

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ПЯТЫЙ

3

1962

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Проф. **Ф. И. Коперин** (отв. редактор), доц. **П. И. Войчалъ** (зам. отв. редактора), проф. **А. Э. Грубе** (зам. отв. редактора), проф. **М. Д. Данилов**, проф. **В. К. Захаров**, проф. **О. Г. Каппер**, проф. **С. Я. Коротов**, проф. **Ф. М. Манжос**, акад. ВАСХНИЛ проф. **И. С. Мелехов**, доц. **Н. В. Никитин**, проф. **С. И. Рахманов**, доц. **Г. Я. Трайтельман**, доц. **В. В. Щелкунов**.

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

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

Выходит 6 раз в год.

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

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

ОБ ОШИБКАХ ТОЧНОСТИ В ЛЕСНОЙ ТАКСАЦИИ

М. Л. ДВОРЕЦКИЙ

Доктор сельскохозяйственных наук

(Поволжский лесотехнический институт)

Общие положения

Особенностью лесной таксации является ее двойственный характер: объект изучения — биологические явления (дерево, древостой и их части и совокупности), а метод наблюдения и обоснования способов учета — математико-статистический. Это обстоятельство неизбежно приводило к тому, что применяемый метод не всегда находился в соответствии с особенностями объекта: математическое направление иногда обезличивало объект, например, создавались формулы, математический вывод которых был безупречен, но они практически оказывались бесполезными. Так получалось вследствие того, что при выводе таких формул, в целях упрощения выкладок и разных преобразований, делались довольно произвольные допущения, обычно частного порядка, но степень соответствия этих допущений действительности не анализировалась: они просто приписывались объекту в качестве общего положения; например, так выведены были некоторые формулы процента объемного прироста ствола (Бурьячека, Фан-дер-Флита, Г. Турского и некоторые другие).

В последние десятилетия в лесной таксации стали широко применять формулы, механически взятые из теории ошибок, для теоретической оценки точности определения, например, запаса древостоя и текущего прироста древесины. Каких-либо доказательств правомерности такого применения формул, выведенных для одной области явлений (ошибки многократных измерений одной и той же величины), к явлениям совершенно другой области (варьирующие значения признака у совокупности стволов древостоя и совокупностей древостоев), никто и не пытался приводить. Странным является и то, что по приводимым теоретическим формулам производится расчет вероятных ошибок без какой-либо проверки на опытных данных степени соответствия между вычисленными вероятными и опытными средними квадратическими ошибками. Иногда приводятся примеры расчета для некоторого конкретного случая, но опять-таки без указания действительной ошибки. А расчетные вероятные ошибки на самом деле зачастую оказываются значительно отклоняющимися от действительных. В конкретных случаях учета проявляется возможность взаимного погашения разных ошибок, а в применяемых формулах — только определенное накапливание их.

Для вычисления действительных ошибок того или иного конкретного случая соответствующих формул не указывают. Однако для раз-

решения разных вопросов в одних случаях нужно знать вероятные или средние ошибки, а в других — действительные, индивидуальные.

*Ошибки в определении объема ствола и запаса древостоя,
вычисляемых по формуле $v = ghf$*

В формуле $v = ghf$ компоненты g , h и f означают соответственно: для ствола — площадь сечения на высоте груди, высота и видовое число, а для древостоя — сумма площадей сечений на высоте груди ствола, средняя высота и видовое число древостоя.

По теории ошибок средняя квадратическая ошибка v вычисляется по формуле:

а) абсолютная

$$m_v = \sqrt{(gh)^2 \sigma_f^2 + (gf)^2 \sigma_h^2 + (hf)^2 \sigma_g^2}, \quad (1)$$

где σ_f , σ_h и σ_g — средние квадратические ошибки соответственно в f , h и g , и

б) процентная

$$p_v = \sqrt{p_g^2 + p_h^2 + p_f^2} = \sqrt{4p_d^2 + p_h^2 + p_f^2}. \quad (2)$$

Здесь p_g , p_h , p_f и p_d — проценты средних квадратических ошибок соответственно в g , h , f и $d_{1,3}$ причем $p_g = 2p_d$.

Эти формулы приводятся в учебниках лесной таксации.

Если средние ошибки получились, например, такие: $p_d = 1,5\%$, $p_h = 1,5\%$ и $p_f = 2\%$, то средняя ошибка в объеме ствола или запаса древостоя считается равной:

$$p_v = \sqrt{4 \cdot 1,5^2 + 1,5^2 + 2^2} = \sqrt{15,25} = \pm 3,9\% \approx 4\%.$$

Действительную ошибку Δ_v в v можно вычислить, приняв, что при обмерах были допущены ошибки Δ_g , Δ_h и Δ_f .

Тогда

$$v' = v + \Delta_v = (g + \Delta_g)(h + \Delta_h)(f + \Delta_f)$$

и

$$\Delta_v = hf\Delta_g + gf\Delta_h + gh\Delta_f + f\Delta_g\Delta_h + g\Delta_h\Delta_f + h\Delta_g\Delta_f + \Delta_g\Delta_h\Delta_f^* \quad (3)$$

Выражая эту ошибку в процентах от $v = ghf$, находим, что

$$p_v = p_g + p_h + p_f + \frac{p_g p_h + p_g p_f + p_h p_f}{100} + \frac{p_g p_h p_f}{100 \cdot 100}. \quad (4)$$

Отбрасывая последний член вследствие его очень малого значения, получаем

$$p_v = p_g + p_h + p_f + \frac{p_g p_h + p_g p_f + p_h p_f}{100}. \quad (5)$$

Как известно, формулу (5) сокращают и оставляют только три первые члена. Кстати, формула $p_v = 2p_d + p_h + p_f$ была предложена Брейманом для вычисления процента текущего прироста древесины. Как видно, эта формула является по существу приближенной.

