизводимы. Весьма условно построение «спектров» кислых групп, и они применены исключительно из соображений наглядности при сравнении кислотных характеристик различных лигнинов. «Спектр» построен по шести найденным экспериментально рабочим точкам (рис. 1); при этом сумма ординат точек 1—6 равна общему содержанию кислых групп в лигнине. При построении «спектра» мы исходили из отсутствия в тиолигнине кислых групп со значениями $pK = 5—7$, так как pK карбоксильных групп лигнина не могут быть выше 5 [6], а значения pK фенольных гидроксидов не могут быть ниже 7 [9]; кислотность же енольных гидроксидов тиолигнина в этой области значений pK не проявляется, о чем мы сообщим дополнительно.

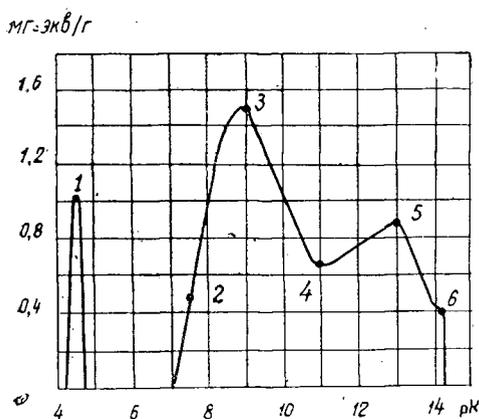


Рис. 1. «Спектр» кислых групп образца тиолигнина, выделенного [3] из производственного черного щелока.

На рис. 1 представлен «спектр» кислых групп образца [3] тиолигнина, выделенного минеральной кислотой из производственного черного щелока от варки древесины сосны с примесью ели. Согласно «спектру» наиболее многочисленными кислыми группами образца являются группы со значениями $pK = 9—10$, затем группы с $pK \approx 4,5$.

На рис. 2 и 3 приведены «спектры» кислых групп фракций тиолигнина, полученных экстракцией холодным и горячим спиртом. Эти «спектры» выявляют резкие различия в составе кислых групп фракций, хотя общее содержание этих групп примерно одинаково (табл. 1). Фракции лигнина, растворимые в холодном (I) и горячем (III) спирте, подобны друг другу по кислотным свойствам, но значительно отличаются от

Таблица 1

в тиолигнине (рис. 1)	Общее содержание кислых групп в образцах лигнина, мг-экв/г							
	в спиртовых фракциях				во фракциях, полученных из натревой соли тиолигнина			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
4,85	5,18	4,88	5,28	4,94	5,82	5,31	4,42	4,29

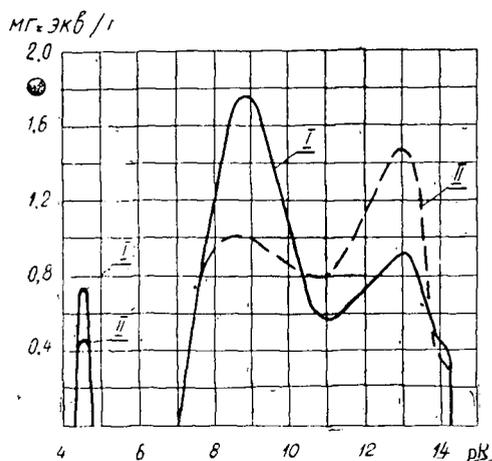


Рис. 2. «Спектры» кислотных групп фракций тиолигнина, растворимой (I) и не растворимой (II) в холодном спирте.

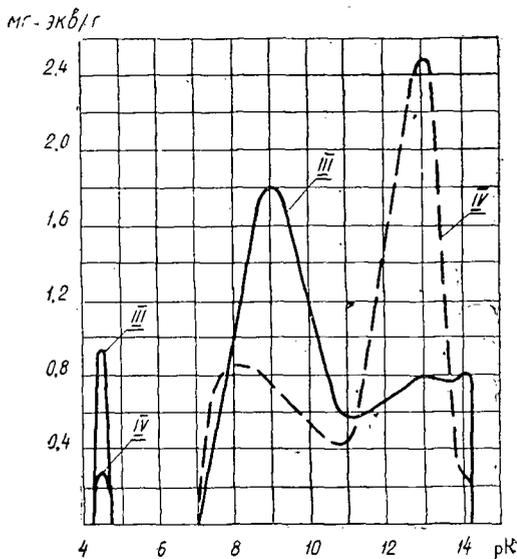


Рис. 3. «Спектры» кислотных групп фракций тиолигнина, не растворимой в холодном, но растворимой в горячем спирте (III) и не растворимой в горячем спирте (IV).

не растворимых в холодном (II) и горячем (IV) спирте. Фракции I и III содержат больше фенольных гидроксидов с повышенной кислотностью ($pK = 7-8$) и меньше — слабокислых фенольных гидроксидов ($pK = 13-14$), чем II и IV, что хорошо согласуется с различной растворимостью их в спирте. То же можно сказать и в отношении карбоксильных групп ($pK \approx 4,5$). Выход спиртовых фракций в процентах от исходного лигнина приведен в табл. 2.

Таблица 2

№ фракции	Выход фракций тиолигнина (% от исходного) при фракционировании	
	спиртом	из натривой соли
I	67	15
II	33	16
III	6,8	33
IV	26,2	36

Интересно сопоставить полученные кислотные характеристики фракций с их усиливающими свойствами, проявляемыми при введении этих фракций в каучук*. Согласно ранее проведенным исследованиям [5], указанные фракции лигнина характеризуются показателями усиления, представленными в табл. 3. Из данных этой таблицы следует, что по усиливающим свойствам фракции лигнина могут быть расположены в следующем порядке: $IV > II > I > III$. Оказывается, что точно такой же ряд получается при расположении фракций по убыванию в них содержания кислотных групп со значениями $pK = 13-14$ (см. рис. 2

* Использование тиолигнина взамен сажи в качестве усилителя каучука имеет большое практическое значение.

и 3). Наоборот, содержание во фракциях кислых групп с повышенной кислотностью ($pK = 7-8$) с уменьшением их усиливающей способности возрастает. Отсюда видно, что знание состава кислых групп лигнина может быть полезным при определении степени его пригодности как усилителя каучука. Это важно в практическом отношении, так как до настоящего времени отсутствуют какие-либо надежные критерии, определяющие качество лигнина как усилителя каучука.

Таблица 3

Показатели	Единицы измерения	Фракции тиолигнина			
		I	II	III	IV
Дефо твердости	Г	2100	2620	1950	3800
Дефо эластичности	мм	3,9	3,8	3,5	3,25
Модуль 300%	кг/см ²	32	55	43	57
Предел прочности при разрыве		112	260	124	275
Относительное удлинение	%	687	715	680	730
Остаточное удлинение		21	21	20	36
Сопротивление раздиру	кг/см	16	81	13	70
Твердость по Шору	ед.	67	68	64	81
Показатель истирания	см ³ /квтч	430	335	440	330
Знакопеременный изгиб	тыс. циклов	67	45	92	10

На рис. 4 и 5 приведены «спектры» кислых групп фракций (I, II, III, IV) тиолигнина, полученных ступенчатым (см. экспериментальную часть) растворением натриевой соли тиолигнина. Эти «спектры», как и предыдущие, показывают различие в кислотной характеристике фракций.

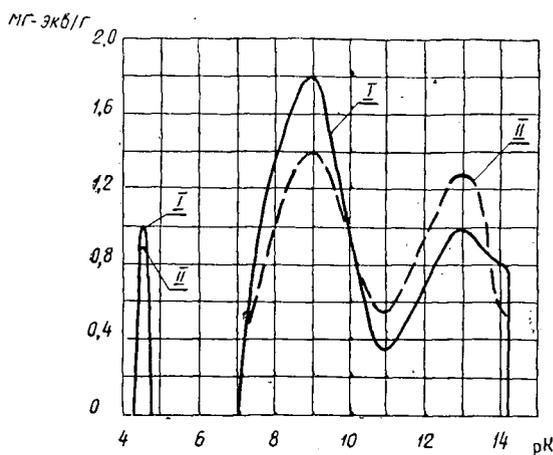


Рис. 4.

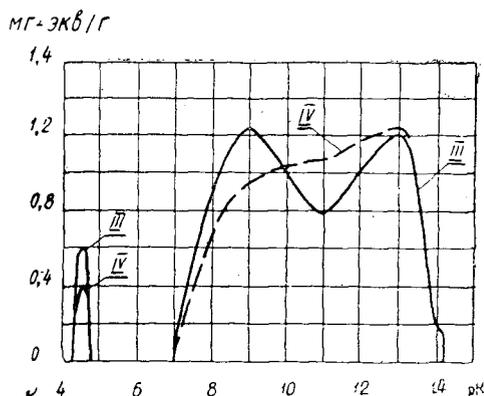


Рис. 5.

Из этих рисунков видно, что при промывке натриевой соли лигнина водой в первую очередь вымываются фракции, содержащие большее количество фенольных гидроксидов с повышенной кислотностью, тогда как фракции, содержащие большее количество слабокислых фенольных гидроксидов, накапливаются в остатке от промывки.

Фракция IV (рис. 5), подобная, по нашему мнению, лигнину, выделенному из черного щелока углекислотным методом [1], отличается

от лигнина, выделяемого из черного щелока серной кислотой [1] (ср. рис. 1), менее высоким содержанием фенольных гидроксидов с повышенной кислотностью и более высоким содержанием слабокислых фенольных единиц.

Из «спектров», приведенных на рис. 2—5, следует, что, применяя различные приемы фракционирования, можно получать лигнины с различными заранее заданными свойствами.

Экспериментальная часть

С помощью специальных методик вначале определяли содержание в лигнине кислых групп со значениями $pK \leq 4,7$ (А), ≤ 8 (Б), ≤ 10 (В), ≤ 12 (Г), ≤ 14 (Д), а также общее содержание кислых групп (Е). Затем находили координаты точек 1—6 (рис. 1) следующим образом: ординату точки 1 принимали равной содержанию кислых групп со значениями $pK \leq 4,7$, абсциссу — равной 4,5; ординату точки 2 определяли как разность значений Б — А, абсциссу принимали равной 7,5; ординату точки 3 определяли как разность значений В — Б, абсциссу принимали равной 9; ординату точки 4 определяли как разность значений Г — В, абсциссу принимали равной 11; ординату точки 5 определяли как разность значений Д — Г, абсциссу принимали равной 13; наконец, ординату точки 6 определяли как разность значений Е — Д, абсциссу принимали равной 14,2, считая, что разность Е — Д соответствует наличию очень слабокислых фенольных гидроксидов, входящих в пропанпирокатехиновые единицы лигнина (деметилованные гваяцилпропановые единицы) и имеющих по аналогии с пирокатехином значение $pK = 14,2$ [4].

Содержание кислых групп с $pK \leq 4,7$ находили кальцийацетатным методом.

Группы с $pK \leq 8$ определяли путем потенциметрического титрования лигнина в растворе карбоната натрия. К навеске около 100 мг лигнина в титровальном стакане приливали 5 мл 0,1 М раствора карбоната натрия, нагревали 3 мин на водяной бане для лучшего растворения, перемешивали на магнитной мешалке, добавляли 15 мл дистиллированной воды и титровали потенциметрически при комнатной температуре 0,2 н. соляной кислотой на австрийском рН-метре GV-52 со стеклянным и насыщенным каломельным электродами. Параллельно проводили холостое титрование. Точку эквивалентности определяли по первому скачку (карбонат натрия дает при титровании два скачка соответственно двум ступеням диссоциации угольной кислоты).

Данное определение основано на том, что в водной среде могут быть раститрованы кислоты, константы диссоциации которых различаются не менее чем в 200 раз. Следовательно, исходя из второй константы диссоциации угольной кислоты $5,6 \cdot 10^{-11}$ или из $pK = 10,25$, можно ожидать, что в карбонате натрия будут оттитровываться кислые группы лигнина с $pK \leq 8$. В наших опытах ванилин ($pK = 7,6$ [9]) определялся на 100%.

Воспроизводимость результатов определений по данной и последующим методикам для образца лигнина, «спектр» которого приведен на рис. 1, дана в табл. 4.

Группы с $pK \leq 10$ находили приближенно путем потенциметрического титрования навески лигнина в растворе едкого натра до значения $pH = 10,5$. К 100 мг лигнина в титровальном стакане приливали 5 мл 0,1 н. раствора едкого натра, не содержащего карбоната натрия, перемешивали для лучшего растворения на магнитной мешалке, добав-

Таблица 4

№ определения	Кислые группы (мг-экв/г) в образце тиолигнина*			
	со значениями рК			общее содержание
	≤8	≤10	≤12	
1	1,39	2,98	3,66	4,85
2	1,39	2,96	3,61	4,90
3	1,40	3,00	3,67	4,88
4	1,39	2,97	3,69	4,83
5	1,40	2,96	3,66	4,82
6	1,40	3,00	3,62	4,85

* Способ выделения и характеристика образца описаны нами ранее [3].

ляли 15 мл дистиллированной воды, не содержащей углекислоты, и титровали при комнатной температуре 0,2 н. НСl на австрийском рН-метре GV-52 со стеклянным и насыщенным каломельным электродами до значения рН = 10,5.

Гваякол (рК = 9,98) в этих условиях определяли на $100 \pm 3\%$.

Группы с рК ≤ 12 определяли с помощью метода обратного высокочастотного титрования навески 60—80 мг лигнина в 5 мл 0,1 н. водного раствора едкого натра, не содержащего карбоната натрия, 0,2 н. соляной кислотой без предварительного нагревания раствора лигнина (методика подробно изложена в одной из наших статей [3]). То, что при таком титровании определяются кислые группы, значения рК которых не превышают 12, установлено нами на модельных титрованиях.

Группы с рК ≤ 14 находили барийхлоридным методом [7]. Как показали опыты, этот метод совершенно не охватывает очень слабых кислотных групп пирокатехина с рК = 14,2 [4] (фенольные гидроксилы пирокатехина определялись ровно наполовину).

Общее содержание кислых групп находили по видоизмененному барийхлоридному методу в присутствии не 2 мл спирта [7], а 15 мл. Пирокатехин в этих условиях определялся на 100%.

Фракционирование лигнина спиртом состояло в экстракции его холодным и горячим спиртом. Фракция I представляет собой часть лигнина, выделенную из спиртового раствора от холодной экстракции, II — остаток от холодной экстракции, III — часть лигнина, выделенная из спиртового раствора от экстракции II фракции горячим спиртом, IV — остаток от экстракции II фракции горячим спиртом.

Фракционирование тиолигнина из натриевой соли осуществляли следующим образом: 100 мл освобожденного от мыла полуупаренного черного шелока от промышленной сульфатной варки древесины сосны с примесью ели подкисляли при 80°С 10%-ной серной кислотой до значения рН = 10,7. Скоагулировавшую соль лигнина отделяли на фильтре со стеклянной пористой пластинкой № 1 с отсосом. Осадок суспендировали в 100 мл дистиллированной воды и вновь фильтровали при комнатной температуре. Фильтраты соединяли и из смеси выделили, фракцию I путем подкисления при 80°С 10%-ной серной кислотой до рН = 3, фильтрования, промывки дистиллированной водой и высушивания под вакуумом.

Остаток от промывки соли суспендировали и фильтровали еще дважды. Из двух последующих фильтратов выделяли соответственно II и III фракции путем подкисления 10%-ной серной кислотой при нагревании, промывали дистиллированной водой и высушивали под вакуумом.

Конечный остаток от промывки соли лигнина (после трех операций суспендирования) обрабатывали серной кислотой, затем тщательно промывали дистиллированной водой и высушивали под вакуумом (IV фракция).

Выход фракций в процентах к лигнину, выделенному из черного щелока, приведен в табл. 2; общее содержание кислых групп в них дано в табл. 1.

Выводы

1. Впервые исследовано распределение кислых групп в лигнине (в частности, в препаратах тиолигнина) по степени их кислотности.

2. Обнаружены существенные различия в кислотной характеристике фракций тиолигнина, зависящие от способа фракционирования.

3. Показана целесообразность характеризовать лигнины по содержанию в них кислых групп с определенной степенью кислотности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Д. Богомолов, А. А. Соколова. Побочные продукты сульфатно-целлюлозного производства. ГЛБИ, 1962. [2]. Е. Д. Гельфанд, Б. Д. Богомолов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1962. [3]. Е. Д. Гельфанд. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1964. [4]. Ю. Ю. Лурье. Справочник по аналитической химии. ГХИ, 1962. [5]. Г. Л. Часовщиков, Ю. Г. Кораблев, Б. Д. Богомолов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1963. [6]. K. Ekman. Soc. Sci. Fennica Comment. Phys.—Math., Nr. 23, 1958. [7]. T. Enkvist, B. Alm, B. Holm. Papperi ja Puu, 38, 1—6, 8, 12, 1956. [8]. J. Lindberg, K. Ekman. Suomen Kemistil., 29 B. Nr. 2, 20. [9]. J. Lindberg, C. Nordström. Acta Chem. Scand., 17, 1963, 2346.

Поступила в редакцию
17 декабря 1965 г.

УДК 631.572 : 533.6

О СКОРОСТИ ВИТАНИЯ И УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДРЕВЕСНЫХ ВОЛОКОН

Е. М. БАКАЕВА

Младший научный сотрудник

С. Я. КОРОТОВ

Профессор, доктор технических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

Как известно, «скоростью витания» тела называют скорость потока, создающего силу сопротивления, равную силе тяжести тела, и заставляющего тело «витать» в потоке, то есть не уноситься им, но и не падать под влиянием силы тяжести. У тел не шаровой формы удельная весовая нагрузка на горизонтальную проекцию может быть различна, в зависимости от расположения тела в пространстве. В достаточно мощном потоке тело не шаровой формы (особенно гибкое) будет поворачиваться и, наконец, займет положение, при котором удельная весовая нагрузка на горизонтальную проекцию будет наименьшей.

Исходя из этого и принимая древесные волокна за цилиндры, можно написать условия равенства силы тяжести и силы сопротивления

$$\frac{\pi d^2}{4} \cdot l \cdot (\rho_d - \rho_c) \cdot g = \zeta \cdot d \cdot l \cdot \frac{W_B^2}{2} \rho_c, \quad (1)$$

где d — диаметр волокна, м;
 l — длина волокна, м;
 ρ_d — объемная плотность древесины, кг/м³;
 ρ_c — плотность среды, кг/м³;
 W_B — скорость витания, м/сек;
 ζ — коэффициент сопротивления;
 g — земное ускорение, м/сек² ($g = 9,81$).

Коэффициент сопротивления ζ является функцией критерия Рейнольдса Re , который в данном случае определяют по формуле

$$Re = \frac{W_B \cdot d_3 \cdot \rho_c \cdot 1000}{\mu_{cp}}, \quad (2)$$

где μ_{cp} — вязкость среды, снз;
 d_3 — эквивалентный диаметр, м;

$$d_3 = 4 \cdot \frac{d \cdot l}{2(d+l)} \approx 2d, \quad (3)$$

так как величина d у древесного волокна настолько мала по сравнению с l , что ею можно пренебречь.