* В этой и во всех последующих формулах все суммы ошибок являются алгебраическими, в отличие от сумм ошибок в формулах (1), (2), (6) и (7), являющихся арифметическими.

Пример. Предположим, что для некоторого ствола точные данные составляют: $g = 0,100 \text{ м}^2$, $h = 20,0 \text{ м}$ и $f = 0,50$, а $v = ghf = 0,100 \cdot 20,0 \cdot 0,50 = 1,000 \text{ м}^3$.

Пусть при обмерах и вычислениях допущены ошибки: $\Delta_g = +0,01 \text{ м}^2$, $\Delta_h = +0,2 \text{ м}$ и $\Delta_f = -0,05$, или в процентах: $p_g = +10\%$, $p_h = +1\%$ и $p_f = -10\%$.

Тогда вычисленный объем ствола будет равняться

$$v' = 0,110 \cdot 20,2 \cdot 0,45 = 0,9999 \text{ м}^3,$$

и процент действительной ошибки в объеме составит всего $-0,01\%$.

По точной формуле (4) он получится такой же величины:

$$p_v = 10 + 1 - 10 + \frac{10 \cdot 1 - 10 \cdot 10 - 1 \cdot 10}{100} - \frac{10 \cdot 1 \cdot 10}{10000} = +1 - 1 - 0,01 = -0,01\%,$$

а по упрощенной формуле (5) — ноль.

Если же все ошибки будут односторонние, например, только со знаком плюс, то процент ошибки в объеме ствола достигнет величины

$$p_v = 10 + 1 + 10 + \frac{120}{100} + \frac{100}{10000} = 22,21\%.$$

По формуле же теории ошибок (2) процент ошибки составит:

$$p_v = \sqrt{p_g^2 + p_h^2 + p_f^2} = \sqrt{100 + 1 + 100} = \pm 14,2\%.$$

Отсюда следует, что формула (2) не может применяться для вычисления действительных ошибок, получающихся в объеме ствола и запасе древостоя. Для вычисления действительных ошибок следует пользоваться формулами (3), (4) или (5).

Ошибки в определении текущего прироста древесины ствола и наличного древостоя по формуле $z_v = v_a - v_{a-t}$

В формуле $z_v = v_a - v_{a-t}$ величины v_a и v_{a-t} представляют значения конечного и начального объемов ствола или конечного и начального запасов наличных стволов древостоя. Так как текущий прирост вычисляется как разность, то для определения его вероятной ошибки из теории ошибок по аналогии механически взята формула ошибки разности двух средних величин, полученных на основании большого количества измерений:

$$m_z = \sqrt{m_1^2 + m_2^2}. \quad (6)$$

Здесь m_1 и m_2 — соответственно ошибки в v_a и v_{a-t} .

Допуская, что v_a и v_{a-t} вычисляются с одинаковым процентом ошибки p , получают, что

$$m_1 = 0,0p v_a \text{ и } m_2 = 0,0p v_{a-t}.$$

Отсюда, подставляя новые значения ошибок m_1 и m_2 в формулу (6), находят, что

$$m_z = 0,0p \sqrt{v_a^2 + v_{a-t}^2}. \quad (7)$$

Если эту предполагаемую вероятную ошибку в приросте m_z выразить в процентах от величины прироста $z_v = v_a - v_{a-t}$, то получим, что

$$p_z = \frac{K}{p_v} \cdot p,$$

здесь p_v — процент периодического прироста, вычисленный по отношению к полусумме $\frac{v_a + v_{a-t}}{2}$;

p — принятый процент ошибки в v_a и v_{a-t} ;

K — переменный коэффициент, зависящий от величины p_v следующим образом:

p_v	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100%
K	141,5	141,6	142	143	144	146	148	150	152	155	158

По формуле (8) вероятный процент ошибки в приросте (при $p = 1\%$) в зависимости от процента текущего периодического прироста достигает таких значений:

при p_v	10	20	30	40	50	60	80	100%
p_z	14,2	7,1	4,8	3,6	2,9	2,5	1,9	1,6%

Так как, например, по 15—20 средним модельным деревьям запас древостоя в среднем определяется с ошибкой $\pm 3\%$, то приведенные предполагаемые проценты вероятных ошибок следует увеличить в три раза. И тогда, например, при $p_v = 20\%$ предполагаемая вероятная ошибка составит $\pm 21\%$, а при $p_v = 10\%$ — даже $\pm 42,6\%$. Величина текущего прироста при малых p_v получается неуловимой, а вычисленное значение — нереальным, проблематическим, настолько велики предполагаемые вероятные ошибки.

Действительная же ошибка в величине текущего прироста, исходя из того, что $z_v + m_z = v_a + m_1 - (v_{a-t} + m_2)$, равна алгебраической разности ошибок, то есть

$$m_z = m_1 - m_2. \quad (8)$$

Если эти ошибки одинаковы по величине и знаку, то есть $m_1 = m_2$, то ошибка в приросте $m_z = m_1 - m_2 = 0$: величина прироста определяется точно.

Умножение каждого члена формулы (8) на соответственно равные величины $\frac{100z_v}{z_v}$; $\frac{100v_a}{v_a}$ и $\frac{100v_{a-t}}{v_{a-t}}$ приводит к выражению

$$p_z \cdot z_v = p_1 v_a - p_2 v_{a-t}. \quad (9)$$

Преобразование этого выражения относительно p_z дает возможность вывести формулу для вычисления процента действительной ошибки в величине прироста:

$$p_z = p_2 + r_v (p_1 - p_2). \quad (10)$$

Здесь $r_v = v_a : z_v$ — относительный объем ствола или относительный запас древостоя;

p_1 и p_2 — проценты ошибок соответственно в v_a и v_{a-t}

Если проценты ошибок в v_a и v_{a-t} равны между собой, то есть если $p_1 = p_2$, то $p_z = p_1 = p_2$, тогда текущий прирост будет определен с тем же процентом ошибки, что v_a и v_{a-t} .

Как видно, поведение действительных ошибок ни в какой мере не согласуется с поведением предполагаемых вероятных, а они порой вычисляются для оценки величины прироста отдельных стволов и отдельных древостоев в качестве возможных, хотя последние всегда значительно превышают действительные.

Пример. Допустим, что $v_a = 300 \text{ м}^3$ и $v_{a-t} = 250 \text{ м}^3$, тогда $z_v = 300 - 250 = 50 \text{ м}^3$ и $p_v = 18,18\%$.

Пусть v_a и v_{a-t} определены с ошибкой $+3\%$. Тогда вычисленные значения составят: $v'_a = 309 \text{ м}^3$, $v'_{a-t} = 257,5 \text{ м}^3$, а $z'_v = 309 - 257,5 = 51,5 \text{ м}^3$. Ошибка в z'_v будет $51,5 - 50 = 1,5 \text{ м}^3$, или тоже $+3\%$ (от $z_v = 50 \text{ м}^3$).

По формуле же теории ошибок получается: абсолютная ошибка в приросте

$$m_z = \sqrt{m_1^2 + m_2^2} = \sqrt{9^2 + 7,5^2} = \pm 11,7 \text{ м}^3,$$

вместо действительного ее значения $m_z = m_1 - m_2 = 9 - 7,5 = 1,5 \text{ м}^2$, а процент ошибки $p_z = \frac{142}{18,18} \cdot 3 = \frac{142}{6,06} = 23,4\%$, вместо 3%.

Такое несоответствие получается потому, что 1) формула ошибки разности применена к оценке точности прироста механически — по внешнему сходству арифметического действия (в обоих случаях фигурирует разность); 2) формула ошибки разности выведена для оценки достоверности различия в значении средних величин, полученных из многократных измерений двух разных объектов, а определение прироста — действие однократное и при том над одним и тем же признаком, изменяющимся во времени у одного объекта.

Формулы (6 и 7) $m_z = \sqrt{m_1^2 + m_2^2}$ и $m_z = 0,0p \sqrt{v_a^2 + v_{a-t}^2}$ не пригодны для оценки степени точности определения текущего периодического прироста. Действительные ошибки в приросте можно вычислять по формулам (9 и 10).

Ошибки в определении текущего периодического прироста z_v , вычисляемого через v_a и процент периодического прироста p_v

$$\text{по формуле } z_v = \frac{v_a}{100} \cdot p_v$$

В формуле $z_v = \frac{v_a}{100} \cdot p_v$ процент прироста p_v вычислен по отношению к v_a . В случае, если p_v вычислен по отношению к полусумме $\frac{v_a + v_{a-t}}{2}$, то формула приобретает несколько иной вид:

$$z_v = \frac{v_a}{100 + 0,5p_v} \cdot p_v$$

По теории ошибок предполагаемая вероятная ошибка в z_v , вычисленном через v_a и p_v (простой), может быть определена по формуле

$$p_z = \sqrt{p_1^2 + p_2^2}, \quad (11)$$

в которой p_1 — процент ошибки в v_a , а p_2 — в p_v .

При точных значениях v_a и p_v величина текущего прироста определяется формулой

$$z_v = \frac{v_a p_v}{100}$$

Если же допущены ошибки: p_1 — в v_a и p_2 — в p_v , то формула для определения текущего прироста приобретает такой вид:

$$z'_v = \frac{v_a p_v \cdot 1,0p_1 \cdot 1,0p_2}{100} \quad (12)$$

Абсолютная ошибка в z_v получается равной

$$\Delta_z = z'_v - z_v = \frac{v_a p_v \cdot 1,0p_1 \cdot 1,0p_2}{100} - \frac{v_a p_v}{100} = \frac{v_a p_v (1,0p_1 \cdot 1,0p_2 - 1)}{100}, \quad (13)$$

а процент ошибки в текущем приросте —

$$\begin{aligned} p_z &= \frac{v_a p_v (1,0p_1 \cdot 1,0p_2 - 1) \cdot 100 \cdot 100}{v_a p_v} = (1,0p_1 \cdot 1,0p_2 - 1) \cdot 100 = \\ &= (0,0p_1 + 0,0p_2 + 0,0p_1 \cdot 0,0p_2) \cdot 100 = p_1 + p_2 + \frac{p_1 \cdot p_2}{100} \end{aligned}$$

Формула (14) применима и в случае, если процент прироста будет вычислен по отношению к полусумме, $\frac{v_a + v_{a-t}}{2}$.

Пример. Предположим, что $v_a = 300 \text{ м}^3$ и $p_v = 18\%$ (простой), а $z_v = \frac{v_a}{100} \cdot p_v = \frac{300}{100} \cdot 18 = 54 \text{ м}^3$.