Если средой является воздух, то величина ρ_c весьма мала по сравнению с ρ_d , и ею можно пренебречь в левой части уравнения (1). Тогда получим

$$W_B = 3,9 \sqrt{\frac{d\rho_d}{\zeta \cdot \rho_c}} \text{ м/сек.} \quad (1a)$$

Как известно, функциональная зависимость ζ от Re имеет различные выражения. Переход от области Стокса к ньютоновской характеризуется значением критерия $Ag_{кр}$, равным 36,

$$36 = \frac{g \cdot d_s^3 \cdot \rho_c^2 \cdot (\rho_d - \rho_c)}{\mu_{сн}^2 \cdot \rho_c}, \quad (4)$$

откуда

$$d_s = 1,53 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt[3]{\frac{\mu_{сн}}{\rho_d \cdot \rho_c}}. \quad (4a)$$

Если принять $\mu_{сн} = 0,0181 \text{ снз}$ (для воздуха при 20°C); $\rho_c = 1,2 \text{ кг/м}^3$ (для воздуха при 20°C); $\rho_d = 600 \text{ кг/м}^3$ (для древесных волокон), то из формулы (4) будем иметь критическое значение для $d_s = 118 \text{ мк}$ или $d_{кр} = 59 \text{ мк}$. В области Стокса $\zeta = \frac{24}{Re}$. Подставляя это значение в выражение (1a), получим формулу для скорости витания в области Стокса

$$W_B = 1300 \cdot \frac{d^2 \cdot \rho_d}{\mu_{сн}} \text{ м/сек.} \quad (16)$$

Применяя эту формулу для воздуха и древесных волокон, получим критическое значение для скорости витания $W_{в.кр} = 0,15 \text{ м/сек}$. Следовательно, если скорость витания волокон меньше $0,15 \text{ м/сек}$, то мы имеем дело с областью Стокса; если $W_B > 0,15 \text{ м/сек}$, то явление протекает в ньютоновской области и $\zeta = \frac{18,5}{Re^{0,6}}$.

Естественно, что при изменении среды, или температуры среды, или объемной плотности древесины критические значения $d_{кр}$ и $W_{в.кр}$ будут другие.

Для ньютоновской области

$$W_B = 22,8 \cdot \frac{\rho_d^{0,71} \cdot d^{1,14}}{\rho_c^{0,286} \cdot \mu_{сн}^{0,43}} \text{ м/сек.} \quad (1b)$$

Основная поверхность волокна боковая. Если считать древесные волоконецца за цилиндры и пренебречь их торцевой поверхностью, то общую длину волоконца L , содержащихся в 1 кг , можно найти из формулы

$$\frac{1}{\rho_d} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L, \quad (5)$$

откуда

$$L = \frac{4}{\pi \cdot d^2 \cdot \rho_d} \text{ м/кг.} \quad (5a)$$

Обозначим внешнюю (удельную) поверхность 1 кг волокон через S_y

$$S_y = \pi \cdot d \cdot L \text{ м}^2/\text{кг.} \quad (6)$$

После подстановки значения L из формулы (5а) в формулу (6) получим

$$S_y = \frac{4}{d \cdot \rho_d} \text{ м}^2/\text{кг}. \quad (6а)$$

Отсюда

$$d = \frac{4}{S_y \cdot \rho_d}. \quad (7)$$

Подставляя это значение d в формулу (1а), получим

$$W_B = 7,8 \sqrt{\frac{1}{\zeta \cdot \rho_c \cdot S_y}} \quad (1г)$$

или

$$S_y = \frac{61}{\zeta \cdot \rho_c \cdot W_B^2}. \quad (6б)$$

Таким образом, зная скорость витания, характеристику среды, объемную плотность волокон и определив область, в которой происходит процесс, можно легко и быстро определить удельную поверхность волокон.

Для области Стокса формула (6б) превращается в следующую:

$$S_y = \frac{142}{\rho_d^{0,5} \cdot W_B^{0,5} \cdot \mu_{\text{сп}}^{0,5}} \text{ м}^2/\text{кг}; \quad (6в)$$

для ньютоновской области

$$S_y = \frac{61,5}{W_B^{0,875} \cdot \rho_d^{0,375} \cdot \mu_{\text{сп}}^{0,375} \cdot \rho_c^{0,25}} \text{ м}^2/\text{кг}. \quad (6г)$$

Формулу проверяли на дефибраторном волокне с градусом помола 11° ШР. Композиция — смесь березы и сосны плюс 10% коры. Волокно подсушивали на воздухе до 30%-ной влажности, затем для рыхления пропускали через мельницу «Альпинэ».

Скорость витания этого волокна определяли при влажности, равной 10%. Волокно фракционировали на лабораторной вибрационной сортировке при наборе сит с размером отверстий 1,5 мм; 1,0; 0,5 и 0,2 мм. Время фракционирования 15 мин (при навеске волокна 20 г). Получены следующие фракции: грубая (остаток на верхнем сите) — 11,1%; фракция 1,5 мм (волокно, прошедшее через сито с размером отверстий 1,5 мм, но задержавшееся на сите с размером отверстий 1,0 мм) — 21,4%; фракция 1,0 мм — 30,2%; фракция 0,5 мм — 26,3%; мелочь (прошла через сито с размером отверстий 0,2 мм) — 11,0%.

Микроскопическое исследование волокон дало результаты, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Фракция	Средняя длина волокон l , мм	Средняя ширина волокон d , мм	Отношение $\frac{l}{d}$
Грубая . .	2,45	0,047	52
1,5 мм . .	3,14	0,044	72
1,0 " . .	2,2	0,045	49
0,5 " . .	1,4	0,044	31,7

Данные этой таблицы, конечно, условны, так как не все волокна во фракциях были измерены, но они дают понятие о размерах волокон и

подтверждают сделанное выше допущение, что торцовой поверхностью волокон можно пренебречь.

Установка для определения скорости витания отдельных волокон представляла собой стеклянную цилиндрическую трубу диаметром 30 мм. В эту трубу подавался поток воздуха, величина которого менялась. В нижней части труба имела сетку, на которую загружали небольшое количество разрыхленного исследуемого волокна.

Скорость воздушного потока измеряли ротаметром. Начальную скорость витания волокна измеряли в тот момент, когда самые легкие и мелкие волоконца были подняты потоком воздуха и находились во взвешенном состоянии. Дальнейшим увеличением скорости потока воздуха добивались витания остальных волокон, находившихся на сетке, и отмечали конечную скорость витания. Среднюю скорость витания волокон фракции определяли как среднюю геометрическую из начальной и конечной скоростей витания. Число параллельных определений было 25—30. Воздух в опытах имел температуру 20° С. Объемная плотность волокон 600 кг/м³.

Результаты определений скорости витания приведены в табл. 2.

Таблица 2

Фракция	Начальная скорость витания, м/сек	Конечная скорость витания, м/сек	Средняя скорость витания, м/сек
Все волокно	—	—	0,24
Грубая	0,17	0,43	0,258
1,5 мм	0,157	0,40	0,25
1,0	0,133	0,344	0,22
0,5	0,15	0,308	0,215

Из этой таблицы видно, что все опыты, за исключением одного, (начальная скорость витания фракции 1,0 мм) проходили в ньютоновской области.

В соответствии с формулой (6г) наибольшая удельная поверхность $S_{y \max} \approx 140 \text{ м}^2/\text{кг}$; наименьшая $S_{y \min} \approx 50,3 \text{ м}^2/\text{кг}$. Диаметры волокон, определенные по формуле (7), соответственно будут иметь значения $d_{\min} = 47 \text{ мк}$, $d_{\max} = 133 \text{ мк}$. Первая величина хорошо согласуется с данными литературы и табл. 1. Расчетная величина максимального диаметра, очевидно, относится к неразмолотым волокнам.

Величины удельной поверхности волокон, вычисленные по формуле (6г), приведены в табл. 3. Эти величины хорошо согласуются с известными в литературе данными, полученными трудоемким микроскопическим методом.

Таким образом, нами предложен способ определения удельной поверхности (наружной) древесных волокон по скорости их витания. Этот способ особенно удобен для применения в производстве древесно-волокнистых плит методом воздушного формования.

Таблица 3

Фракция	Удельная поверхность S_y , м ² /кг
Все волокно	83,6
Грубая	78,0
1,5 мм	80,5
1,0	90,0
0,5	92,5

УДК 634.0.865 : 631.571 : 674.032.475.542

ПОЛУЧЕНИЕ ПЛАСТИКОВ ИЗ ЕЛОВОЙ КОРЫ

Н. Я. СОЛЕЧНИК

Профессор, доктор технических наук

А. Г. ЖУЧЕНКО

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

Сжигание коры было и остается почти единственным использованием ее в крупных масштабах. Теплотворная способность абс. сухой коры довольно высока (4800—4850 ккал/кг) [2]. Однако кора, получаемая при окорке, представляет собой высоковлажный материал. Обезвоживание является нелегкой проблемой, и до сих пор не найдено эффективных путей ее решения. Поэтому сжигание коры не дает особых выгод.

Есть сообщения об использовании коры для получения химических веществ — различных жирных кислот, алкалоидов, дубильных веществ и т. д. [9]. Следует упомянуть об организованном в США, в Канаде и у нас производстве из коры химических компонентов для добавок в растворы, применяемые при бурении [7]. Заслуживает внимания опыт получения клея из дубильных веществ для склеивания фанеры, для древесно-стружечных плит [8]. Относительно большое количество работ касается использования коры в производстве древесно-волоконистых и древесно-стружечных плит. Изучено влияние коры на физико-механические свойства плит. Есть попытка наладить производство стружечных [3] и изоляционных волокнистых плит почти из одной коры в промышленном масштабе [6]. Интересны опыты по применению коры в производстве химических пластмасс. В США налажено использование коры дугласовой пихты в химической промышленности в виде продукта «Сильвакон» [2]. Вследствие малого содержания целлюлозы выделять ее из коры экономически невыгодно. При получении химических продуктов большая часть коры не используется. Вероятно, будущее принадлежит комплексному использованию коры; при этом значительную часть ее будут применять в производстве плитных материалов.

Существует мнение, что из еловой коры нельзя получать твердые волокнистые плиты [1], [2]. Для получения изоляционных плит можно применять кору в смеси с какими-либо другими волокнистыми материалами или с добавлением связующего [5], [6].

Мы изучали вопрос использования еловой коры с целью получения пластиков без связующих. Для исследования использовали кору со свежесрубленных хлыстов ели (*Picea excelsa*), доставляемых сухопутным путем. Ее снимали со всего хлыста. Высушенную на воздухе до соответствующей равновесной влажности кору предварительно измельчали на молотковой дробилке типа «Альпинэ», затем измельчали до частиц с диаметром 1—2 мм на бегунах и тщательно перемешивали.

В табл. 1 показано влияние влажности и температуры прессования на свойства пластика, в табл. 2 — времени выдержки, в табл. 3 — давления прессования. Во всех таблицах представлены средние данные не менее, чем из 5 опытов (вариант без предварительного гидролиза).

Таблица 1*

Влажность исходного прессматериала, %	Температура прессования, °С	Объемный вес, г/см ³	Предел прочности на статический изгиб, кг/см ²	Водопоглощение за 24 часа (σ), %	Набухание за 24 часа, %	Примечание
15	120	—	170	—	—	Прессматериал вытекает из прессформы
10	120	1,35	330	45	44	Начинает вытекать
10	140	1,38	290	35	33	
5	120	1,35	340			Разрушается
5	140	1,37	360			
5	155	1,38	300	48	46	Начинает вытекать
3	120	1,36	280			Разрушается
3	140	1,38	350			
3	165	1,38	290	55	53	Начинает вытекать

* Во всех опытах давление брали равным 250 кг/см², время выдержки — 2,5 мин/мм.

Таблица 2*

Температура прессования, °С	Время выдержки, мин/мм	Объемный вес, г/см ³	Предел прочности на статический изгиб, кг/см ²	Водопоглощение за 24 часа (σ), %	Набухание за 24 часа, %
120	5,0	1,37	380	35	33
120	2,5	1,35	330	45	44
120	1,5	1,36	300		Разрушается
140	1,5	1,38	280	50	48

* Во всех опытах влажность была равна 10%, давление — 250 кг/см².

Таблица 3*

Давление прессования, кг/см ²	Объемный вес, г/см ³	Предел прочности на статический изгиб, кг/см ²	Водопоглощение за 24 часа (σ), %	Набухание за 24 часа, %
250	1,35	330	45	44
150	1,33	335	47	46
70	1,33	360	55	53

* Во всех опытах влажность была равна 10%, температура прессования — 120°С, время выдержки — 2,5 мин/мм.

Как показывают данные, этих таблиц, при прессовании коры ели между факторами прессования существует такая же зависимость в их влиянии на физико-механические свойства пластиков, как и для ранее изученных гидролизированных древесных опилок [4].

Таким образом, из коры ели без всякой предварительной обработки получают пластики, по прочности удовлетворяющие требованиям технических условий на пластики без связующего, тогда как при получении их из древесины требуется водный гидролиз. Водостойкость пластиков из коры ели неудовлетворительна.

Дальнейшие исследования проводили в двух направлениях. Во-первых, изучали возможность улучшения физико-механических свойств пластиков для экономического оправдания применяемого высокого давления прессования. Известно, что кора содержит большое количество продуктов фенольного характера. Это обстоятельство использовали, чтобы повысить качество пластиков введением в кору сшивающих реагентов для этих продуктов — формалина, параформа, уротропина. Исходя из общности химического состава коры и древесины, а также из опыта получения пластиков (без связующих) и плит из древесины, предварительно кору обрабатывали следующими способами: проводили варки водные и с СаО, пропарку, обработку аммиаком в разнообразных условиях (при нормальной и повышенной температурах в течение различного времени). Из всех исследованных способов наилучшие результаты дает предварительная водная варка коры по следующему режиму: температура 180°C , время — 2 час. Оптимальный режим прессования — температура 180°C , время выдержки 1,5 мин/мм толщины готового пластика, давление 250 кг/см^2 . Физико-механические свойства пластиков: предел прочности при статическом изгибе 350 кг/см^2 , набухание 3%. Остальные способы не освещены, так как хотя они и привели к повышению качества пластиков (например, при обработке аммиаком $\sigma_{\text{изг}} \approx 420\text{ кг/см}^2$ и набухание $\approx 17\%$), абсолютные показатели набухания довольно высоки (от 8 до 20% в зависимости от способа обработки). Исследования в области улучшения физико-механических свойств пластиков продолжаются.

Во-вторых, была изучена возможность получения пластиков из коры при низком давлении прессования. На основании большого количества опытов, результаты которых частично приведены в табл. 1, 2, 3, было сделано предположение, что для снижения давления прессования и получения пластиков с хорошими физико-механическими свойствами нужно стремиться проводить прессование при высокой температуре и относительно небольшой влажности исходного прессматериала. Опыты показывают, что при удельном давлении прессования до 50 кг/см^2 , температуре 180°C и времени выдержки 1,5 мин/мм толщины готового пластика из коры получается плитный материал, имеющий предел прочности на статический изгиб $\approx 280\text{ кг/см}^2$ и набухание в пределах 15% при объемном весе 1,25—1,28 г/см³.

Установлена зависимость условий прессования и физико-механических свойств пластиков из необработанной коры от химического состава водорастворимых веществ и связанных с ним — времени рубки древесины, места произрастания ее, условий хранения.

Наибольшее влияние при этом оказывают условия хранения коры. Из dello хранившейся во влажном месте коры (в отделенном или не отделенном от древесины виде) при давлении прессования до 50 кг/см^2 получается плитный материал неудовлетворительного качества. Из коры, хранившейся в сухом месте (независимо от продолжительности хранения), можно получить плитный материал (при давлении прессо-

вания до 50 кг/см^2) с $\sigma_{\text{изг}} \approx 250\text{--}270 \text{ кг/см}^2$ и набуханием 15%. Высокий объемный вес этого материала $1,25\text{--}1,28 \text{ г/см}^3$ (ГОСТ на древесно-стружечные плиты предусматривает выпуск плит с объемным весом не выше $0,8 \text{ г/см}^3$) не является препятствием к применению его, например, в мебельной промышленности, так как прочностные показатели позволяют делать из него более тонкие плиты, чем стружечные. Мебель из таких плит имеет меньший вес.

По предварительным расчетам производство этого материала обойдется примерно в 2—2,5 раза дешевле древесно-стружечных плит.

На основании проведенных исследований предлагается следующая схема технологического процесса получения пластиков из необработанной коры несплавной ели. Влажная кора от окорочных барабанов поступает в сушилку, где ее сушат до воздушно сухого состояния ($\approx 10\%$ влаги). Высушенную кору измельчают до размеров опилок, затем сортируют. Для получения пластиков отбирают фракцию, прошедшую через сито с отверстиями диаметром $1,0 \text{ мм}$. Отсортированную измельченную кору направляют на подсушку (до 3—4% влаги), подпрессовку и последующее горячее прессование. Подпрессовку производят в прессформах под давлением 25 кг/см^2 . Горячее прессование проводят также в прессформах при температуре 180°C , удельном давлении 50 кг/см^2 и времени выдержки 1—1,5 мин/мм толщины пластика. После выдержки прессформу охлаждают до $40\text{--}50^\circ \text{C}$. После распрессовки материал поступает на отделку, а затем на склад готовой продукции.

Таким образом, кора несплавной ели *Picea excelsa* обладает значительной пластичностью. При давлении прессования до 50 кг/см^2 из нее получается плитный материал, который может служить заменителем стружечных плит. Физико-механические свойства его таковы: прочность на статический изгиб около 250 кг/см^2 , набухание за 24 часа — 15%. Из обычных способов улучшения качества древесных пластиков и плит, основанных на предварительной обработке древесины различными способами, наилучшие результаты по прочности на статический изгиб в сочетании с хорошей водостойкостью, применительно к коре дает водная варка ($\sigma_{\text{изг}}$ пластиков около 350 кг/см^2 , набухание в пределах 5%).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Зарубежная техника. ЦИНТИ бумажной и деревообрабатывающей промышленности (бумага и целлюлоза), 1962. [2]. Б. А. Ильин. Использование древесных отходов и низковарной древесины за рубежом. Гослесбумиздат, 1961. [3]. Отчет кафедры древесных пластиков Московского лесотехнического института за 1961 г. [4]. Н. Я. Солечник, К. Хамар, В. М. Аникиева. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 5, 6, 1964. [5]. М. М. Цывин, Ю. Д. Ширяев и др. Журн. «Химическая переработка древесины» № 5, 1965. [6]. «Drevo» № 9, 1962. [7]. Forest Products Journal № 3, 1962. [8]. «J. App. Sci.», 1, 1950, 54—50. «Pulp Paper Mag. Can.» 53, 9, 1952, 111—114. «Forest Products Journal» № 5, 1960, 263—272. [9]. «Svensk Papperstidning» № 3, 21, 1956 и № 2, 4, 5, 7, 9, 1957.