Допустим, что при определении v_a и p_v были сделаны ошибки, равные соответственно: $p_1 = 5\%$ и $p_2 = 10\%$ и вычисленные значения оказались: $v'_a = 315 \text{ м}^3$ и $p'_v = 19,8\%$. Тогда расчетная величина прироста получается равной

$$z'_v = \frac{315}{100} \cdot 19,8 = 62,37 \text{ м}^3.$$

Ошибка в приросте составила $m_z = 62,37 - 54 = 8,37 \text{ м}^3$, а процент ошибки $p_z = \frac{100 \cdot 8,37}{5} = 15,5\%$.

Теперь вычислим этот процент ошибки в приросте по формулам:
а) предполагаемой вероятной —

$$p_z = \sqrt{p_1^2 + p_2^2} = \sqrt{5^2 + 10^2} = \pm 11,4\% \text{ и}$$

б) действительной —

$$p_z = p_1 + p_2 + \frac{p_1 \cdot p_2}{100} = 5 + 10 + \frac{5 \cdot 10}{100} = 15,5\%.$$

Если же было бы, что $p_1 = -5\%$, а $p_2 = +10\%$, тогда процент действительной ошибки в z'_v составил бы всего $p_z = -5 + 10 - \frac{5 \cdot 10}{100} = 4,5\%$, а предполагаемый вероятный процент ошибки остался бы тот же $\pm 11,4\%$.

Вероятные ошибки в определении запаса и текущего прироста по запасу древостоя

В вычислении запаса и прироста по запасу древостоя с рубкой деревьев (средних или же учетных) есть то общее, что тот и другой показатель определяется через соотношение площадей сечений, а по существу — через предварительное приведение объема или же прироста по объему модельного дерева к средней площади сечения соответствующей совокупности стволов, например, ступени толщины, то есть к тому значению объема и прироста, которое соответствует средней площади сечения:

$$v_{\text{ступ}} = v_{\text{мод}} \frac{\Sigma g_{\text{ступ}}}{g_{\text{мод}}} = v_{\text{мод}} \frac{\text{ср. } g_{\text{ступ}}}{g_{\text{мод}}} \cdot n. \quad (15)$$

Здесь n — число стволов ступени толщины, а $\Sigma g_{\text{ступ}} = \text{ср. } g_{\text{ступ}} \cdot n$. При срубке нескольких моделей в формуле (15) вместо $v_{\text{мод}}$ и $g_{\text{мод}}$ будет стоять ср. $v_{\text{мод}}$ и ср. $g_{\text{мод}}$. Здесь площадь сечения g молчаливо принимается за независимую переменную величину, а объем v_a или текущий прирост по объему ствола z_v в древостое — за зависимую.

В таких случаях процент вероятной ошибки p в запасе древесины или в приросте по запасу стволов древостоя должен вычисляться с учетом тесноты связи объемов и приростов по объему стволов древостоя с площадью сечения последних, то есть по формуле вероятной ошибки корреляционного уравнения:

$$p = \frac{C}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{1 - r^2}. \quad (16)$$

Здесь C — коэффициент изменчивости объема или прироста по объему стволов древостоя;

r — коэффициент корреляции между значениями g и v или соответственно g и z_v стволов древостоя;
 n — число наблюдений.

Значения C и r для стволов, например, сосняка-брусничника, характеризуются такими величинами.

Показатели связи между	Средний возраст древостоя сосны, лет					
	26	45	60	64	80	155 л.
g и v	0,98	0,96	0,93	0,98	0,92	0,93
g и z_v	0,93	0,93	0,96	0,90	0,76	0,70
Коэффициент изменчивости стволов основного полога						
объемов v	56	64	51	52	39	34%
приростов по объему z_v	60	70	61	48	46	40%

Получаемые по формуле (16) вероятные ошибки достаточно близко совпадают с средними квадратическими ошибками, вычисленными опытным путем, как это видно из следующей таблички, полученной по данным отмеченных выше шести древостоев сосны.

Таблица 1

По деревьям	Проценты ошибок в z_v при возрасте древостоя (лет)	
	20—50	60—160
Учетным:		
вероятные	±5,5 4,2 3,8 3,4	9,2 7,5 6,5 5,8%
средние квадратические	±7,1 5,9 4,2 —	9,3 6,8 5,5 —%
При количестве n	10 15 20 25	10 15 20 25
Модельным:		
средние квадратические	±6,3 4,5 3,4 —	7,0 4,9 3,8 —%
При количестве n	7 14 21 —	7 14 21 —

Из формулы (16) следует, что число наблюдений, необходимое для определения запаса и прироста по запасу древостоя с заданной точностью p , следует вычислять по формуле

$$n = \frac{C^2}{p^2} (1 - r^2),$$

если при вычислении будет использована взаимосвязь v с g или z_v с g .

Чем теснее связь между значениями зависимого и независимого признаков, тем меньшее количество наблюдений следует произвести по сравнению с работой без использования тесноты взаимосвязи, когда число наблюдений устанавливается по формуле для независимой величины: $n = \frac{C^2}{p^2}$.

Поступила в редакцию
13 июня 1961 г.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТИПОЛОГИЧЕСКИХ КОНЦЕПЦИЙ
В. Н. СУКАЧЕВА И Г. Ф. МОРОЗОВА****М. М. ПУТИЛИН**

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

«Во всех отраслях сельского хозяйства приобретает право гражданства принцип порайонного хозяйства, чему должно следовать, конечно, и лесоводство».

Проф. Г. Ф. Морозов.

(«Учение о лесе». Изд. 7-е, 1949, стр. 405).

Тип леса как растительная ассоциация

До сороковых годов В. Н. Сукачев, как известно, отождествлял понятие о типе леса с понятием о растительной ассоциации, в качестве существенных признаков которой выступают однородный видовой состав и однородность синузидальной структуры фитоценозов [3], [4].

Следует обратить внимание на то, что оба существенных признака фитоценоза являются внутренними. Внешние условия местообитания (географическая среда) не входят в число существенных признаков типа леса как лесной ассоциации. Они оцениваются через призму тех же двух внутренних признаков; их однородность отражает однородный состав факторов среды, влияющих на фитоценотический процесс или биологическую равноценность условий местопроизрастания.

Необходимость установления однородности видового состава и внутренней структуры лесных фитоценозов направляет внимание исследователя типов леса на возможно более полное раскрытие видового и экологического состава и выявление внутреннего морфологического строения всех лесных растительных сообществ, произрастающих на данной площади. Исследование условий местопроизрастания имеет значение предварительной и вспомогательной работы; сами по себе они не имеют значения для определения типа леса.

Эти же признаки лежат в основе классификаций, иллюстрируемых известными схемами типов леса или системами эколого-фитоценологических рядов сосновых и еловых лесов.

Ограниченность существенных признаков типов леса внутренними признаками фитоценоза имеет ряд важных следствий. Исключение из

их числа показателей внешних для фитоценоза условий географической среды лишает типы леса географической локализации. Последнее наглядно иллюстрируются системой эдафо-фитоценологических ареалов древесных пород, помещаемой обычно в учебниках лесоводства. В ней представлены типы леса хвойных древесных пород. Все эти породы, независимо от географических условий, в которых они произрастают, образуют совершенно однородный набор типов леса, за частичным исключением крайних условий сухости и заболачивания почвы, в которых ель, пихта и лиственница сибирская типов леса не образуют по своим экологическим свойствам.

К числу следствий ограниченности признаков типа леса относится и то, что из поля зрения фитоценологической типологии выпадает такое закономерное и типично повторяющееся явление в жизни леса, как преобладание в верхнем ярусе насаждений той или другой древесной породы. Почему в одних случаях типичными являются сосновые насаждения, а в других — еловые или лиственничные? На такие вопросы фитоценологическая типология ответа дать не может. Она дает типы леса для чистых насаждений каждой древесной породы отдельно, вне связи между ними, в порядке простого их перечня. Это объясняется тем, что фитоценологическая типология, имея дело с внутренними признаками, интересуется лишь теми явлениями в жизни леса, которые типично повторяются под пологом леса, внутренними явлениями. А где, и как, и почему, и из каких пород образуется верхний полог насаждения, фитоценологическая типология не интересуется, так как это зависит преимущественно от внешних условий географической среды.

В целом же фитоценологическая лесная типология, отождествляя тип леса с растительной ассоциацией, рассматривает его как чисто биолого-фитоценологическое явление, формируемое биолого-экологическими свойствами растений в процессе их взаимного влияния и взаимного приспособления при совместном обитании на одной и той же площади. Эти явления, возникающие в специфических условиях микросреды под пологом леса, не имеют прямой связи с географическими условиями местопроизрастания, являются автономными и имеют место во всех условиях местопроизрастания и во всех географических условиях под пологом леса.

Тип леса как тип биогеоценоза

В вступительном докладе на типологическом совещании, созванном Институтом леса в 1950 г., В. Н. Сукачев в содержании понятия типа леса заменил лесную ассоциацию типом биогеоценоза.

Существенные признаки биогеоценоза указываются в определениях его понятия, имеющихся в работах В. Н. Сукачева по этому вопросу [2], [4].

В этих двух работах в качестве существенных признаков биогеоценоза выступают однородность компонентов и однородность взаимодействия между ними. В первой статье к компонентам биогеоценоза добавлен еще один — литосфера. При этом сделано весьма существенное пояснение, что в состав биогеоценоза в качестве его компонентов, наряду с биоценозом, входят только части атмосферы, литосферы, гидросферы и педосферы, отвечающие границам участка земли, на котором расположен биоценоз.

В определении типа леса, принятом на типологическом совещании 1950 г., в числе компонентов назван и климат, не упоминаемый в двух вышеприведенных определениях биогеоценоза. Если климат тоже мо-

жет быть компонентом последнего, то, очевидно, в виде микроклимата под пологом леса, поскольку все компоненты ограничиваются границами фитоценоза.

Итак компонентами биогеоценоза являются: фитоценоз, зооценоз и условия среды, в их частях, включенных в границы фитоценоза, фито-климата, атмосферы, почвенно-минеральных слоев земной поверхности, доступных корням растений фитоценоза, водный режим атмосферы и почвогрунта участка земли, занятого фитоценозом. Таков состав первого существенного признака биогеоценоза. Теперь следует уточнить, в чем конкретно выражаются взаимоотношения и взаимосвязи компонентов биогеоценоза — второго существенного признака.

Разъяснение этого вопроса находим в первой из названных работ.

Конкретным выражением второго существенного признака биогеоценоза является его синузальная структура.

Следовательно, типы леса состоят из участков леса, имеющих биогеоценозы, однородные по составу компонентов и по внутреннему синузальному строению.

Следует отметить полную аналогию между существенными признаками типа фитоценоза и типа биогеоценоза: оба они определяются по двум внутренним признакам — составу и внутренней структуре.