Поступила в редакцию
5 марта 1966 г.

УДК 662.712

ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИЖКИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПИРОЛИЗА БУРОЙ ДРЕВЕСИНЫ

В. Н. ПИЯЛКИН

Младший научный сотрудник

Ю. Г. СКЛЯРОВ

Инженер

А. К. СЛАВЯНСКИЙ

Профессор, доктор технических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

Проведение пиролиза древесины при высоких температурах (600—700°С) целесообразно для получения повышенного выхода низкокипящих фенолов, прокаленного угля (пригодного в производстве сероуглерода), высококалорийного газа и резкой интенсификации самого процесса разложения древесины.

При высокотемпературном пиролизе бурой древесины жижка должна отличаться повышенным содержанием водорастворимых фенолов, поскольку при деметилировании гваякола, диметилового эфира пирогаллола и метилпирогаллола должен увеличиваться выход пирокатехиновой фракции [5], [7], [8]. Фенолы могут получаться и вследствие пиролиза нейтральных веществ [2], [8]. Большое содержание водорода в газах высокотемпературного пиролиза также должно способствовать увеличению выхода низкокипящих фенолов [6]. При высоких температурах порядка 600°С должна еще хорошо сохраняться уксусная кислота [9], но спирты и эфиры должны разлагаться с образованием альдегидов, воды и неконденсируемых газов.

В настоящей работе дана характеристика жижки и неконденсируемых газов, получаемых при пиролизе бурой березовой древесины на лабораторной установке, которую мы использовали ранее [3]. Пиролиз проходил в течение 27—28 мин, выход конденсата составлял 53—52% от абс. сухой бурой древесины. При отстаивании конденсата отделялась отстойная смола в количестве 10,8—11% и всплывная смола в количестве 8,9—9% от веса абс. сухой бурой древесины. Выход собственно жижки (средний слой) колеблется в пределах 32,2—33,3%, а выход неконденсирующихся газов составлял 250—260 л от загрузки.

Чтобы определить состав углеводов в получаемом неконденсируемом газе, его анализировали на хроматографе ХТ-2 м. В качестве неподвижной фазы использовали модифицированный адсорбент А-59, который позволяет очень хорошо разделить углеводороды С₁—С₄ [1]. Длина колонки 3 м, $d_{\text{вн}}$ — 4 мм, детектор Г-4, газ-носитель, V воздуха — 40 мл/мин.

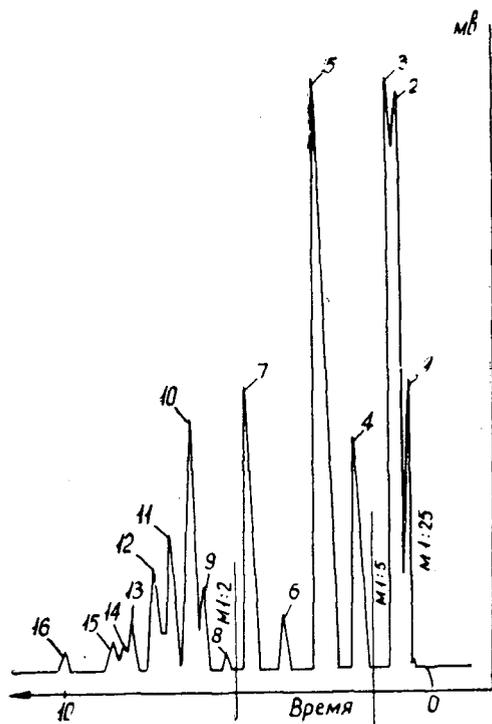


Рис. 1.

При расшифровке полученных хроматограмм (рис. 1) методом метки в составе неконденсируемых газов были идентифицированы и количественно определены следующие компоненты: водород, окись углерода, метан, этан, этилен, пропан, пропилен, α -бутилен (табл. 1). Оставшиеся пики 8, 9 и другие в данной работе не были расшифрованы, вследствие незначительного содержания компонентов, соответствующих этим пикам, а также в связи с трудностью получения чистых индивидуальных углеводородов $C_4 - C_5$ в наших условиях. Содержание CO_2 в газе определяли на ГПХ-3 м (18%).

Неконденсирующиеся газы содержат некоторое количество углеводородов, которые могут получиться в процессах деметилирования и дезалкилирования, а также при разложении некоторых кислородсодержащих соединений. Приведенный состав газов получен при пиролизе бурой березовой древесины в стальной ре-

порте со скоростью нагрева $20-25^\circ C/мин$. Бурую древесину получали путем предпиролиза исходной свежей древесины в среде керосина с нагревом до $275^\circ C$.

Таблица 1

Номер пика на хроматограмме	Наименование компонентов газа	Температура колонки, $^\circ C$	Время выхода, мин	Удерживаемый объем, мл	Высота пика, мм	Процент (объемный)
1	Водород	—	—	28	3100	13,1
2	Окись углерода	—	0,54	36	5200	58,0
3	Метан	—	1,00	40	5800	6,85
4	Этан	5	2,12	88	750	0,55
5	Этилен	15	3,12	128	1970	1,48
6	Пропан	20	4,00	160	140	0,1
7	Пропилен	35	5,00	200	1360	0,7
10	α -бутилен	80	6,24	256	530	0,3

При пиролизе исходной свежей березовой древесины в кварцевой трубке (со скоростью нагрева $120-140^\circ C/мин$) в составе газов обнаружено около 11% тяжелых углеводородов; в том числе пропана — 6; изобутана — 2,37; н.-бутана — 0,38; изобутилена — 2 и α -бутилена — 0,42%.

При анализировании жижки обычными методами [4] установили, что удельный вес при $20^\circ C$ равен $1,078 г/см^3$; общая кислотность (в пересчете на уксусную кислоту) — 13,58%; летучих кислот (в пересчете на уксусную кислоту) содержится 6,54%; эфиров в пересчете на метилацетат — 3,52; альдегидов и кетонов — 2,7; растворимой смолы —

20,6; углеводов — 0,3%. Кроме этого в жижке определили содержание суммарных фенолов (4,96%) и нейтральных веществ (1,01%). В пересчете на абс. сухую свежую древесину выход суммарных фенолов в жижке равен 1,3%.

Спирты в жижке не обнаружены. Это можно объяснить их разложением при высокой температуре и, с другой стороны, значительным газообразованием при проведении самого процесса разложения бурой древесины. Это также подтверждается повышенным содержанием альдегидов, которые, как было указано выше, могут получаться при разложении спиртов и фенолов. Углеводы в жижке присутствуют в очень небольшом количестве, что объясняется температурными условиями проведения пиролиза древесины, при которых углеводы почти полностью разлагаются.

Содержание фенолов в исследуемой жижке достигает значительной величины, что, по-видимому, можно объяснить протеканием реакцией деметилирования и дезалкилирования первичных продуктов фенольного характера, получаемых при пиролизе составных компонентов древесины. Удельный вес выделенных фенолов при 20°С равен 1,1748 г/см³; молекулярный вес по Расту — 152; содержание групп ОН по Церевитинову — 14,7%; ОСН₃ по Фибоку — 5,34%; ортодиоксибензолы — 30,6%. Повышенное содержание ортодиоксибензолов связано с присутствием значительного количества пирокатехиновой фракции. Выход этой фракции находится в прямой зависимости от интенсивности процессов деметилирования метоксифенолов и дезалкилирования алкилфенолов.

Выделенные фенолы подвергали вакуум-разгонке, результаты которой представлены в табл. 2.

Таблица 2

Фракции	Остаточное давление, мм рт. ст.	Температура паров, °С	Количество фракции, %
Легколетучая часть	60	95—105	6,28
I фракция	44	105—110	7,89
II "	34	110—125	8,34
III "	34	125—140	7,4
IV "	34	140—160	39,6
Остаток	—	—	28,46
Потери	—	—	2,03

Из этой таблицы видно, что основная фракция фенолов представляет собой пирокатехиновую фракцию (по температурам кипения); пека образуется сравнительно небольшое количество (28,46%), температура размягчения которого 45—50°С.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. А. Жуковичский, Н. М. Шуркельтауб. Газовая хроматография. М., 1962. [2]. Р. Д. Оболенцев. ЖОХ. Т. XVI, вып. 5, 1946. [3]. А. К. Славянский, В. Н. Пиялкин. ИВУЗ «Лесной журнал» № 2, 1962. [4]. В. П. Сумароков и др. Методы анализа продуктов пирогенетической переработки древесины. М., 1960. [5]. Д. В. Тищенко. Отчет НИСа ЛТА № 1393, 1952. [6]. Л. Э. Уайз. Химия древесины. Т. 2, 134, М.—Л., 1960. [7]. И. П. Уваров и др. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 1, 12, 1961. [8]. И. П. Уваров, Л. В. Гордон. Журн. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 3, 1960 и № 8, 1961. [9]. Ч. Д. Хёрд. Пиролиз соединений углерода. М., 1938.

Поступила в редакцию
23 февраля 1966 г.

УДК 634.0.892.6 : 634.0.864

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ТЕХНИЧЕСКОГО ЩЕЛОЧНОГО СУЛЬФАТНОГО ЛИГНИНА НА УСИЛЕНИЕ ЛАТЕКСНЫХ ПЛЕНОК

А. М. БУКАНОВ

Аспирант

Ю. Г. КОРАБЛЕВ

Доцент, кандидат технических наук

(Московский институт тонкой химической технологии)

Б. Д. БОГОМОЛОВ

Доцент, кандидат технических наук

О. М. СОКОЛОВ

Старший инженер

Н. И. ВАКОРИНА

Младший научный сотрудник

(Проблемная лаборатория Архангельского лесотехнического института)

Одним из направлений в технологии резины является получение изделий непосредственно из каучукового латекса [4]. При этом большое значение имеет вопрос усиления латексных пленок, так как большинство усилителей каучука в сухом состоянии мало эффективно при использовании их в латексной технологии. Известно, что щелочной сульфатный лигнин, введенный в виде щелочного раствора в латекс при их совместном осаждении, является активным усилителем резиновых смесей [2], [7], [8], [9], а также искусственной кожи [1]. В одной из работ [3] показано, что лигнин может быть усилителем латексных пленок.

В данной работе мы исследовали влияние состава технического лигнина на его свойства в качестве усилителя латексных пленок. Образцы щелочного сульфатного лигнина*, техническая характеристика которых представлена в табл. 1, а химическая — в табл. 2, вводили в полихлоропреновый латекс (наирит) Л-7, в количестве 3 весовых частей на 100 весовых частей полимера в виде 50%-ной водной дисперсии. Дисперсии лигнина, приготовленные в шаровой мельнице в течение 24 час, обладали хорошей текучестью и легко вводились в латексную смесь. При этом лигнин переходит в растворенное состояние благодаря избытку щелочи, содержащейся в латексе.

Латексные пленки были получены методом ионного отложения на стеклянных формах с подсушенным слоем хлоркальциевого фиксатора. После синерезиса на воздухе в течение 24 час пленки высушивали при

* Были исследованы образцы лигнина, полученные на опытной установке Соломбальского бумажно-деревообрабатывающего комбината и в Проблемной лаборатории Архангельского лесотехнического института.

Таблица 1

Образцы щелочного сульфатного лигнина	Влажность, %	Содержание в сухом лигнине (%)			
		смолистых	водорастворимых	зола	лигнина
Л-59	6,52	2,48	9,72	1,48	84,20
ПП-61	12,3	0,31	10,04	2,3	85,84
ПВ-7-8-61	17,32	0,47	10,43	2,55	83,38
ПВ-11-61	7,80	1,45	8,14	2,22	87,01
ПВ-12-61	7,38	0,23	10,02	1,56	85,46

Таблица 2

Образцы щелочного сульфатного лигнина	Содержание в сухом обеззоленном лигнине		
	метоксильных групп, %	карбоксильных групп, мг-экв/г	фенольных и енольных гидроксидов, мг-экв/г
Л-59	12,40	0,92	4,12
ПП-61	12,47	1,42	4,34
ПВ-7-8-61	12,69	0,82	4,26
ПВ-11-61	12,28	1,27	3,64
ПВ-12-61	12,70	0,88	4,47

70°С и вулканизовали в воздушном термостате при 130°С в течение различного времени. Как видно из результатов физико-механических испытаний латексных пленок, представленных в табл. 3, образцы лигнина, имеющие близкий состав, показывают почти одинаковые усиливающие свойства. У латексных пленок значительно повышаются сопротивление раздиру, предел прочности при разрыве, при сохранении относительного удлинения и некотором увеличении остаточного.

Таблица 3

Образцы латексных пленок	Напряжение при удлинении 500%, кг/см ²	Сопротивление разрыву, кг/см ²	Сопротивление раздиру, кг/см	Относительное удлинение, %	Остаточное удлинение, %
Без лигнина	11	146	38	1025	8
С введением образцов лигнина:					
Л-59	23,4	212	52	1050	22
ПП-61	23	204	50	1025	16
ПВ-7-8-61	22,2	201	51	1025	16
ПВ-11-61	23,4	206	52	950	18
ПВ-12-61	26	215	62	975	18

При получении пленок ионным отложением катионы фиксатора, диффундируя в латекс, частично снижают потенциал глобул, а также взаимодействуют с эмульгатором, и на форме образуется гель [5]. Если в латексной смеси содержится лигнин в растворенном состоянии, то он может взаимодействовать с катионами фиксатора и отлагаться в геле вместе с каучуком. В пленке могут оставаться и другие составные части технического лигнина — смолы и в небольшом количестве водорастворимые вещества. Наличие примесей уменьшает содержание лигнина в пленках, а также может изменять коллоидно-химические свойства латексов, ухудшать механические свойства пленок и увеличивать их набухаемость в воде. Это было подтверждено опытами с образцами

щелочного сульфатного лигнина, имеющими повышенное содержание водорастворимых. Техническая характеристика этих образцов представлена в табл. 4, а физико-механические показатели латексных пленок в композиции с указанными образцами — в табл. 5.

Таблица 4

Образцы лигнина	Влажность, %	Зольность, %	Водорастворимые, %	Смолистые, %	Лигнин в лигнине, %
1-61	5,93	4,29	20,14	2,98	69,1
3-61	5,62	3,98	65,7	2,01	30,0
4-61	6,86	8,66	29,58	2,25	69,07
5-61	14,49	7,36	25,21	2,15	72,15

Таблица 5

Образцы латексных пленок	Напряжения при удлинении 500%, кг/см ²	Сопротивление разрыву, кг/см ²	Сопротивление разрыву, кг/см	Относительное удлинение, %	Остаточное удлинение, %	Набухание в воде, %
Без лигнина	11	146	38	1025	8	18
С введением образцов лигнина:						
ПВ-12-61	26	215	62	975	18	12,5
1-61	23	176	50	975	18	23
3-61	19,5	158	46	1000	15	26
4-61	22	169	51	950	14	22
5-61	21	176	52	950	16	21,5

Для выяснения влияния молекулярного веса лигнина, а также его химического состава на усиление латексных пленок, технический лигнин партии ПВ-12-61 был подвергнут фракционированию этанолом. Физико-химическая характеристика фракций щелочного сульфатного лигнина представлена в табл. 6.

Таблица 6

Образцы лигнина	Поверхностное натяжение на границе 5% раствор лигнина — воздух, дин/см	Средневесовой молекулярный вес, определенный с помощью ультрацентрифуги	Содержание в лигнине		
			карбоксильных групп, мг-экв/г	фенольных и фенольных гидроксильных, мг-экв/г	метоксильных групп, %
ПВ-12-61	40		0,88	4,47	12,7
Фракция I, растворимая в холодном этаноле	37	<3000	0,74	4,08	11,15
Фракция II, не растворимая в холодном этаноле	56	24700	0,47	4,53	12,48
Фракция IV, не растворимая в кипящем этаноле	67	50000	0,30	4,71	13,43

Интересно отметить, что молекулярные веса фракций лигнина ПВ-12-61, растворимой и не растворимой в спирте, при определении методом седиментационных скоростей в ультрацентрифуге [6] довольно хорошо совпадают с весами аналогичных фракций другого произ-

водственного образца сульфатного лигнина, определенными осмотическим методом [2]. Исследование поверхностного натяжения на границе раствор лигнина — воздух показало, что лигнины разного молекулярного веса обладают различной поверхностной активностью.

В табл. 7 приведены физико-механические показатели латексных пленок из наирита Л-7 с различными фракциями лигнина.

Таблица 7

Образцы латексных пленок	Содержание лигнина, весовых частей	Сопротивление разрыву, кг/см ²	Относительное удлинение, %	Остаточное удлинение, %	Напряжение при удлинении 300%, кг/см ²	Сопротивление разрыву, кг/см
Без лигнина	—	183	1270	16	9,9	32
С введением образцов лигнина:						
ПВ-2-61	2,5 5,0	214 266	1275 1240	20 20	15,8 23	52 55
Фракция (I), растворимая в холодном этаноле . . .	2,5 5,0	237 256	1225 1150	16,5 20	21 23,7	40 40
Фракция (II), не растворимая в холодном этаноле	1,0 2,5	237 200	1270 1150	15 18	16,2 20	34 38
Фракция (IV), не растворимая в горячем этаноле	1,0 1,5	247 200	1220 1140	16,6 20	14,8 19,4	32 27

Низкомолекулярная (I) фракция лигнина хорошо вводится в латекс, при ионном отложении дает равномерную пленку; оптимум наполнения для этой фракции — 5 весовых частей. По-видимому, эта фракция, обладая высокой поверхностной активностью, адсорбируется на поверхности латексных глобул и в процессе ионного отложения равномерно осаждается с каучуком. Высокомолекулярные (II и IV) фракции, обладающие малой поверхностной активностью, неравномерно распределяются в латексной смеси при большом содержании и дают неравномерную пленку; оптимум наполнения — 1,5 весовые части. Эти фракции обладают большими усиливающими свойствами [7], [8], но менее равномерно распределяются в пленке.

Таким образом, наилучшими усиливающими свойствами в латексных пленках обладают образцы лигнина, содержащие и низкомолекулярные и высокомолекулярные фракции с малым количеством посторонних примесей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Б. Д. Богомолов, П. А. Кирпичников, В. В. Москва, Н. С. Чумakov. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1960. [2] Б. Д. Богомолов, А. А. Соколова. Побочные продукты сульфатно-целлюлозного производства. Гослесбумиздат, 1962, стр. 122—133. [3] Ф. Ф. Кошелев, Ю. Г. Кораблев, А. М. Буканов, Г. Л. Часовщиков. Журн. «Каучук и резина» № 2, 1964. [4] Р. Д. Нобль. Латекс в технике. Госхимиздат, 1962. [5] Д. М. Сандомирский. Коллоидный журнал, т. 24, № 3, 1962. [6] О. М. Соколов, Б. Д. Богомолов, Э. В. Веселова. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1966. [7] Г. Л. Часовщиков, Ю. Г. Кораблев, Б. Д. Богомолов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1963. [8] Г. Л. Часовщиков, Ф. Ф. Кошелев, Ю. Г. Кораблев, Б. Д. Богомолов, Е. М. Спиридонова. «Полимеры». Сборник трудов Проблемных лабораторий вузов по синтезу, химии, физике и технологии полимеров. М., Изд-во МГУ, 1965, стр. 414—427. [9] I. I. Keilen, A. Pollak. Ind. Eng. Chem. 39, 4, 1947.

УДК 66.047 : 65.011.56

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

АЭРОФОНТАННАЯ СУШИЛКА КАК ОБЪЕКТ РЕГУЛИРОВАНИЯ

А. А. СМИРНОВ

Доцент

(Ленинградская лесотехническая академия)

При непрерывном способе производства стружечных плит [1] на некоторых отечественных деревообрабатывающих предприятиях сушка стружки осуществляется в высокопроизводительных аэрофонтанных сушилках фирмы Келлер. Сушка ведется смесью воздуха и топочных газов, получаемых при сжигании мазута в топочной камере. Воздух служит регулирующей средой, посредством подачи которой в регулирующую газовую среду достигается необходимая для сушки температура газовой смеси. Непрерывность процесса, большая скорость и высокая чувствительность к нарушениям параметров режима (температуры, начальной влажности стружки, разрежения), а также высокая производительность усложняют управление аэрофонтанной сушкой стружки. Возникает необходимость в различной непрерывной информации в виде показаний соответствующих контрольно-измерительных теплоэнергетических приборов, а также необходимость осуществления автоматического регулирования ряда параметров.

Существующие сушилки Келлера оснащены импортными приборами и регуляторами. Отсутствие запасных частей затрудняет эксплуатацию установленных средств автоматики. Регуляторы выбраны и настроены без учета динамических свойств сушилок, чем уменьшаются возможности использования установленных регуляторов. Для регулирования температуры газовой смеси в сушилках первой и второй ступеней применены импульсные регуляторы, настройка которых не обеспечивает высокого качества регулирования. Контроль влажности высушенной стружки производится периодически посредством переносного неавтоматического влагомера, что также нельзя считать оптимальным решением.

В иностранной и отечественной литературе отсутствуют какие-либо сведения об аэрофонтанных сушилках как объектах регулирования. Поэтому не представляется возможным правильно настроить имеющиеся регуляторы и усовершенствовать систему контроля и регулирования сушилок.

Система автоматического регулирования влажности древесной стружки в аэрофонтанных сушилках аналитически может быть представлена в виде нескольких не связанных между собой контуров регулирования. Последние могут быть объединены в три обособленные группы. К первой следует отнести контуры регулирования температуры газовой смеси в первой и второй ступенях сушилки, к тре-

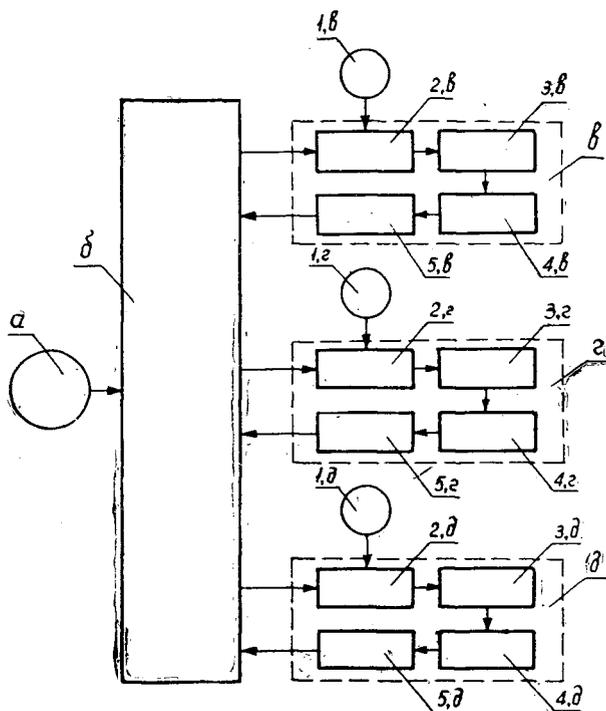


Рис. 1. Контурь регулирования аэрофонтанной сушилки.

a — возмущающее воздействие; b — аэрофонтанная сушилка; b — автоматический регулятор температуры газовой смеси первой ступени; z — автоматический регулятор температуры газовой смеси второй ступени; d — автоматический регулятор производительности сушилки; 1 — задающий элемент; 2 — измерительный элемент; 3 — усилительный элемент; 4 — исполнительный элемент; 5 — регулируемый элемент.

тень — контурь регулирования подачи стружки на сушку (производительности сушилки) в зависимости от влажности готовой высушенной стружки. В контурь первой и второй группы могут быть включены регуляторы отечественного производства. Регуляторы для третьей группы контуров подобрать невозможно, так как ни отечественное приборостроение, ни иностранные фирмы их не производят.

Несвязанность контуров регулирования (рис. 1) допускает проведение исследований статических и динамических характеристик аэрофонтанных сушильных агрегатов как объектов регулирования отдельно по каждому контуру.

На Дубровском домостроительном комбинате автор экспериментально определил временные динамические характеристики по температуре газовой смеси на входе и выходе аэрофонтанных сушилок первой и второй ступеней.

На рис. 2, a приведена временная динамическая характеристика по температуре газовой смеси на выходе второй ступени сушилки. После стабилизации режима возмущение вносилось быстрым перемещением круглой воздушной заслонки из одного фиксированного положения в другое. Изменение температуры газовой смеси в результате возмущения отмечалось самопишущим электронным уравновешенным мостом.

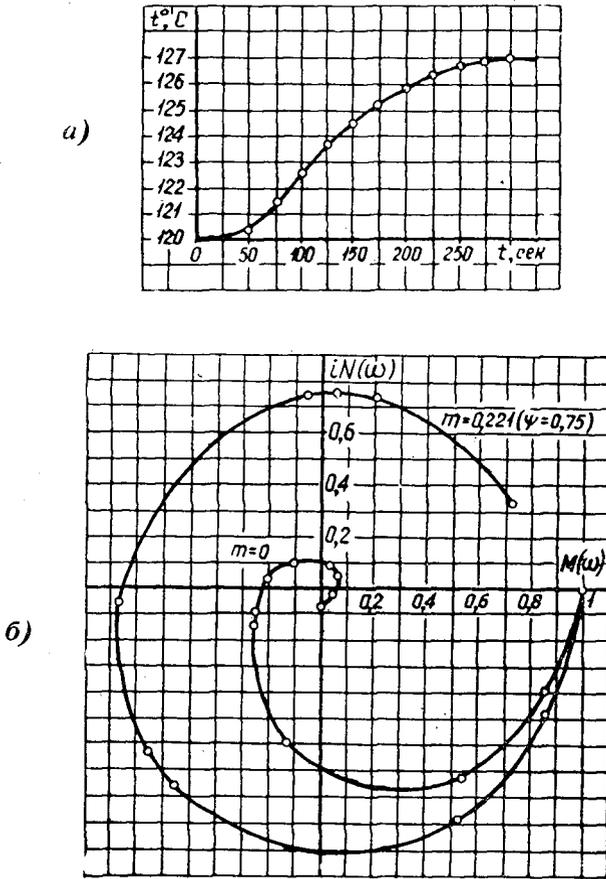


Рис. 2. Динамические характеристики выхода второй ступени аэрофонтанной сушилки по температуре газовой среды.
а — временная (кривая разгона); б — амплитудно-фазовая.

Полученная динамическая характеристика может быть исследована [2], если предположить, что объект регулирования описывается линейным дифференциальным уравнением с постоянными коэффициентами. Тогда передаточная функция объекта без учета запаздывания будет иметь вид

$$W(p)_1 = \frac{1}{0,0764p^3 + 1,05p^2 + 1,78p + 1}. \quad (1)$$

Передаточная функция звена при запаздывании τ , равном 0,417 мин, может быть выражена уравнением

$$W(p)_2 = e^{-\tau p} = e^{-0,417p}. \quad (2)$$

С учетом запаздывания передаточная функция объекта

$$W(p) = W(p)_1 \cdot W(p)_2. \quad (3)$$

Исключив в уравнении (1) неизвестное третьей степени (вследствие малости коэффициента), приравняв коэффициент при неизвестном

второй степени к единице и подставив уравнения (1) и (2) в уравнение (3), получим

$$W(p) = \frac{e^{-0,417p}}{p^2 + 1,78p + 1}. \quad (4)$$

Заменяя в уравнении (4) оператор p на выражение $(i - m)\omega$, где m — коэффициент колебательности, а ω — круговая частота, получим расширенную амплитудно-фазовую характеристику объекта

$$W(m, i\omega)_0 = \frac{e^{-0,417\omega(i-m)}}{\omega^2 \cdot (i-m)^2 + 1,78\omega(i-m) + 1} \quad (5)$$

или в показательной форме

$$W(m, i\omega)_0 = \frac{e^{0,417m\omega} \cdot e^{-i \left[\arctg \frac{\omega(1,78 - 2m\omega)}{1 - 1,78m\omega - \omega^2(1 - m^2)} + 0,417\omega \right]}}{\sqrt{1 - 0,786\omega + 1,4\omega^2 - 0,822\omega^3 + 1,1\omega^4}}. \quad (6)$$

Эксплуатационный опыт показывает, что оптимальными являются степень затухания $\psi = 0,75$ и коэффициент колебательности $m = 0,221$. Подставив в уравнение (6) значение $m = 0,221$, получим

$$W(m, i\omega)_0 = \frac{e^{0,092\omega} \cdot e^{-i \left[\arctg \frac{\omega \cdot (1,78 - 0,442\omega)}{1 - 0,393\omega - 0,95\omega^2} + 0,417\omega \right]}}{\sqrt{1,1\omega^4 - 0,822\omega^3 + 1,4\omega^2 - 0,786\omega + 1}}. \quad (7)$$

Полученная расширенная амплитудно-фазовая характеристика объекта (рис. 2, б) позволяет выбрать для установки пропорционально-интегральный регулятор (ПИ-регулятор), расширенная амплитудно-фазовая характеристика которого имеет вид

$$W(m, i\omega)_p = \frac{\sqrt{(C_0 - 0,221\omega \cdot C_1)^2 + (\omega C_1)^2}}{1,025\omega} \cdot e^{i \left(\frac{\pi}{2} + \arctg \frac{\omega C_1}{C_0 - 0,221\omega C_1} - \arctg 0,221 \right)}, \quad (8)$$

где C_0 и C_1 — настроечные параметры регулятора.

Используя расширенные вещественную, мнимую, амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристики объекта и регулятора, получаем расчетные уравнения вида

$$C_0 = 1,05 \left[\arctg \frac{\omega(1,78 - 0,442\omega)}{-0,95\omega^2 - 0,393\omega + 1} + 0,417\omega \right]; \quad (9)$$

$$C_1 = 0,221 \arctg \frac{\omega(1,78 - 0,442\omega)}{-0,95\omega^2 - 0,393\omega + 1} - \frac{\sqrt{1,1\omega^4 - 0,822\omega^3 + 1,4\omega^2 - 0,786\omega + 1}}{e^{0,92\omega}}. \quad (10)$$

В уравнения (9) и (10) подставляем значения ω от нуля до величины, при которой параметр C_0 становится отрицательной величиной, и строим график зависимости $C_0 = f(C_1)$, являющийся линией равной степени затухания ($\psi = 0,75$) процесса регулирования (рис. 3).

Значения параметров C_0 и C_1 , лежащие внутри области, ограниченной данной кривой и осями координат, обеспечивают процесс регулирования со степенью затухания больше заданной, а лежащие вне этой области — со степенью затухания, меньше заданной.

На построенной кривой правее максимального значения выбираем точку с настроечными параметрами (при $\omega_p = 0,024 \frac{1}{\text{сек}}$), равными $C_0 = 0,0175$; $C_1 = 2,5$.

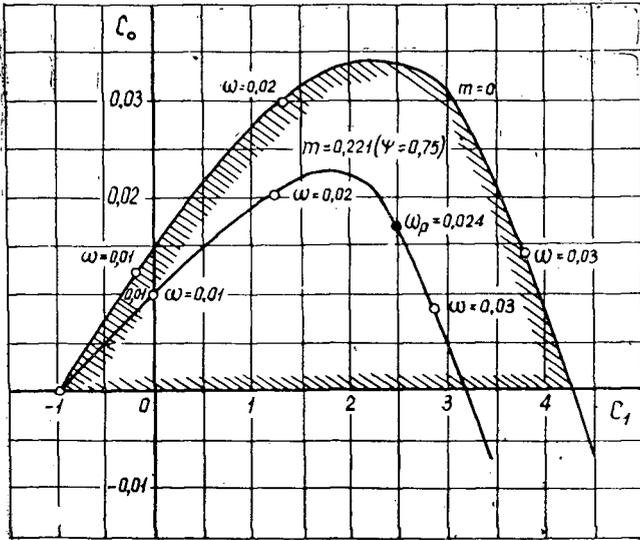


Рис. 3. Область устойчивости и кривая равной степени затухания переходных процессов.

Находим оптимальные значения предела пропорциональности δ и времени издрорма T_i по уравнениям

$$\delta = \frac{1}{C_1} = \frac{1}{2,5} = 0,4;$$

$$T_i = \frac{1}{\delta \cdot C_0} = \frac{1}{0,4 \cdot 0,0175} = 143 \text{ сек.}$$

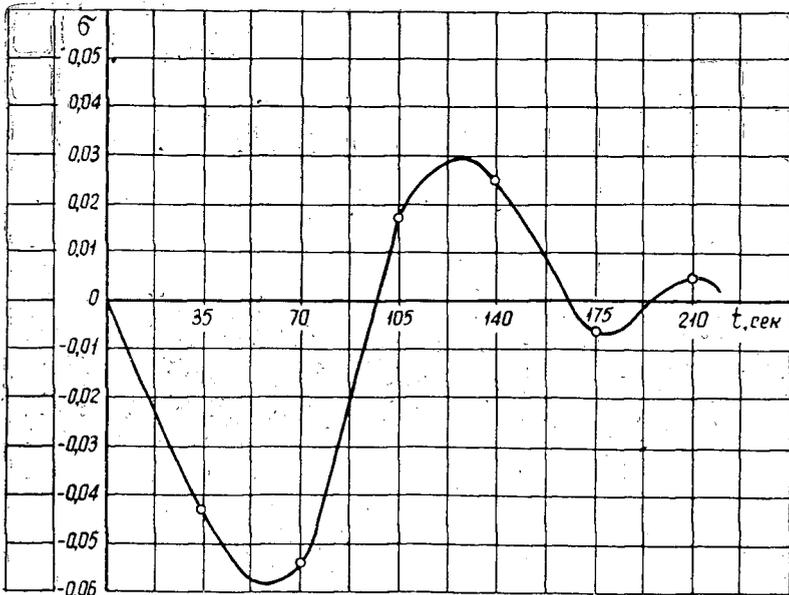


Рис. 4.

На рис. 4 приведена кривая переходного процесса системы автоматического регулирования, рассчитанная при выбранных настроечных параметрах регулятора.

Выводы

1. Аэрофонтанная сушилка как объект регулирования температуры газовоздушной среды на выходе из второй ступени обладает саморавнованием и небольшим запаздыванием.

2. Применение пропорционально-интегрального регулятора (например, типа РУ-4-16А) при соответствующем расчете его настройки обеспечивает высокое качество регулирования, незначительное перерегулирование, быстрое затухание, отсутствие остаточного отклонения и незначительную колебательность процесса.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Е. С. Ботвинник, О. А. Дмитриев, М. И. Гельман, Ю. С. Тупицин, А. А. Эльберт. Производство стружечных плит непрерывным способом. Гослесбумиздат, 1961. [2]. Е. П. Стефани. Основы расчета настройки регуляторов теплоэнергетических процессов. ГЭИ, 1960.

Поступила в редакцию
1 декабря 1965 г.

УДК 634.0.791

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДОСТУПНОСТИ
НИЗКОСОРТНОЙ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ
КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ**Т. С. ЛОБОВИКОВ**

Доцент

А. П. ПЕТРОВ

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

Группа научных работников инженерно-экономического факультета ЛТА и ряда других вузов страны в 1964—1965 гг. провела изучение ресурсов низкосортной древесины и древесных отходов в промышленности РСФСР.

В этом исследовании принято разграничение понятий потенциальных, реальных физических и экономически доступных ресурсов. В потенциальные ресурсы входят все объемы низкосортной древесины и древесных отходов, которые образуются в лесозаготовительной и лесоперерабатывающей промышленности при заготовке, разделке и переработке древесины, а также массы неизбежных по технологическим условиям потерь. Сюда включены полностью масса крон деревьев, пней и корней, а также часть стволовой древесины, не входящая в состав готовой продукции лесозаготовок.

Реальные физические ресурсы низкосортной древесины и отходов определяются как потенциальные за вычетом указанных неизбежных потерь или вынужденного расхода на производственные нужды.

Экономически доступные ресурсы представляют ту часть реальных физических ресурсов, которая может явиться предметом эффективного освоения и переработки в конечные продукты с затратами, не превышающими экономический эффект такого использования.

В качестве критерия экономической доступности ресурсов принята возможность их промышленного освоения и переработки с затратами, обеспечивающими себестоимость конечного продукта, не большую той, которая имеет место при использовании кондиционного сырья.

Условие экономической доступности ресурсов низкосортной древесины и древесных отходов аналитически определяется неравенством вида

$$a \geq C_n + C_r, \quad (1)$$

где a — предельно допустимая стоимость (цена) 1 м³ технологической щепы (или другого полуфабриката) франко — цех переработки;

C_n — стоимость производства 1 м³ щепы (или другого полуфабриката), включающая стоимость исходного сырья, затраты на его сбор, доставку к месту первичной переработки, первичную обработку, рубку в щепу и ее сортировку;

C_T — стоимость транспортирования щепы (другого полуфабриката) в пункт переработки, включающая расходы на погрузку, разгрузку и подачу щепы в производство.

Для товарных конечных продуктов предельно допустимую цену рассчитывают по формуле

$$a = \left(Z \cdot \frac{100 - p}{100} - qk_0 \right) \cdot \frac{1}{m}, \quad (2)$$

где Z — отпускная цена единицы товарного конечного продукта (при условии, что она довольно точно отражает величину стоимости);

p — сложившийся средний процент рентабельности перерабатывающих производств по отношению к полной себестоимости конечного продукта;

q — средние фактические затраты на производство единицы конечного продукта (без стоимости сырья);

k_0 — коэффициент, учитывающий изменение этих затрат у потребителей при использовании низкосортного сырья по сравнению с кондиционным;

m — норма расхода сырья (технологической щепы) на производство единицы конечного продукта.