Определение типа биогеоценоза по внутренним признакам исключает из числа существенных признаков показатели внешних условий географической среды, вследствие чего тип леса лишается географической локализации. Он формируется собственными внутренними биологическими процессами, автономными от географического положения. Вследствие этого изучение типов леса в основном направлено на эти внутренние биологические процессы и явления, типично повторяющиеся под пологом леса во всех условиях местопроизрастания и во всех географических районах.

Такое направление в изучении типов леса очень четко выражается в следующем определении типа биогеоценоза, имеющимся в обеих вышеназванных работах В. Н. Сукачева: «Основная таксономическая единица в биогеоценологии, тип биогеоценоза, должна объяснить биогеоценозы одинаково построенные как лаборатории для аккумуляции, трансформации и обмена веществ и энергии, то есть характеризоваться однородным биогенетическим процессом».

В каком отношении находятся растительная ассоциация и тип биогеоценоза?

Биогеоценотическая типология является продолжением фитоценотической типологии.

Фитоценоз является ведущим компонентом биогеоценоза. Остальные его компоненты несут функции обслуживания фитоценоза и вне этого значения они активной роли в типологической концепции не играют. Фитоценоз зависит от них как от источников вещества и энергии, а они зависят от фитоценоза, так как он регулирует своей продукцией и энергией протекающие в их комплексе биотические и абиотические процессы.

Типы биогеоценоза (выше было уже сказано) выделяются в природе по признакам типа фитоценоза (лесной ассоциации). Вследствие этого и классификация типов биогеоценозов отождествляется с классификацией типов фитоценозов, то есть все системы эколого-фитоценологических рядов типов леса, как растительных ассоциаций, применяются и для классификации типов леса, как типов биогеоценозов.

Следовательно, самые объекты фитоценотической типологии и их классификация — лесные ассоциации — являются объектами изучения

и для биогеоценотической типологии. Биогеоценотический подход к изучению этих объектов означает лишь расширение и углубление программы изучения тех же объектов в целях познания кругооборота вещества и энергии в лесных ассоциациях. Такое познание является главной целью биогеоценотической типологии.

Типология Г. Ф. Морозова

По мысли Морозова, главной целью лесной типологии является систематизация разнообразных форм лесных сообществ, то есть классификация лесных насаждений.

Для разрешения вопроса о классификации лесных насаждений Г. Ф. Морозов, по его словам, применил метод генетического почвоведения В. В. Докучаева, а именно, учение о всеобщей взаимосвязи явлений в природе и их зональности, то есть закономерности распределения их на поверхности земли. Морозов, как известно, подчеркивал, что лес есть явление географическое и входит составной частью, компонентом в географический ландшафт; он указывал на географическую обусловленность взаимосвязей компонентов леса между собой и географической средой местообитания.

Классификация лесных сообществ основывается, по словам Морозова, на совокупности всех лесообразователей. Необходимость принимать во внимание факторы лесообразования влечет за собой, как говорит Морозов, «необходимость различать классификационные группы различных порядков и прежде всего лесоводственные зоны, как единицы, находящиеся в преимущественной зависимости от климатических условий». Зоны делятся на подзоны, подзоны — на области и подобласти, в последних выделяются типы лесных массивов (названные Морозовым типами леса), которые делились на типы насаждений, называемые в настоящее время типами леса.

Таким образом, Морозов дает классификационную систему, состоящую из ряда соподчиненных таксонометрических единиц, базирующуюся на географическом районировании страны, в которой тип леса (тип насаждения) является последним низшим членом системы. Тип леса это лесного массива и географического района, в котором расположен этот лесной массив, как тип леса вообще, как схематический образец, встречающийся во всех географических районах страны, по Морозову не существует вовсе.

Расчленение лесных насаждений географических широтных зон по подзонам, областям, подобластям, районам, вплоть до типов лесных массивов и типов леса, производится не механическим делением по заранее принятым для этого признакам, а складывается естественным лесообразовательным процессом, протекающим в разнообразных условиях географической среды, закономерно распределенных на поверхности земли.

В качестве примера представим себе леса области центральной лесостепи. Леса в этой области располагаются на пойменных, надпойменных и других террасах; затем — на водоразделах, на склонах балок и оврагов, расположенных как в лесных массивах, так и в виде отдельных урочищ в степи. Все эти отдельные части геоморфологического профиля между двумя смежными долинами рек имеют каждая свою орографию и связанную с ней серию почвенных разностей. На водоразделах и прилегающих к ним склонах и террасах, на возвышенных берегах рек почвы подстилаются на разной глубине различными образованиями: в одних районах — мелом, в других — суглинками леднико-

вого происхождения, местами — лёссовидными глинами, а в иных районах, довольно значительных по площади, — флювио-гляциальных песками. Разнообразие подстилающих грунтов отражается на почвах и их устойчивости против смылов и размывов, что в свою очередь отражает лесная растительность. К комплексу природных условий каждого такого участка геоморфологического профиля приурочены свои лесные массивы, с определенным комплексом типов леса. Последние при этом располагаются последовательно, в связи с расчленением земной поверхности на участки по рельефу, крутизне и экспозиции склонов и почвенным разностям. Кроме того, вследствие различия в климатических и гидрологических условиях между северной и южной частями области, всем названным комплексам природных условий таких участков земной поверхности и приуроченным к ним лесным массивам свойственны свои особенности, вследствие чего названная область в отношении классификации лесов распадается на подобласти.

Таким образом, комплекс природных условий каждого участка поверхности земли, занятого лесом, отражается на лесной растительности, а именно, на породном составе и производительности древостоя, на степени выраженности ярусности, на видовом составе и густоте подлеска и видовом составе доминирующих растений в травостое.

Задача лесной типологии Г. Ф. Морозова сводится к установлению закономерностей лесообразования, то есть изменений характера и свойств лесных насаждений в связи и на основе изменений комплекса природных условий участков земной поверхности, в зависимости от пространственного и географического их размещения. Например, на профиле оврага центральной лесостепи образуются дубовые насаждения, различающиеся по производительности от V до I класса бонитета, с соответствующими изменениям в ярусности, породном составе ярусов древостоя и видовом составе подлеска и живого покрова. Согласно Г. Ф. Морозову это объясняется при помощи анализа природных условий на различных участках профиля оврага. Такой же анализ природных условий и выделение типов леса производится на всей площади лесного массива, являющегося в данном географическом районе типичным по топографическому положению и орографическим условиям.

Таков общий характер классификационной системы Г. Ф. Морозова. Очевидно, что она является реализацией докучаевского принципа географического размещения природных явлений на территории, покрытой лесом. Из этого же вытекает и метод определения типов леса в натуре и их изучения, — сравнительный географический метод исследования процесса лесообразования и закономерностей размещения лесов на поверхности земли, в зависимости от меняющихся условий географической среды.

Критикуя типологию Г. Ф. Морозова, В. Н. Сукачев и П. С. Погребняк подчеркивают, что в основу выделения типов леса Морозов положил почвенные условия. Такое утверждение не отвечает ни понятию о типе леса, ни системе классификационных единиц Г. Ф. Морозова. Почвенно-грунтовые условия не имеют приоритета или ведущего значения в его типологии. Они находятся в соподчинении и взаимозависимости от прочих факторов лесообразования и являются только одним из звеньев в цепи явлений, определяющих тип леса, а не всеобщим фактором, действующим однозначно при всех условиях. В классификационной системе Морозова нет таксонометрической единицы, определяемой почвенно-грунтовыми условиями.

Г. Ф. Морозов не дает в своих работах развернутого определения понятия о типе леса, в котором были бы указаны его существенные

признаки. Он перечисляет факторы лесообразования. Каждый из них выражается в конкретном явлении. Совокупность этих явлений и составляет комплекс существенных признаков, по которым определяется тип леса.

По своему значению в категорию главных лесообразующих факторов, по словам Г. Ф. Морозова, надо включить следующие: 1) биологические свойства древесных пород; 2) факторы внешней среды; 3) самый лес, его внутреннюю среду, и, наконец, 4) вмешательство человека. Внешней географической среде Морозов придавал ведущее значение, определяющее и породный состав леса, и взаимоотношения деревьев и других организмов, составляющих лес. Таким образом, существенными признаками, определяющими тип леса, являются: 1) древесные породы-лесообразователи; 2) факторы внешней географической среды; 3) внутренние взаимоотношения древесных пород и других организмов, составляющих лес; и, наконец, 4) признаки вмешательства человека.

Сходство и отличие типологий В. Н. Сукачева и Г. Ф. Морозова

Подводя итог изложенным характеристикам сравниваемых лесных типологий, остановимся на чертах их сходства и отличия.

Сравнивая существенные признаки, по которым определяются типы леса, находим, что сходными или общими для обеих типологий являются два признака насаждения — видовой и экологический состав древостоя и других растений, составляющих растительное сообщество, и взаимоотношения растений между собой и между ними и фауной. Остальные два признака типа леса по Г. Ф. Морозову не входят в число существенных признаков по типологии В. Н. Сукачева.

Указанная разница в существенных признаках типа леса говорит о различной оценке роли внешних условий географической среды в лесообразовании, или — что одно и то же — в образовании типов леса.

Объектами фитоценотической и биогеоценотической типологий являются собственно не лесные насаждения, не древостой, составляющие главную и подавляющую часть растительной массы насаждения, не их образование, рост и развитие, и не разнообразие их состава и свойств. Для исследования берутся в готовом виде, в зрелом возрасте однородные насаждения, в ненарушенном (девственном) состоянии. Главными объектами наблюдений, как было уже отмечено, являются внутренняя структура растительного сообщества, видовой состав и доминирующие растения в структурных частях сообщества, а при биогеоценологических исследованиях такими объектами являются процессы образования и распада органического вещества в фитоценозе, участие в этих процессах компонентов биогеоценоза и роль каждого из них. Структура растительного сообщества и доминирующие растения в структурных частях являются признаками, по которым определяются типы леса. Изменение этих признаков не зависит от условий внешней географической среды, а определяется различием эдафических условий — богатств почвы и ее влажности. Последние же определяются не по объективным и измеримым, свойственным почвам, показателям, а по экологическим свойствам растений, доминирующих в структурных частях фитоценоза.

Как видно из обобщенной системы типов леса хвойных пород-лесообразователей, влияние эдафических условий в отношении образования типов леса является однородным для всех географических условий. Все главные хвойные породы образуют однородную серию типов леса, за исключением крайних неблагоприятных условий, в которых некоторые породы не произрастают. Общее число типов леса такой се-

рии, определяемой амплитудой колебания эдафических условий, весьма невелико по сравнению с большим разнообразием хвойных насаждений, произрастающих на всей занятой ими географической территории. Такая абстрагированность типов леса от всего разнообразия древостоев и их свойств, такое их обобщение и унификация может быть оправдана тем, что главной целью типологии является изучение закономерностей, по которым слагаются растительные сообщества и физиологический обмен веществ в них. Такие закономерности должны быть общими для всех насаждений, где бы они ни произрастали.