Для нетоварных, то есть поступающих в дальнейшую переработку на том же предприятии, продуктов (целлюлоза, химдревмасса и т. д.) предельно допустимую цену определяют на основании формулы

$$a = \frac{s - q}{m} + f \quad (3)$$

или

$$a = \frac{e}{m} + f,$$

где s — сложившийся среднеотраслевой уровень цеховой себестоимости производства единицы конечного полуфабриката;

f — нормативный уровень затрат на рубку кондиционного сырья, если последние не учтены в калькуляции затрат на производство;

e — средний сложившийся уровень затрат на сырье (у потребителей).

При установлении массы экономически доступных ресурсов необходимо ориентироваться на те виды переработки, в которых уровень предельно допустимой цены оказывается наибольшим (при этом речь идет только о видах массовой переработки).

Для вариантов с первичной переработкой низкосортной древесины и древесных отходов в технологическую щепу на лесозаготовительных предприятиях зависимость себестоимости 1 м³ щепы в пункте переработки от объема вырабатываемой щепы выражается гиперболической функцией

$$C_n = f(V) = \frac{r}{V} + s_1, \quad (4)$$

где V — объем производства щепы, тыс. m^3 ;
 r, s_1 — числовые параметры.

В случае производства щепы из лесосечных отходов, образующихся на лесосеках и верхних складах, формула себестоимости имеет вид

$$C_n = \frac{r}{V} + s_1 + s_2, \quad (5)$$

где s_2 — удорожание себестоимости технологической щепы, вызванное повышением затрат на сбор и транспортирование отходов до места их переработки.

Дрова, в отличие от лесосечных отходов, должны перерабатываться потребителями в щепу.

Размер транспортных расходов принимают по существующим тарифам на железнодорожные, водные и автомобильные перевозки. Зависимость величины транспортных расходов от расстояния транспортировки (для всех видов транспорта) удовлетворительно выражается формулой

$$C_t = tl + u_1, \quad (6)$$

где l — расстояние перевозки, км;
 t, u_1 — числовые параметры.

С учетом затрат на погрузку, разгрузку и подачу щепы в производство транспортные расходы выражаются уравнением

$$C_t = tl + u_1 + u_2, \quad (7)$$

где u_2 — расходы на погрузку, разгрузку, подачу щепы в производство.

Подставляя значение вероятной себестоимости производства щепы из выражения (5) и величины затрат на транспортирование из формулы (7) в равенство (1), определяющее условие экономической доступности ресурсов отходов и низкосортной древесины, получаем

$$a \geq \frac{r}{V} + s_1 + s_2 + u_1 + u_2 + tl. \quad (8)$$

Приняв

$$s = s_1 + s_2; \quad u = u_1 + u_2,$$

решаем неравенство относительно V

$$V \geq \frac{r}{a - s - u - tl}. \quad (9)$$

Далее, путем последовательной подстановки ряда значений l находим предельные минимальные объемы производства щепы, при которых оно экономично.

Этим достигается решение поставленной задачи по определению условий экономической доступности ресурсов низкосортной древесины и древесных отходов — условий, выраженных объемом производства щепы в зависимости от дальности ее транспортирования.

Если построить систему координат (l — дальность транспортирования, км; V — объем производства щепы, тыс. m^3) и нанести в ней точки, найденные решением уравнения (9), получаем линию, указывающую предельное расстояние транспортирования, обеспечивающее экономичность производства щепы в данном объеме. Эта линия разделяет поле условий, замкнутое осями координат, на две зоны: экономической до-

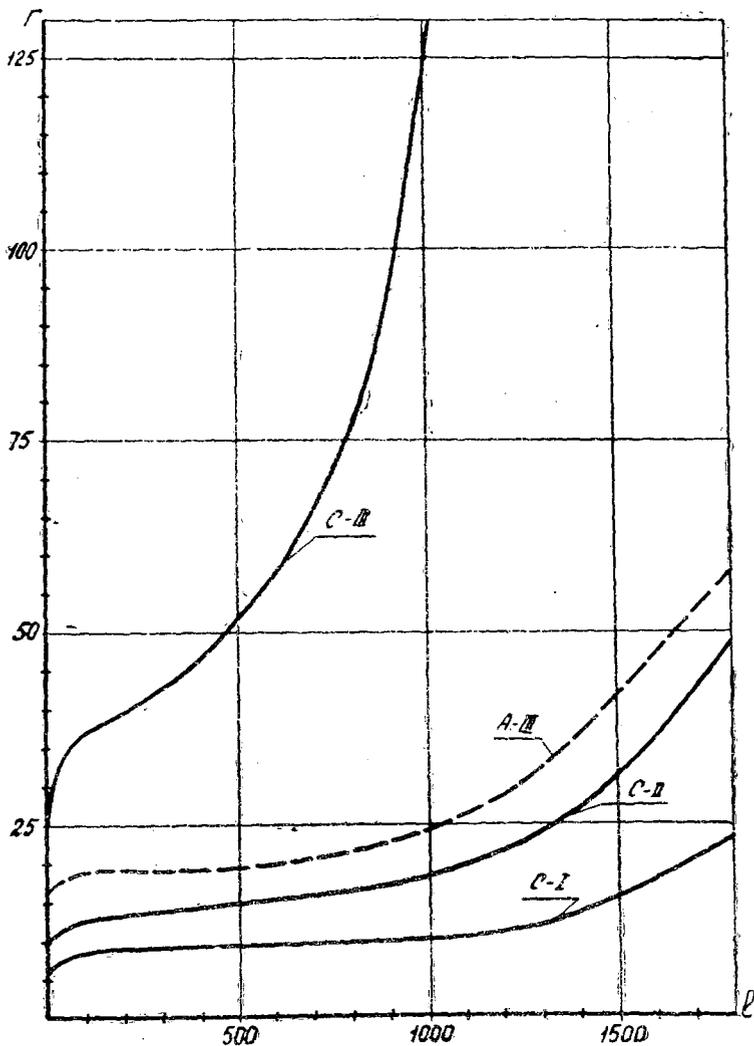


Рис. 1. Графическая схема к установлению условий экономической доступности ресурсов отходов лесозаготовительного производства для леспромхозов с железнодорожной отгрузкой щепы (Архангельская область).

С — производство низкосортной щепы для древесных плит из лесосечных отходов и отходов от разделки древесины, при реализации дров в круглом виде; А — производство щепы высокого качества (для бумаги и картона) из дровяной древесины и низкосортной щепы из отходов. Римскими цифрами обозначены виды технологии лесозаготовок по месту обрубki сучьев. I — обрубка сучьев на нижних складах; II — на верхних складах; III — на лесосеках.

ступности ресурсов низкосортной древесины и отходов (выше и левее линии) и экономической недоступности их (ниже и правее линии).

Объем вырабатываемой щепы в каждом комплексе условий связан определенным соотношением с объемом лесозаготовок

$$\Gamma = \frac{V_{\varepsilon_1}}{\varepsilon_2}, \quad (10)$$

где Γ — объем лесозаготовок (грузооборот лесовозной дороги или нижнего склада), тыс. m^3 ;

- ϵ_1 — удельный расход низкосортной древесины или отходов на производство 1 м³ щепы (принимается по нормативам в зависимости от сорта вырабатываемой щепы);
- ϵ_2 — коэффициент, выражающий отношение массы реальных физических ресурсов низкосортной древесины и отходов к объему лесозаготовок.

Пользуясь уравнением (10), можно перейти от формулы $V = f(l)$ к выражению $G = f(l)$, наиболее удобному для решения задач по определению условий экономической доступности ресурсов низкосортной древесины и древесных отходов в лесозаготовительной промышленности. Это выражение принимается для построения графических схем (рис. 1).

При известных технологии лесозаготовок и варианте производства щепы каждая кривая на схеме соответствует определенной зоне условий экономической целесообразности производства щепы из лесосечных отходов при перевозке ее до потребителей по железной дороге.

Такие графические схемы условий экономической доступности построены для Ленинградского, Северо-Западного, Уральского, Волго-Вятского и Восточно-Сибирского экономических районов для различных вариантов технологии лесозаготовок и способов транспортирования.

Разработаны методические рекомендации к использованию этих схем при решении конкретных задач, связанных с проектированием промышленных объектов, рассчитанных на потребление низкосортной древесины и древесных отходов.

Необходимость транспортирования щепы в пункты ее переработки весьма незначительно ограничивает объем экономически доступных ресурсов, если транспортирование будет производиться по железной дороге или по судоходным рекам (табл. 1).

Таблица 1

Расстояние перевозки, км	0	250	500	1000
Объем ресурсов, %	100	95	93	88

Однако необходимость транспортирования щепы по автомобильным дорогам, что неизбежно для леспромхозов в зоне рек молевого сплава, сильнейшим образом ограничивает доступность ресурсов даже при дальности перевозок в 25—50 км, а при расстоянии более 100 км делает их вообще недоступными (табл. 2).

Таблица 2

Расстояние транспортирования, км	0	25	50	100
Объем ресурсов, %	100	62	22	12

Это означает практически, что отходы, образующиеся в леспромхозах, тяготеющих к рекам молевого сплава, нельзя считать доступными.

УДК 634.0.72 (470.324)

О БАЛАНСЕ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

М. А. ТРЯНОВ

Аспирант

(Воронежский лесотехнический институт)

Плановое ведение социалистического хозяйства основано на использовании требований экономического закона планомерного и пропорционального развития народного хозяйства. Необходимость соблюдения пропорций между производством и потреблением продукции относится к числу основных требований этого закона.

Главным методом планирования является балансовый. В материальных балансах находит выражение взаимная увязка производства, потребления и распределения отдельных видов продукции, а также и соотношений между ее производством и потреблением.

Для лесного хозяйства и лесной промышленности важны балансы древесины, которые по своему экономическому назначению относятся к материальным и составляются в органах, планирующих снабжение и сбыт лесопродукции. Однако их необходимо иметь не только для всего народного хозяйства, но и для экономических районов и областей, что, к сожалению, делается не везде.

В нашей статье на примере Воронежской области мы рассматриваем приходную часть баланса, анализ которой даст возможность установить, как полно используются местные ресурсы и насколько рационально планируется завоз древесины.

Для того чтобы проследить динамику ресурсов в балансе и соотношения между потреблением местной и завозной древесины, взяты данные за 1959—1963 гг. (табл. 1).

Таблица 1

Годы	Поступление древесины		Расходование древесины	
	всего, тыс. м ³	в том числе из лесов Воронежской обл., %	всего, тыс. м ³	в том числе в Воронежской области, %
1959	1814,4	32,1	1814,4	99,7
1960	1635,6	33,2	1635,6	99,4
1961	1382,8	40,8	1382,8	98,9
1962	1356,8	48,2	1356,8	98,3
1963	1481,8	48,7	1481,8	98,8

Примечание. В таблице показана деловая и дровяная древесина вместе.

Таким образом, в общем поступлении древесины на долю местных ресурсов приходится в среднем 40% и на завоз — 60%. Вместе с тем, структура их за пять лет изменилась в связи с ростом заготовок древесины на 24% и сокращением ввоза на 39%.

Росту заготовок древесины сопутствовало увеличение объема рубок главного пользования и лесовосстановительных, что привело к изменению структуры поступления древесины по видам пользования (табл. 2).

Таблица 2

Годы	Количество заготовленной древесины (%) по видам рубок			
	главного пользования	лесовосстановительным	рубкам ухода и санитарным	прочим
1959	5,4	40,5	49,2	4,9
1960	4,3	41,6	50,6	3,5
1961	10,3	39,9	47,4	2,4
1962	9,8	45,0	43,1	2,1
1963	12,4	49,7	35,6	2,3

Данные таблицы свидетельствуют об увеличении заготовок древесины от главных и лесовосстановительных рубок и сокращении рубок ухода, санитарных и прочих.

Изменения в структуре поступления древесины по видам пользования и рост общего объема заготовок обусловлены, прежде всего, качественными изменениями, происшедшими в лесном фонде за последние два периода учета лесов — 1956 и 1961 гг. Сопоставление данных распределения покрытой лесом площади и запасов насаждений по группам возраста показывает сокращение удельного веса молодняков по площади на 7,1% и на 3% по запасу и увеличение приспевающих насаждений соответственно на 5,1% по площади и 4,4% по запасу. Однако эти изменения еще не так велики, особенно по группе спелых насаждений, чтобы в настоящее время ожидать резкого увеличения заготовок древесины против достигнутого. Это объясняется преобладанием молодняков и средневозрастных насаждений. Именно поэтому размер ежегодного пользования в области ниже среднего прироста — 70,1%.

Рассчитывать же на наличие запасов спелых насаждений не приходится, ибо для полного удовлетворения нужд в древесине потребовалось бы увеличить объем заготовок в два с лишним раза. Практически допустить это невозможно, так как тогда древесины хватило бы менее, чем на 10 лет, и мы вскоре стали бы перед фактом нового сокращения объема рубок. Вместе с тем, на воспроизводство такого количества древесины потребовались бы десятилетия. При сложившемся положении

Таблица 3

Годы	Виды лесопroduкции		
	деловая древесина, %	дрова, %	всего, %
1959	100	100	100
1960	89	75	88
1961	66	66	66
1962	57	60	57
1963		72	

мы вынуждены значительную долю в общем потреблении древесины (в пределах 69—52% за пятилетие) покрывать путем ввоза ее из различных районов страны.

Ввоз деловой и дровяной древесины за пятилетний период характеризует табл. 3.

Приведенные данные, собранные и обработанные по материалам учета перевозки лесных грузов, свидетель-

ствуют о наметившемся снижении ввоза деловой и дровяной древесины. Сокращение поставок деловой, а отсюда и общего количества потребляемой древесины в области на 20% (табл. 1) объясняется, главным образом, уменьшением производства пиломатериалов из привозимого сырья, в связи с постепенным переходом на ввоз готовой пилопродукции. Эта тенденция правильна, так как поставка пиловочника вместо готовой пилопродукции экономически нецелесообразна. При ввозе сырья (бревен) мы ежегодно несем дополнительные расходы по перевозкам, равные 352 тыс. руб.

Сокращение ввоза пиловочного сырья (до полного прекращения распиловки привозной древесины), переход на снабжение готовыми пиломатериалами обуславливается в первую очередь необходимостью сокращения транспортных расходов. Собственное же лесопиление должно определяться объемом пиловочного сырья в фонде области.

Транспортные расходы по перевозкам всей лесопроодукции в области за рассматриваемый период выразились большими суммами (табл. 4).

Таблица 4

Годы	Расходы на перевозку древесины, %		
	деловой	дровяной	всего
1959	100	100	100
1960	88	87	90
1961	65	88	66
1962	40	81	40
1963	64	114	67

Ежегодное уменьшение затрат по перевозкам деловой древесины логично, в связи с сокращением ввоза. Однако строгого соответствия в этом вопросе нет. За пятилетний период расходы по перевозкам сократились на 36%, а объем ввоза на 39%. Ввоз дров снизился на 28%, тогда как затраты, наоборот, возросли на 14%. Все это является следствием роста средних расстояний перевозок. В свою очередь, такое положение свидетельствует о недостатках в планировании прикрепления районов-потребителей к районам-поставщикам. Отсутствие надлежащего планового кооперирования поставок лесопроодукции из определенного числа районов, отдаление поставщиков от потребителей вызывает рост затрат по перевозкам и сказывается на увеличении себестоимости древесины, что приводит к дополнительным неоправданным расходам народного хозяйства. Затраты по перевозкам в четыре с лишним раза превышают попенную плату и почти в три раза — себестоимость выращивания древесины.

Такое положение характерно и для других областей Центрально-черноземного экономического района, что объясняется рядом причин. Главной причиной является применение истощительных рубок до революции и перерубы лесосек, допущенные затем на отдельных этапах хозяйственного строительства (в первые пятилетки, во время Отечественной войны и в начале послевоенного периода).

Из изложенного следует, что необходимо разработать и осуществить мероприятия для постепенного перехода к удовлетворению потребностей в древесине за счет местных ресурсов.

Одной из важных мер является дальнейшее повышение продуктивности насаждений. Внимание должно быть направлено на восстанов-

ление полноты насаждений до 0,9—1,0. За последние 10—12 лет производительность лесов повысилась на 15%, однако имеются еще реальные возможности к ее росту. Для обеспечения области древесиной нужно повысить прирост на 37%.

В решении проблемы удовлетворения потребностей области из местных ресурсов, наряду с повышением продуктивности лесов, важно повышение лесистости, которая в настоящее время равна 8,7%.

Дальнейшее развитие промышленности европейской части СССР, как это предусматривается Программой КПСС, несомненно повысит роль лесов и увеличит спрос на древесину для народного хозяйства. В этой связи повышение лесистости необходимо не только с точки зрения улучшения почвенно-климатических условий для борьбы с эрозией почв, но и с экономической, в целях повышения урожайности сельскохозяйственных полей и повышения удовлетворения потребностей народного хозяйства и населения области в древесине.

Воронежская область располагает значительными площадями, подверженными эрозии, которые оказываются малопригодными или вовсе непригодными для использования в сельском хозяйстве. Эти площади и являются тем резервом, часть которого, при дополнительных обследованиях и соответствующих решениях, может быть передана в лесной фонд под облесение. Кроме того, важное место должно быть отведено дальнейшему развитию полезащитного лесоразведения и созданию культур на песках и оврагах на территориях колхозов и совхозов области.

Говоря о путях удовлетворения потребностей области в древесине, нельзя обойти вопрос об использовании лесных ресурсов. В этом отношении наиболее актуальным является вопрос о выходе деловой древесины при разработке лесосечного фонда.

Рассмотренный круг вопросов представляет собою те неотложные задачи, которые должны быть решены в Воронежской области с целью удовлетворения потребностей в древесине, сокращения затрат, улучшения почвенно-климатических условий района.

Наши выводы сделаны на основании анализа балансов древесины и должны быть учтены при разработке перспективных и годовых планов развития народного хозяйства области.

Поступила в редакцию
23 сентября 1965 г.

УДК 634.0.116.29

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

ИЗУЧЕНИЕ ВЕСЕННЕГО ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА
В ЭКСПЕДИЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ

А. И. НОСЕНКОВ

Аспирант

(Лаборатория лесоведения АН СССР)

В экспедиционных условиях можно производить изучение весеннего поверхностного стока с водосборов, используя водостоки вместо водосливов, что способствует организации кратковременных наблюдений без материальных затрат и обеспечивает получение практически приемлемых результатов.

Для этой цели в бассейне р. Вори у с. Жучки (Загорский район, Московской области) были подобраны в одинаковых условиях три смежных, примерно равных по площади, но в разной степени облесенных водосборных бассейна, отграниченных поперек временных водостоков плотным полотном шоссейной дороги, в основании которой были заложены водосточные трубы. В данном случае плотно шоссейной дороги представляет собой плотину водосливного сооружения, а водосточная труба — водослив определенного диаметра.

При прохождении незначительных объемов воды через водосток, в начале и в конце стока учет расхода воды производили объемным методом. В момент основного паводка расход воды определяли на основании замера сечения потока и его скорости. Последнюю измеряли гидрометрической вертушкой Бурцева ГР-11 с точностью 3%.

Результаты наблюдений, проведенных в 1964 г., указаны в табл. 1.

Таблица 1

Результаты наблюдений	Водосбор № 1, площадь 38 га, лесистость 10%	Водосбор № 2, площадь 55 га, лесистость 53%	Водосбор № 3, площадь 40 га, лесистость 90%
Запас воды в снеге и осадки периода половодья			
тыс. м ³	28,54	47,52	38,12
мм	75,1	86,4	95,3
Слой стока			
тыс. м ³	9,42	9,95	4,56
мм	24,8	18,1	11,4
Коэффициент стока	0,33	0,21	0,12
Максимальный расход воды, л/мин			
га	53	42	34

Примечание. Рельеф местности во всех случаях слегка всхолмленный. Почвы среднесуглинистые оподзоленные. Замер расходов воды производится в 7, 10, 13, 16 и 19 час.

Как видно из приведенных данных, с увеличением лесистости коэффициент стока заметно снижается.

Влияние леса оказалось бы еще сильнее, если бы расположение его по территории не носило случайный характер, как, например, на водосборе № 2.

Если бы лесные водопоглотительные полосы шириной 150—200 м были расположены поперек склонов и на рассчитанном для данных условий расстоянии, например, через 500 м, поверхностный сток свелся бы к нулю, из-за перевода его в почвогрунт. В этом случае наблюдался бы только выклинивающийся грунтовой и внутрпочвенный сток, как на лесном водосборе № 3.

Способ использования водосточных сооружений в качестве водосливов при изучении поверхностного стока на водосборах, совместно с закладкой на местности микроплощадок по видоизмененному методу А. А. Молчанова (А. И. Носенков, 1964), позволил нам полнее и разностороннее оценить гидрологическую роль различно облесенных территорий.

Поступила в редакцию
16 декабря 1965 г.

УДК 634.0.114.351 : 628.322

ВЛИЯНИЕ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ НА ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ И БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТОКОВЫХ ВОД

Е. С. СПИРИДОНОВ

Аспирант

(ВНИАЛМИ)

Лесные насаждения, произрастающие на прибрежных склонах Волгоградского водохранилища, играют существенную роль в предохранении его от заиления. Чем ярче выражена лесная обстановка насаждения, тем резче проявляются его водопоглощающие и кольматирующие функции.

Подстилка оказывает большое влияние на поверхностный сток. В лесные насаждения, расположенные на склонах, поступают продукты смыва полей, которые создают опасность заиления рек и водохранилищ. В связи с этим возникает вопрос о кольматирующей роли лесной подстилки и ее влиянии на химико-бактериологические показатели загрязненных вод, проходящих через лесные насаждения. Для исследований этого вопроса мы провели в чистом сосновом насаждении, расположенном по правобережью Волгоградского водохранилища (Камышинский агролесомелиоративный опорный пункт ВНИАЛМИ). Возраст древостоя — 50 лет; полнота — 0,8; средняя высота — 22 м; средний диаметр — 24 см; средний прирост — 7,5 м³, текущий — 7 м³, класс бонитета — I, подлесок и живой напочвенный покров отсутствуют, самосев сосны в небольшом количестве.

На склоне крутизной 10° была отобрана площадка с хорошо сохранившейся лесной подстилкой, которая имеет два слоя: верхний — рыхлый и мало разложившийся, нижний — плотный, почти полностью разложившийся. Состав и процентное весовое соотношение между различными слоями подстилки приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика подстилки	Верхний слой	Нижний слой
Мощность, см	2,6	1,1
Воздушно-сухой вес подстилки с площадки 1 м ² , г	998,3	798,7
Составные части, %		
хвоя сосны	83,2	20,2
веточки сосны	0,6	2,3
кора сосны	7,2	—
листья вяза	0,5	—
перегнившая часть	8,5	77,5

Из таблицы видно, что нижний слой почти полностью разложился, в то время как в верхнем преобладает неперегнившая хвоя. Поэтому верхняя часть подстилки лежит рыхлым слоем, а нижняя уплотнена.

Изменение химических и бактериологических показателей загрязненной воды изучали путем ее напуска на площадку. Воду брали из бассейна, находящегося на территории опорного пункта. Пробы воды для анализа отбирали до и после пропуска ее по 50-метровой площадке.

В табл. 2 приведены основные химические показатели исследуемых проб воды и их изменения.

Таблица 2

Физико-химические показатели проб воды	Вода из бассейна (контроль)	Вода после пропуска ее по 50-метровой площадке
Цветность, град	80	60
Прозрачность, см	4	12
Мутность, г/л	7,60	6,11
Щелочность, мг/л	3,6	3,8
Жесткость, мг/л		
карбонатная	12,3	12,9
общая	12,3	12,9
Хлориды, мг/л	45,0	50,0
Аммиак, мг/л	0,41	0,32
Окисляемость	18,9	36,1

Из таблицы видно, что лесная подстилка оказывает влияние на основные показатели химического состава воды.

Вместе с пробами на химический состав брали воду и для исследования изменения основных бактериологических показателей (табл. 3).

Таблица 3

Место взятия проб	Основные бактериологические показатели	
	коли-индекс	коли-титр
Вода из бассейна (контроль)	23800	0,04
После прохождения 50 м по подстилке	9600	0,1

Из приведенных данных видно, что лесная подстилка улучшает и бактериологические показатели загрязненной воды.

В заключение можно сказать, что подстилка улучшает отдельные химические и бактериологические показатели воды и, хорошо фильтруя ее, защищает водохранилище от загрязнения.

Поступила в редакцию
24 мая 1965 г.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

О КНИГЕ С. С. ПЯТНИЦКОГО С СООВТОРАМИ
«ВЕГЕТАТИВНЫЙ ЛЕС» *

Рецензируемая книга посвящена мало разработанному вопросу о вегетативном размножении древесных пород. На русском языке этот вопрос так подробно и полно излагается впервые с использованием как литературных источников, так и собственных исследований авторов.

Книга состоит из вступления и девяти глав. В первой главе (стр. 8—66) обстоятельно освещены биологические особенности спящих, придаточных почек и корневых зачатков, рост побегов, возникших из спящих и придаточных почек. Установлено, что спящие почки сохраняют жизнь при наихудших условиях роста и что они являются основной порослевой способностью древесных пород.

Во второй главе (стр. 67—148) рассматривается способность деревьев и кустарников давать пневую и корневую поросль. Указывается, что факторы, благоприятно влияющие на жизнедеятельность деревьев, отрицательно сказываются на развитии спящих почек и что в сухой степи поросль появляется быстро и дружно на тонких пнях. Дается ценное указание, что на склонах, подверженных смыву и осыпанию, корневая шейка деревьев может оказаться на уровне поверхности почвы и выше. У таких деревьев нет спящих почек ниже поверхности почвы.

Не менее важной является третья глава (стр. 148—179), где обобщены высказывания многих ученых о причинах образования водяных побегов у дуба.

Придаточное корнеобразование, отводки и размножение отделенными от растений частями освещены в четвертой главе (стр. 180—239). Здесь подробно описаны породы, способные образовывать придаточные корни на надземных и погребенных частях ствола. На стр. 226 подробно рассматривается искусственное размножение растений колышками и черенками.

* С. С. Пятницкий, М. Л. Коваленко, Н. А. Лахматов, И. В. Туркевич, В. Г. Ступников, В. П. Сущенко, Г. П. Чони. Вегетативный лес. Сельхозиздат, М., 1963 448 стр.

В главе пятой (стр. 240—270) изложены вопросы размножения древесных пород посредством корневищ. Приведен перечень древесных кустарниковых пород, образующих корневища.

Глава шестая (стр. 280—322) посвящена корневым отпрыскам, формированию корневой системы отпрыска и корнеотпрысковой способности ряда пород. В ней приводятся классификации древесных и кустарниковых пород по их корнеотпрысковой способности, предложенные видными учеными.

В главе седьмой (стр. 323—356) С. С. Пятницкий дал обобщение наблюдаемых явлений по самопрививкам и сростаниям у деревьев и кустарников. Описаны «живые пни», пневая поросль и сростание корневых систем.

В главе восьмой (стр. 357—387) детально освещен рост насаждений из поросли, образовавшейся на пнях старых и молодых деревьев. Описан ход изреживания поросли и разрастание гнезда. Установлен возраст порослевого гнезда, приведены причины вырождения дуба. В результате авторы делают верный вывод, что в порослевых дубравах при правильном ведении хозяйства можно получать несколько порослевых поколений.

В главе девятой (стр. 388—426) рассматриваются вопросы возобновления насаждений порослевым способом, время и сезон рубки материнского насаждения, высота и форма пня, способ валки деревьев, разделка и уборка древесины.

Авторы книги учли, как учил Г. Ф. Морозов, природу пород, составляющих насаждение, природу их сочетания и природу условий их произрастания. Изложенные положения научно обоснованы, отвечают действительности, освещены достаточно полно и всесторонне. Книга является безусловно ценной. Несомненно она будет полезным пособием для лесоводов нашей страны и особенно для работающих в степи.

В. Г. Жеребцов.

Старший инженер Днепропетровского межобластного управления лесного хозяйства и лесозаготовок.

О КНИГЕ Б. И. КУВАЛДИНА «ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ»

Первая попытка обобщить в одной книге основные сведения по подвижному составу лесовозных дорог заслуживает большого внимания.

По нашему мнению, необходимо отметить следующие положительные стороны книги. Она написана на высоком теоретическом уровне, в основном хорошо отредактирована. Очень удачна последовательность изложения материала. В книге сравнительно небольшого объема (20 печ. листов) приведено много справочных данных по подвижному составу, кратко изложены теоретические основы расчета основных узлов автомобильных прицепов и вагонов колеи 750 мм, дано описание конструкций подвижного состава. Излагаемый материал иллюстрируется расчетными схемами, рисунками, графиками, фотографиями и таблицами. Поэтому книга, утвержденная Министерством в качестве учебного пособия для лесотехнических специальностей высших учебных заведений, может быть использована проектировщиками и специалистами-транспортниками, работающими непосредственно на производстве.

Положительной особенностью рецензируемой книги следует считать и то, что, будучи учебным пособием, она фактически является многолетним серьезным самостоятельным научным исследованием, в котором в порядке исторической последовательности дается критический анализ основных теоретических и экспериментальных исследований в области подвижного состава рельсовых и безрельсовых (автомобильных и тракторных) лесовозных дорог.

При работе над этим учебным пособием автор творчески переработал большое количество литературного, экспериментального и статистического материала.

В книге даны четкие формулировки, конкретные выводы и практические рекомендации, приведены наиболее обоснованные формулы с краткими пояснениями, расчетные схемы, таблицы и графики, необходимые для расчета подвижного состава лесовозных дорог.

Рассматривая конструкции подвижного состава лесовозных дорог и типы лесовозных поездов, автор обращает внимание на вопросы экономической эффективности применения в определенных условиях того или иного типа прицепного состава и схемы автопоезда.

Рецензируемая книга не свободна от некоторых недостатков, по-видимому, являющихся следствием того, что ее объем был ограничен, а опыта написания подобной работы в лесотехнической литературе не было.

Автор рассматриваемой работы очень мало внимания уделил зарубежному опыту. Нам кажется, следовало бы дать краткое описание конструкций основных типов (применяющихся в настоящее время в США и Канаде) автомобильного прицепного состава, привести технические характеристики прицепов, эксплуатирующихся на лесовозных автодорогах. Причем необходимо учитывать специфические особенности лесосырьевой базы, климата, рельефа и технологии лесозаготовительных предприятий. Было бы очень интересно знать фактические (за несколько лет) технико-экономические показатели зарубежного подвижного прицепного состава при различных схемах автопоездов. В книге нет оценки американского и канадского опыта эксплуатации подвижного состава лесовозных дорог.

В рецензируемой книге совершенно недостаточно освещен отечественный опыт эксплуатации автомобильных прицепов в различных по рельефу и климату многолесных районах нашей страны. Почти ничего не сказано о долговечности основных марок автоприцепов в целом и отдельных наиболее главных узлов.

Мы считаем, что в специальной главе следовало дать результаты анализа статистических данных по материалам отечественного опыта эксплуатации подвижного состава на лесовозных дорогах, дорогах общего пользования, в сельской местности. Интересно было бы полученные данные сравнить с зарубежными.

По результатам анализа статистических данных, используя передовой опыт эксплуатации и ремонта подвижного состава, можно было разработать некоторые практические рекомендации по улучшению конструкций, условий эксплуатации и продлению срока службы подвижного состава на лесовозных дорогах.

По нашему мнению, книгу следует дополнить главой, посвященной технико-экономическому обоснованию выбора прицепного состава и схем автопоездов на лесовозных автодорогах.

Раздел книги, в котором рассматриваются конструкции колесного подвижного состава безрельсовых дорог (глава II), следовало бы, по нашему мнению, иллюстрировать большим количеством фотографий, так как очень мелко-масштабные схематические чертежи не дают наглядного (объемного) представления об автомобильном подвижном составе.

В связи с тем, что рецензируемая книга иллюстрируется в значительном объеме сложным графическим материалом, она должна иметь больший формат, что позволит увеличить размеры чертежей.

В следующем издании пособия желательно было бы иметь подробные при-

меры расчетов на прочность одного из типов подвижного состава автомобильных и железных дорог, а также необходимые сведения по конструктивным материалам для прицепов и вагонов. Кроме того, в пособии было бы полезно поместить больше вкладок, иллюстрирующих конструкции различных типов подвижного состава в целом, их узлов и деталей. Отмеченные недостатки не уменьшают несомненных достоинств книги «Подвижной состав лесовозных дорог» и могут быть устранены в следующем издании.

В заключение следует сказать, что рецензируемая работа является не только ценным и необходимым пособием для студентов лесотехнических вузов и техникумов, но и значительным вкладом в научно-техническую литературу о промышленном транспорте, особенно в части, касающейся лесовозных дорог.

И. С. Горюнов.

Доцент, кандидат технических наук.

С. Г. Осколков.

Старший преподаватель.

(Сибирский технологический институт).

УДК 06.055

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

МЕТОДИЧЕСКОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ЛЕСНОЙ СЕЛЕКЦИИ

Крупные успехи, достигнутые биологической наукой за последнее время, и в особенности развитие генетики, сделали настоятельно необходимым кардинальный пересмотр учебной программы курса «Лесная селекция».

С этой целью по решению Министерства высшего и среднего образования СССР с 26 по 28 января 1966 г. при Московском лесотехническом институте проходило межвузовское совещание, в котором активное участие приняло большинство преподавателей, связанных с курсом лесной селекции в лесотехнических вузах, а именно: Б. М. Алимбек (Поволжский ЛТИ), П. Л. Богданов (Лесотехническая академия), Т. М. Бродович (Львовский ЛТИ), М. М. Вересин (Воронежский ЛТИ), П. И. Войчаль (Архангельский ЛТИ), А. В. Гурский (Московский ЛТИ), Е. А. Иванов (Саратовский СХИ), Н. В. Котелова (Московский ЛТИ), А. Я. Любавская (Московский ЛТИ), Е. Д. Маневич (Белорусский ТИ), П. Т. Обыденный (Московский ЛТИ), О. П. Олисова (Сибирский ТИ), Е. А. Пугач (Уральский ЛТИ) и А. С. Яблоков (Московский ЛТИ).

Совещание обсудило два предложенных проекта новой программы — Воронежского ЛТИ (М. М. Вересин) и кафедры селекции и дендрологии Московского ЛТИ — и одобрило первую из них; она была отредактирована специально созданной на совещании редакционной комиссией. Эта программа отражает современное состояние генетической теории, а в будущем послужит хорошей основой для последующих уточнений, неизбежных в ходе прогрессивного развития биологии.

Совещание не могло также пройти мимо ничем не оправданного положения лесной селекции как учебной дисциплины, которое установлено в дейст-

вующем учебном плане подготовки инженера лесного хозяйства. В нем лесная селекция низведена до уровня третьестепенной науки (уменьшен объем лекционного курса, снят экзамен, дисциплина перенесена на второй курс на положение общеобразовательной, до прохождения базисных предметов).

Между тем нельзя отрицать, что уже сейчас лесная селекция превратилась в практическую отрасль лесного хозяйства и в важнейшее средство повышения производительности лесов. С точки зрения учебного плана ее необходимо считать профилирующей дисциплиной, поскольку по ней есть дипломное проектирование, ведется аспирантская подготовка, а в практике лесного хозяйства организуются специальные семилесхозы, которые без селекции существовать не могут.

Исходя из этого, совещание признало совершенно необходимым уже сейчас перенести курс лесной селекции на VI семестр, восстановить экзамен, ввести курсовую работу по лесному семеноводству.

При разработке нового учебного плана необходимо довести объем курса лесной селекции до 80 часов и выделить раздел генетики в самостоятельный курс (40 часов) с экзаменом, поскольку генетика является теоретической базой всех лесоводственных дисциплин и практики ведения лесного хозяйства.

Признано также необходимым организовать семинар преподавателей лесной селекции, в течение 1966 г. подготовить рукопись учебника по курсу, а также обеспечить вузы учебными фильмами.

П. И. Войчаль.

*Доцент, кандидат
сельскохозяйственных наук.*

(Архангельский лесотехнический институт).

ЮБИЛЕИ

ЮБИЛЕИ

профессора А. Н. ПЕСОЦКОГО

31 марта 1966 года исполнилось 70 лет со дня рождения и 45 лет научно-педагогической, производственной и общественной деятельности Александра Николаевича Песоцкого, профессора, доктора технических наук, заведующего кафедрой лесопильно-строгальных производств Ленинградской лесотехнической академии.

В 1921 г. А. Н. Песоцкий окончил Ленинградский институт путей сообщения и затем продолжал заниматься специальными предметами в Технологическом институте. После окончания института Александр Николаевич стал работать в области лесопиления и деревообработки на предприятиях Ленинграда и Пскова. С 1926 г. начал заниматься научной работой по лесопилению, деревообработке и сушке, совмещая ее с производственной. С 1930 г. А. Н. Песоцкий переходит на научно-педагогическую работу в Технологический институт, а в 1941 г. — в Лесотехническую академию, где после войны занимал пост заместителя директора по научно-учебной работе и затем декана факультета механической технологии древесины.

В ученое звание профессора А. Н. Песоцкий утверждён в 1933 г., а в учёной степени доктора технических наук — в 1943 г. на основании защиты диссертации на тему по использованию древесины в лесопилении.

У А. Н. Песоцкого учились около трех тысяч студентов, он также подго-

товил двадцать кандидатов и одного доктора технических наук.

Основное направление научных работ А. Н. Песоцкого — исследования в области комплексного использования древесины, новых технологических процессов лесопиления и использования отходов, в том числе в производстве стружечных и опилочных плит.

А. Н. Песоцкий опубликовал 69 работ, в том числе капитальные труды по лесопилению и проектированию лесопильно-деревообрабатывающих предприятий.

Вышедшие за последнее время научные работы А. Н. Песоцкого посвящены вопросам точности в производственном процессе лесопиления, новым методам использования отходов и механизации и автоматизации лесопильного процесса.

В течение 20 лет А. Н. Песоцкий руководил секцией лесопиления областного НТО лесной промышленности, где длительное время также был председателем и членом правления.

За свою учебно-научную деятельность А. Н. Песоцкий награжден двумя орденами, тремя медалями и тремя значками отличника.

Пожелаем юбиляру долгих лет жизни, здоровья и дальнейших успехов в науке и подготовке инженерных кадров!

Проф. А. Э. Грубе, проф. М. С. Мовнин, проф. И. И. Шейнов, проф. С. В. Родионов, проф. Г. Д. Власов, доц. Е. П. Кондрашкин, доц. Н. А. Модин, доц. П. В. Соколов, доц. В. С. Ясинский, доц. М. Д. Бавельский, доц. А. А. Маятин.

(Ленинградская лесотехническая академия).

НЕКРОЛОГ

ПАМЯТИ А. С. КОЗМЕНКО

Газета «Сельская жизнь» за 9 декабря 1965 г. сообщила о кончине Алексея Семеновича Козменко, крупного ученого в области агролесомелиорации.

А. С. Козменко родился 14 марта 1878 г. в г. Москве в семье свободного художника, происходившего из крестьян Курской губернии.

В 1901 г. он окончил геологический факультет Московского государственного университета, а в 1904 г. агрономическое и инженерное отделения Петровской сельскохозяйственной академии (ныне Тимирязевской).

С 1905 по 1917 гг. А. С. Козменко во главе гидрогеологической партии при Тульско-Калужском управлении земледелия и государственных имуществ занимался изучением рельефа, гидрографической сети и водоносности территории центральных губерний европейской части России и оценочно-гидрогеологическими исследованиями на территории бывшей Тульской губернии. На этой территории им установлены и нанесены на карту уникальные естественнo-исторические границы распространения: валунных наносов Североскандинавского ледника, серых и светло-серых лесных почв и следов третьего, последнего цикла древней послеледниковой эрозии.

Исследования на территории Московской, Тульской и Орловской губерний позволили А. С. Козменко установить и классифицировать следы ледниковой и послеледниковой эрозии, дошедшие до нашего времени в виде современной гидрографической сети; определить районы древней эрозии и типы расчленения ею территории; выявить связи и соотношения современной эрозии с отдельными элементами гидрографической сети и типами расчленения территории древней эрозией.

Указанные результаты исследований позднее стали научной основой при разработке и проектировании мер борьбы с современной эрозией.

Установление научно обоснованных противоэрозионных мероприятий требовало их апробации в практике земледелия и экспериментирования. Это было

причиной образования в 1921 г. по инициативе А. С. Козменко Новосильской опытно-овражной станции (ныне агролесомелиоративной) на территории Тульской области. Эта станция явилась первым научным учреждением по борьбе с эрозией не только в России, но и во всем мире. Со времени учреждения станции и до 1938 г. директором ее был А. С. Козменко. Свои богатые знания геолога-почвоведа, агронома и инженера-мелиоратора он применил в научной и производственной деятельности станции.

В августе 1938 г. Алексей Семенович был переведен в Москву на должность заведующего отделом Всесоюзного научно-исследовательского института агролесомелиорации. В этой должности он был до выхода на пенсию в 1957 г.

Алексей Семенович продолжал научную деятельность до конца своей жизни. В 1957 г. им было выпущено в свет дополнительное 2-ое издание его книги «Борьба с эрозией почв». В 1959 г. он публикует работу «Заиление речных водохранилищ и борьба с ними», в 1961 г. — «Теоретические основы борьбы с эрозией почв», в 1963 г. — «Борьба с эрозией почв на сельскохозяйственных угодьях».

За 70 лет плодотворной научной деятельности, являющейся образцом беззаветного служения науке и народному хозяйству, А. С. Козменко опубликовал более сотни книг, брошюр, отчетов и статей, представляющих ценное и богатое наследие для ученых и производственников-почвоведов, гидрогеологов, агрономов, лесоводов и мелиораторов.

Главное в его трудах — система апробированных мероприятий по борьбе с эрозией почвогрунтов организационно-землеустроительного, агротехнического, гидротехнического и лесомелиоративного порядков. В наше время эта система широко применяется на полях совхозов и колхозов, решающих задачу повышения продуктивности сельского хозяйства и его подъема на уровень современной сельскохозяйственной науки.

Научно-исследовательскую работу А. С. Козменко сочетал с широкой учебно-пропагандистской и обществен-

ной деятельностью. Им написаны разделы по эрозии почвогрунтов для БСЭ и для учебников землеустройства, земледелия и агролесомелиорации. Он всегда делился своими знаниями и мыслями со своими учениками и последователями, следуя своим современникам В. В. Докучаеву и К. А. Тимирязеву, которые учили, что «наука не храм для избранных, а мастерская, доступная для всех».

Как ученый А. С. Козменко отличался высокой требовательностью и принципиальностью. Так, например, до конца своей жизни он возражал против «делимости» понятия «эрозия» на водную и ветровую. Он утверждал, что эрозия — это водный размыв и смыв. Ветровой же эрозии нет: шлифующая и разрушающая горные породы и почвогрунты деятельность ветров и воздушных тече-

ний — это не эрозия, а дефляция. С таким утверждением нельзя не согласиться.

Плодотворную деятельность А. С. Козменко отметили Партия и Правительство, наградив его орденами Трудового Красного Знамени и Знак Почета, а также медалями. Лучшим же памятником ушедшему от нас выдающемуся агролесомелиоратору А. С. Козменко надо считать дальнейшее развитие агролесомелиоративной науки и плодотворную работу его детища — Новосильской агролесомелиоративной станции.

Светлая память об А. С. Козменко долго сохранится в сердцах тех, кто его знал и работал с ним, и тех, кто ныне пользуется плодами его замечательной научной и производственной деятельности.

И. П. Пряхин.

Лесовод.

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

В. В. Антанайтис. Таблицы таксации текущего прироста отдельных насаждений	3
В. В. Ильинский. Факторы образования микрорельефа и его роль в сосновых насаждениях	8
О. А. Неволин. К вопросу о строении смешанных сосново-березовых древостоев	12
В. М. Иванюта. К вопросу о закономерностях естественного изреживания древостоев	17
Е. Д. Солдухин. Типы кедровых лесов Дальнего Востока	21
В. И. Калинин. Толщина и объем коры лиственницы, произрастающей в Архангельской области	24
Г. С. Корецкий. Взаимодействие корневых систем сосны и березы в смешанных культурах Полесья УССР	29
А. С. Головачев. Нормальные видовые числа и связь их с высотой, диаметром и возрастом деревьев и насаждений	33
Ф. Б. Орлов, П. Ф. Совершаев. О влиянии живого напочвенного покрова на устойчивость всходов лесных культур от выжимания их морозом	37
В. Ф. Добрачев. Методы учета гнезд муравьев рода <i>Formica</i> в лесном хозяйстве	41
М. Н. Фисун. Некоторые лианы Черноморского побережья Кавказа и их использование для закрепления осыпных склонов	44
Ю. П. Хлонов. Липа в Западной Сибири	47

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

М. М. Овчинников. Метод расчета потока, стесненного полузапрудами на порогах сплавных рек	49
В. Я. Харитонов. Экспериментальные исследования движения бревен под водой. Сообщение 2. Свободное всплытие	60
А. Ф. Дмитриев. К вопросу о дальности полета струн	70
К. А. Чекалкин. Элементы расчета рычажного выравнивателя перекосов пучков	73
С. В. Гулидов. Определение скручивающего момента сигарообразного плота при статической постановке его на волну	80
Ю. Л. Ковалев, Ш. М. Гохман. Определение динамических нагрузок на опорные катки подвески трелевочного трактора ТДТ-60	86

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Д. А. Беленков. К обоснованию наиболее выгодного уровня вероятности защиты древесины для оценки токсичности антисептиков	94
В. И. Бызов, К. И. Демьяновский. Оснащение зубьев пил быстрорежущей сталью и твердыми сплавами	97
А. А. Отаров. Исследование влияния высотной коррекции на нагрузочную способность зубчатых колес из древесного пластика ДСП-Г	103
Г. Е. Силина. К вопросу о регулировании скорости подачи станков для контурной обработки щитов из древесины	108
М. С. Некрасов. Некоторые физико-механические свойства древесины различных групп деревьев ели сибирской на Среднем Урале	113

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

М. Я. Зарубин, В. И. Рыбих. Натронная варка еловой древесины с добавками фенолов	116
Ю. Н. Пепенин, Г. А. Пазухина. Щелочные варки холоцеллюлозы сосны с добавками восстановителей	123
Е. Д. Гельфанд, Б. Д. Богомолов. Состав кислых групп тиолигнина и его фракций	128
Е. М. Бакаева, С. Я. Коротов. О скорости витания и удельной поверхности древесных волокон	135
Н. Я. Солечник, А. Г. Жученко. Получение пластиков из еловой коры	139
В. Н. Пиялкин, Ю. Г. Скляр, А. К. Славянский. Характеристика жижки высокотемпературного пиролиза бурой древесины	143
А. М. Буканов, Ю. Г. Кораблев, Б. Д. Богомолов, О. М. Соколов, Н. И. Вакорина. Влияние состава технического щелочного сульфатного лигнина на усиление латексных пленок	146

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

А. А. Смирнов. Аэрофонтанная сушилка как объект регулирования	150
---	-----

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Т. С. Лобовиков, А. П. Петров. Исследование условий экономической доступности низкосортной древесины и древесных отходов как сырья для промышленной переработки	153
М. А. Трянов. О балансе производства и потребления древесины на примере Воронежской области	161

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

А. И. Носенков. Изучение весеннего поверхностного стока в экспедиционных условиях	165
Е. С. Спиридонов. Влияние лесной подстилки на изменение химических и бактериологических показателей стоковых вод	167

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

В. Г. Жеребцов. О книге С. С. Пятницкого с соавторами «Вегетативный лес»	169
И. С. Горюнов, С. Г. Осколков. О книге Б. И. Кувалдина «Подвижной состав лесовозных дорог»	170

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

П. И. Войчалъ. Методическое совещание по лесной селекции	172
--	-----

ЮБИЛЕИ

А. Э. Грубе и др. Юбилей профессора А. П. Несомого	173
--	-----

НЕКРОЛОГ

И. П. Пряхин. Памяти А. С. Козменко	174
---	-----

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ «ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 4. (Год издания девятый).

Сдан в набор 2/VII-66 г. Подписан к печати 10/VIII-66 г. Форм. бум. 70x108^{1/8}. Печ. л. 15,4 + 2 вклейки. Физич. л. 11. Уч.-изд. л. 14,708. Тираж 1600. Ст. 00081. Заказ 1646. Цена 1 руб.

Типография им. Склянина, с. Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 86.

Таблица 1

Лесничество, область и № кварталов	№ пробных площадей	Схема смешения	Порода	Воз- раст, лет	Количество деревьев на 1 га	Сохран- ность са- женцев, % от выса- женных	Средняя вы- сота в рядах, м		Средний диа- метр в рядах, см		Полнота	Класс бони- тета	Запас стволовой древесины, м³/га
							сред- них	край- них	сред- них	край- них			
Свежие песчаные почвы													
Красно-Хуторское, Черниговской, 3 и 8	41 33	10 С 2 ряда С 1 ряд Б	С	17	4350	64	8,5	—	8,1	—	0,89	Ив,5	126
			С	17	3000	66	—	9,5	—	9,4	0,69	Ив	107
			Б	17	750	33	—	9,8	—	6,8	0,18	Ia	15
			Всег		3750							0,87	
Добрянское, Черниговской, 48	9	7 рядов С 3 ряда Б	С	16	1860	39	8,6	8,7	9,1	8,4	0,39	Ив,5	57
			Б	17	850	35	10,8	10,6	9,2	9,0	0,36	Ia	31
			Всего		2710							0,75	
Добрянское, Черниговской, 29	14 13	10 С 12 рядов С 3 ряда Б	С	21	2830	42	10,7	—	11,0	—	0,84	Ив,7	156
			С	21	2280	42	10,7	10,8	11,0	9,3	0,64	Ив,7	111
			Б	21	480	35	12,6	13,2	10,4	10,8	0,24	Ia,2	26
			Всего		2760							0,88	
Владимировское, Черниговской, 43	30	6 рядов С 4 ряда Б	С	16	2490	73	8,5	8,5	8,5	8,9	0,50	Ив,5	80
			Б	16	1080	47	10,0	10,0	8,3	8,3	0,36	Ia	35
			Всего		3570							0,86	
Ловинское, Черниговской, 13	24 23	10 С 6 рядов С 1 ряд Б	С	39	3410	34	15,0	—	12,2	—	1,00	I	281
			С	37	3230	34	14,5	14,5	11,2	12,0	0,79	I	244
			Б	37	320	20	—	14,4	—	8,6	0,16	II	13
			Всего		3550							0,95	
Владимировское, Черниговской, 44	29	7 рядов С 7 рядов Б	С	29	1070	17	15,7	15,1	15,2	15,8	0,50	Ив,4	172
			Б	29	630	10	15,3	15,5	14,0	14,7	0,46	I	58
			Всего		1700							0,96	
Свежие супесчаные почвы													
Веприковское, Киевской, 60	38а 38	10 С 9 рядов С 1 ряд Б	С	13	7000	66	5,7	—	6,2	—	1,00	Ia,1	82
			С	13	6800	71	5,7	5,5	6,2	5,7	1,00	Ia	80
			Б	13	230	22	—	8,7	—	10,7	0,12	Ia	9
			Всего		7030							1,12	
Красно-Хуторское, Черниговской, 19	32а 32	10С 18 рядов С 8 рядов Б	С	36	2070	20	16,2	—	14,0	—	1,00	Ia	270
			С	36	1550	22	16,9	15,8	14,0	12,4	0,62	Ia	194
			Б	36	680	23	17,8	17,5	13,6	13,5	0,43	Ia	82
			Всего		2230							1,05	

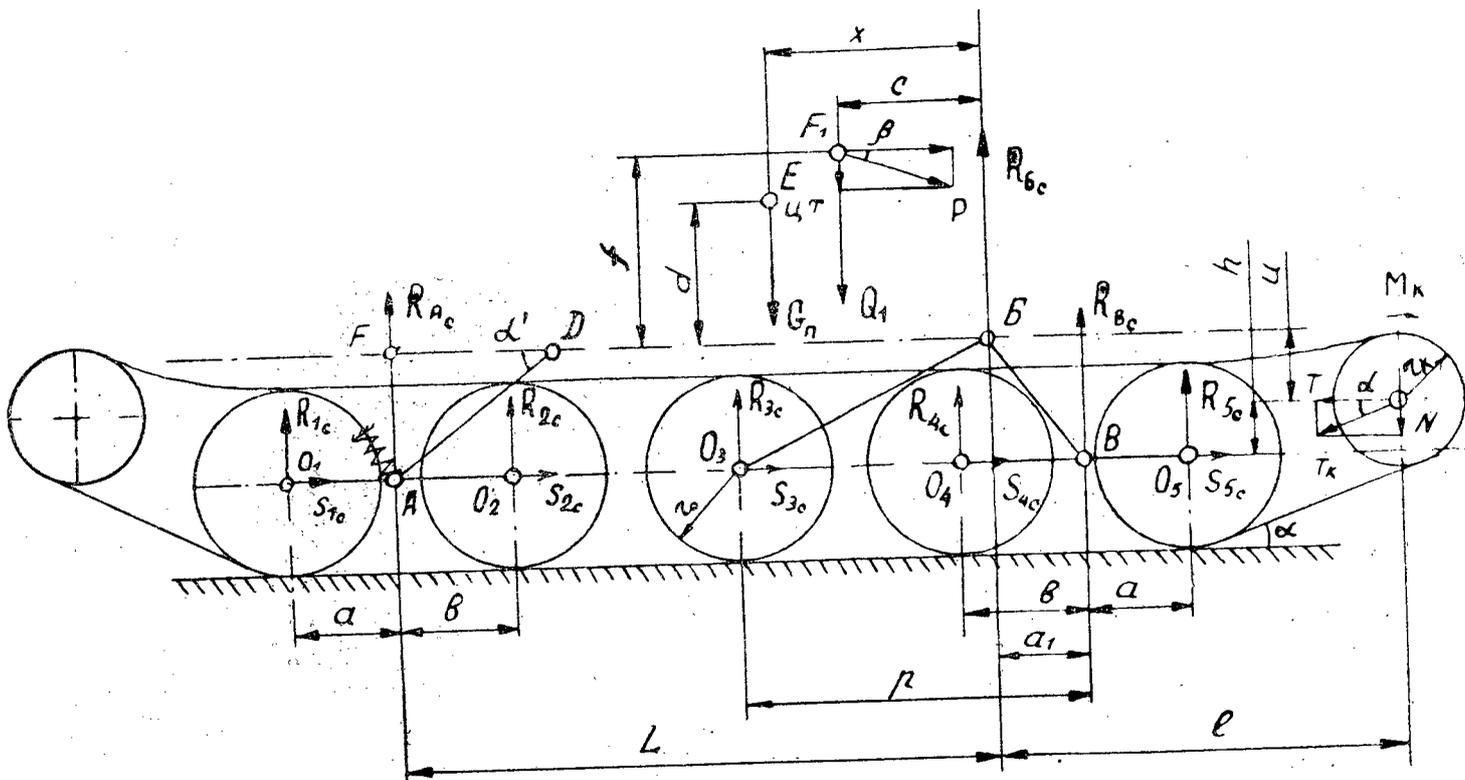


Рис. 1. Общая схема ходовой части трактора ТДТ-60.

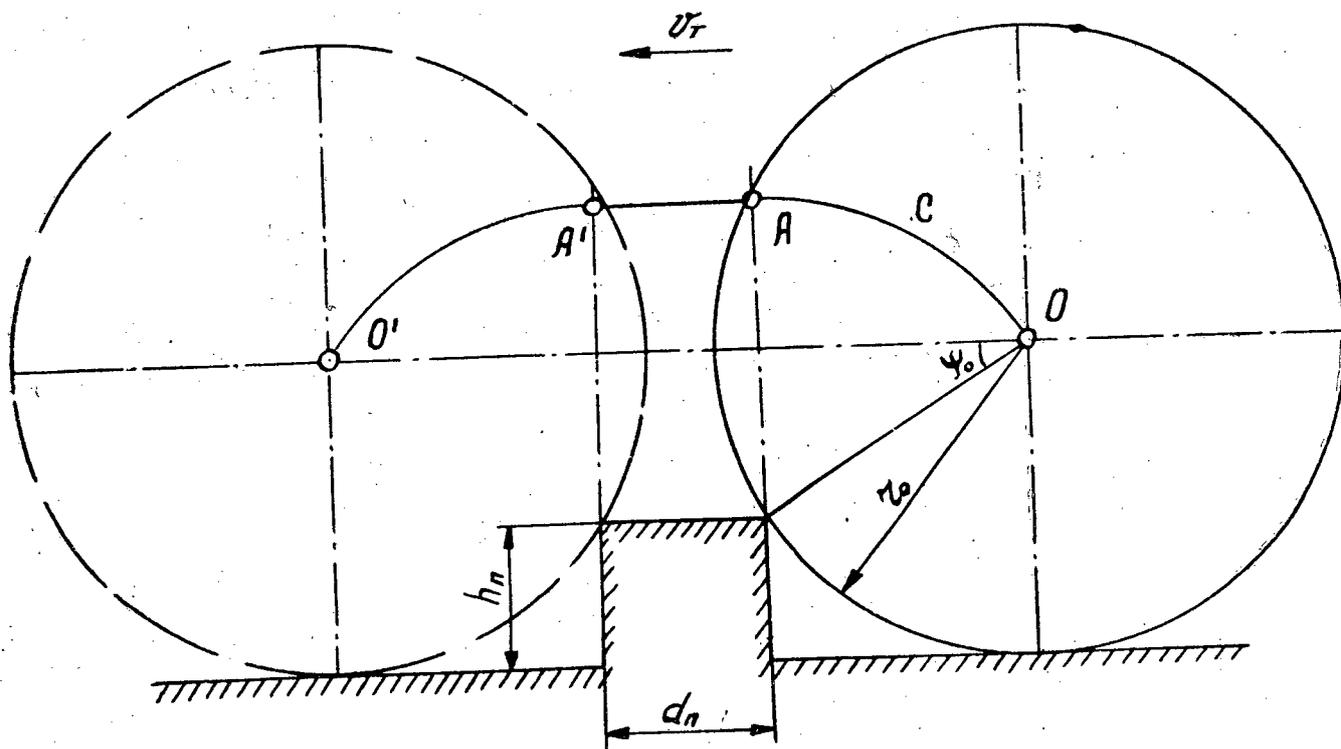


Рис. 2. Схема движения опорного катка через вертикальное препятствие.

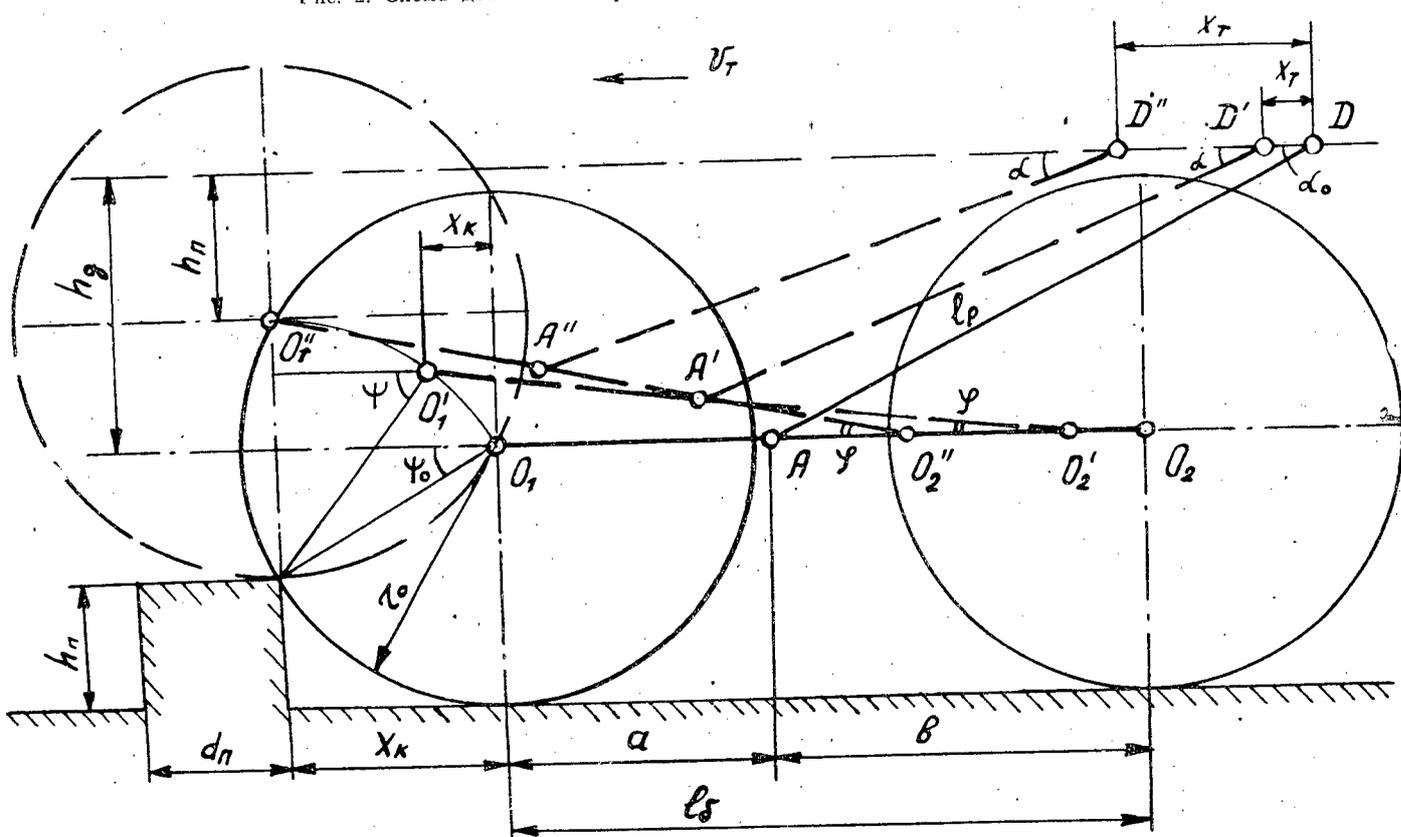


Рис. 3. Схема движения первого катка через препятствие.

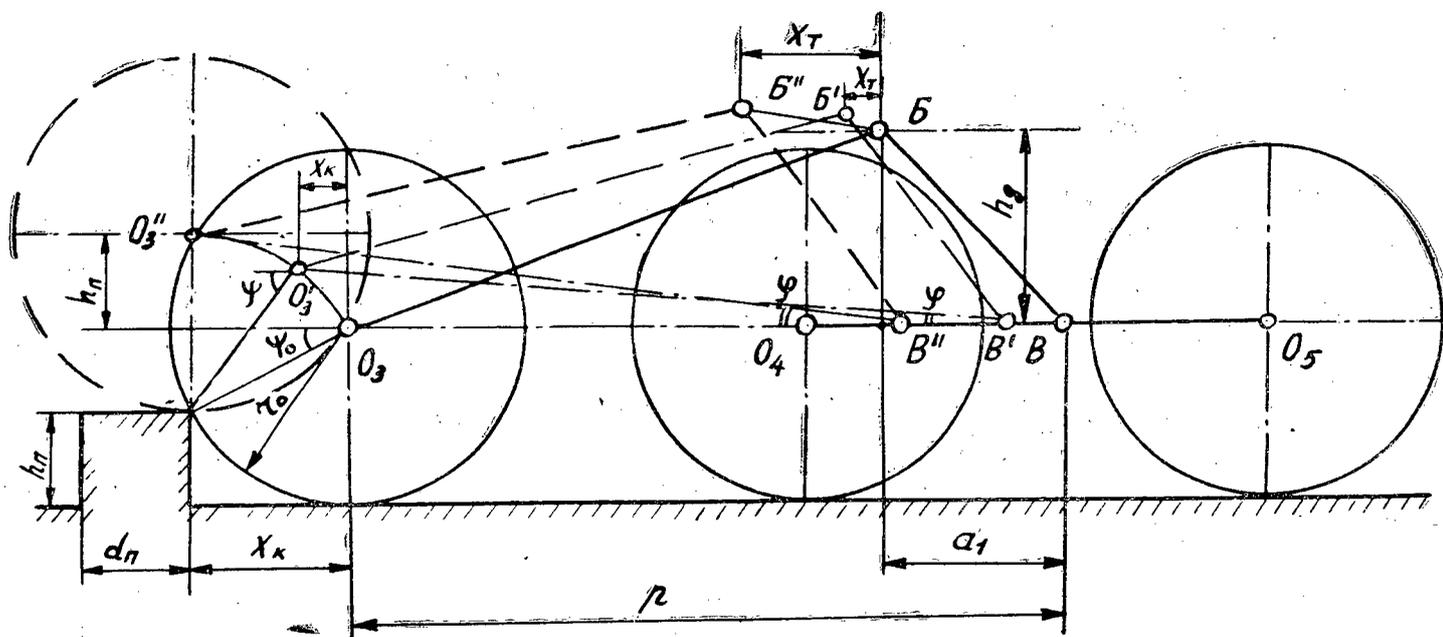


Рис. 4. Схема движения третьего катка через препятствие.

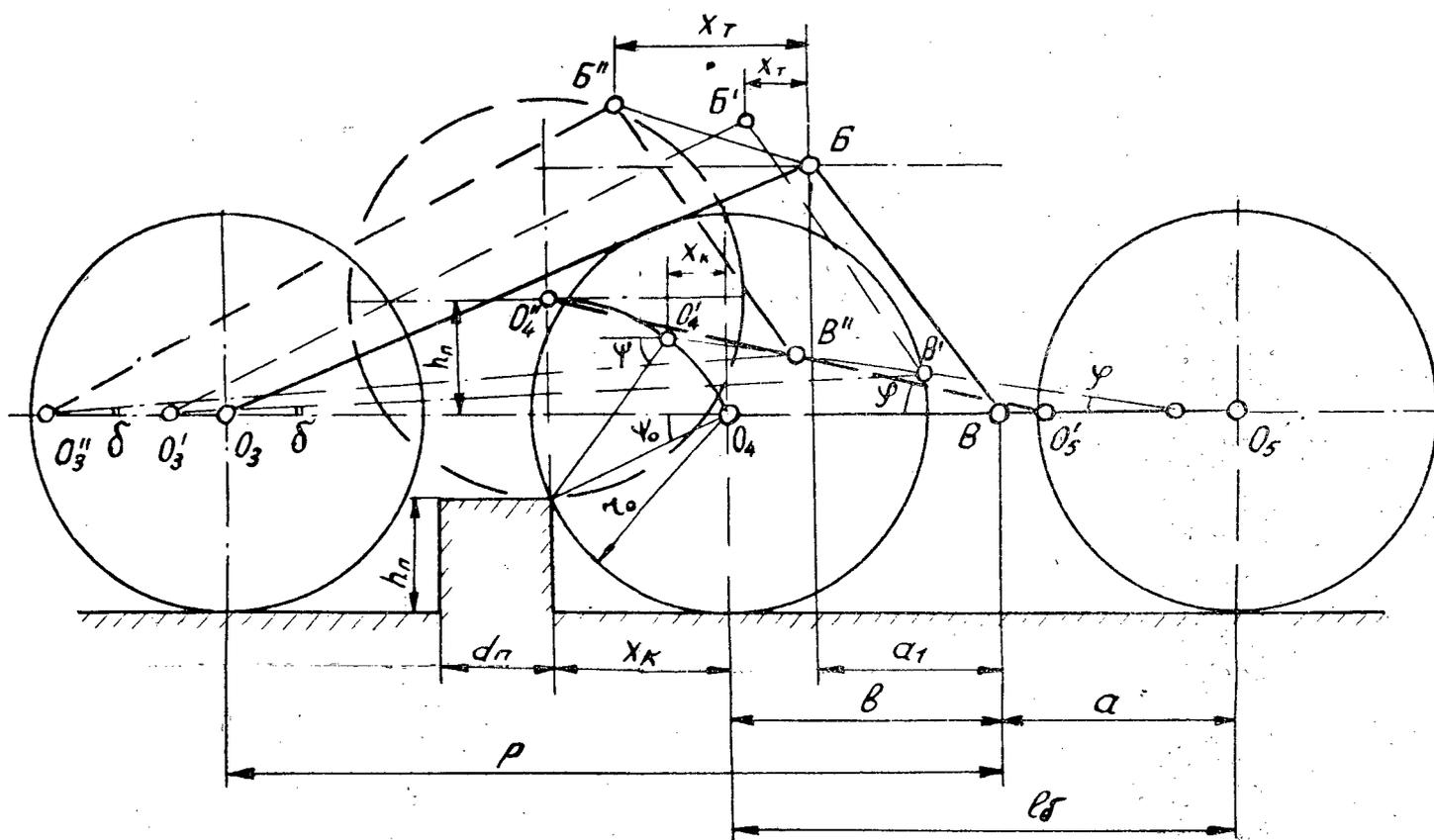


Рис. 5. Схема движения четвертого катка через препятствие

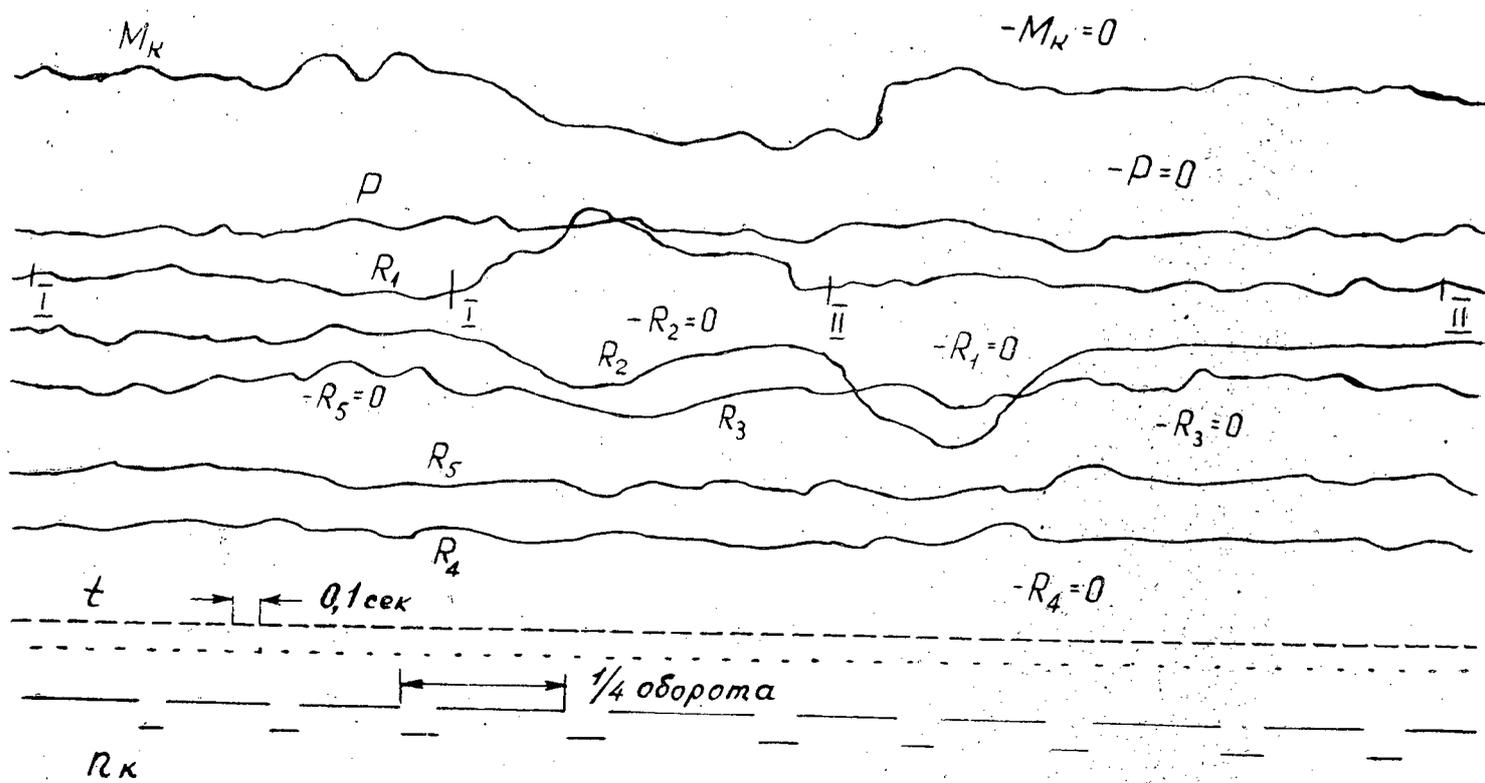


Рис. 6. Осциллограмма нагрузок на опорные катки трактора ТДТ-60.

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

К каждой статье, присылаемой в редакцию, автор должен приложить 2 экземпляра автореферата, без них статьи не будут приниматься редакцией к рассмотрению.

Требования, предъявляемые к реферату

1. В реферате кратко излагается основное содержание статьи. Реферат должен дать читателю представление о характере освещаемой работы, оригинальности постановки вопроса, методике проведения исследования и его основных результатах.

2. Реферату должно предшествовать библиографическое описание в следующем виде: название статьи, фамилия и инициалы автора, название журнала, где помещается статья. Текст реферата начинается непосредственно с изложения существа работы без повторения заголовка. Форма изложения материала не обязательно должна повторять форму изложения оригинальной статьи.

3. Если оригинал содержит большое количество цифровых данных, их следует обобщить и систематизировать.

4. Средний объем реферата 1,5—2 страницы машинописного текста, отпечатанного через два интервала на белой писчей бумаге обычного формата (30 × 21) в двух экземплярах с полем 4 см с левой стороны.

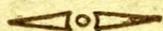
5. Таблицы, схемы, графики и пр. могут быть включены в том случае, если они отражают основное содержание работы или сокращают текст реферата. Сообщение о наличии в реферируемой работе таблиц, схем, графиков, фотографий, карт, рисунков необходимо давать в конце реферата. Например, табл. 2, илл. 10.

6. Формулы приводятся только в том случае, если они необходимы для понимания статьи. Громоздкие математические выражения помещать не следует. Формулу следует вписывать четко, не изменяя принятых в оригинале обозначений величин. Формулы и буквенные обозначения вписываются чернилами черными во второй экземпляр. Вписывание формул и буквенных обозначений, а также исправление замеченных опечаток в первом экземпляре не делается.

7. В конце реферата в квадратных скобках указывается название учреждения или предприятия, в котором автор реферируемой работы (если эти данные приводятся в статье) провел работу. Подпись автора и дату написания реферата следует ставить в левом нижнем углу на обоих экземплярах реферата.

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ
ЖУРНАЛ



АРХАНГЕЛЬСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. В. В. КУЙБИШЕВА

**Подписывайтесь
на журнал на 1966 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР**

Р а з д е л

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 6 руб. Цена отдельного номера — 1 руб.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплекты журналов и отдельные номера за 1958, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965 и 1966 гг. высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».