По типологии Г. Ф. Морозова объектами исследований являются разнообразие условий местопроизрастания и порождаемое ими разнообразие лесных насаждений на основе их географического размещения. Разнообразие это имеет хозяйственное значение. Главной целью типологии Г. Ф. Морозова является приведение этого разнообразия в систему, которая позволяет выработать и применять лесоводственно-технические мероприятия, соответствующие природе местопроизрастания и природе насаждения.

Следовательно, типология Г. Ф. Морозова исследует и классифицирует лесные насаждения по тем же свойствам, от которых типология В. Н. Сукачева сознательно абстрагируется. В типологии Г. Ф. Морозова в центре внимания находятся лесные насаждения в их натуральном габитусе, составе, состоянии и качестве, а в типологии В. Н. Сукачева — отпрепарированные детали насаждений. Однако между ними нет противоречия: такие детали входят в состав типа леса Г. Ф. Морозова, как части в целое. Но типы леса В. Н. Сукачева не могут заменить типов леса Г. Ф. Морозова, быть их продолжением и усовершенствованием главным образом потому, что целенаправленность их принципиально различна.

Многие полагают, что типы леса В. Н. Сукачева легко сблизить с типами леса Г. Ф. Морозова путем географического их районирования и присоединением к ним естественноисторической характеристики земельной территории, занятой лесом. Такой взгляд является ошибочным. Механическое прикрепление серии типов леса номенклатуры В. Н. Сукачева к данному географическому району не вносит в них нового содержания: они лишены признаков, связывающих их с географическими условиями района, и поэтому могут быть приписаны другому району, имеющему другие природные условия.

По методике же Г. Ф. Морозова в данной области, крае или обширном географическом районе должны быть выделены районы, различающиеся по своим климатическим, геоморфологическим, геолого-почвенным, орографическим и гидрологическим условиям. В них должны быть выделены типичные для них лесные массивы, которые и расчленяются на типы леса, закономерно обусловленные естественноисторическими подразделениями земельной территории лесного массива. Только на таком основании по Г. Ф. Морозову можно дать перечень типов леса и их характеристику для данной области или края.

Такова разница между типологиями В. Н. Сукачева и Г. Ф. Морозова, вытекающая из разницы существенных признаков, составляющих содержание понятия о типе леса.

Некоторые выводы

В качестве выводов из всего сказанного следует отметить значение указанной разницы между сравнительными типологиями для разрешения некоторых вопросов организаций лесного хозяйства.

Пока лесное хозяйство ограничивается эксплуатацией спелых и перестойных насаждений стихийно возникшего состава древесных пород и состояния и уходом за подрастающими насаждениями, столь же стихийно возникающими на сплошных вырубках, до тех пор лесное хозяйство будет удовлетворяться типами леса и их классификацией, определяемым по признакам, свойственным растительности. Но когда перед лесным хозяйством возникают более сложные задачи, тогда такие типы леса не будут пригодны для организации лесного хозяйства.

К числу таких задач, например, относится вопрос о рациональном распределении площади лесного массива по преобладанию древесных пород, прежде всего главных древесных пород. Эта задача неразрывно связана с проблемой повышения продуктивности лесной площади.

В Бузулукском бору, например, на площади, примерно, в 60 тыс. га, средний ежегодный прирост составляет 40% возможного. В Усманском бору, под Воронежом, на такой же площади, средний прирост в два раза меньше возможного. Это объясняется не только состоянием насаждений, но главным образом тем, что в Бузулукском бору 55%, в Усманском 40% лесопокрытой площади заняты второстепенными породами, среди которых первое место принадлежит дубу, дающему, как известно, на боровых почвах наиболее низкий прирост и худшие по качеству насаждения. Смена главных пород на второстепенные с такими же результатами происходит, как известно, и происходила на больших площадях сплошных вырубок во всех лесах. Это — результат «вмешательства человека», одного из четырех существенных признаков, по которому (в соответствии с учением Г. Ф. Морозова) выделяется особый ряд типов леса. Такая смена идет как раз на наиболее плодородных почвах, какие собственно и определяют уровень продуктивности лесной площади.

Типы леса В. Н. Сукачева не могут оказать существенной помощи в решении вопроса восстановления преобладания главных пород на утерянной ими или не покрытой лесом площади; так как они лишены признаков условий местопроизрастания, определяемых географическим и топографическим положением и почвенно-грунтовыми условиями. Типы леса Г. Ф. Морозова классифицируются как раз по этим признакам и поэтому могут служить основанием для размещения насаждений с преобладанием главных пород, при котором максимально могут быть использованы производительные силы лесной площади.

К числу задач лесного хозяйства, какие не могут быть решены на базе фитоценотической и биогеоценотической типологии, относится также вопрос об организации лесного хозяйства в водоохранных и почвозащитных лесах. Эти функции леса определяются физико-климатическими условиями географического района, геоморфологическим положением территории лесного массива, геологическим строением и механическим составом почвогрунта, рельефом и расположением леса по отношению к гидрографической сети местности. Короче говоря, эти функции леса связаны с его положением и ролью в системе компонентов географического ландшафта, между тем как типы леса В. Н. Сукачева лишены географических элементов, как признаков, их определяющих. Типология Г. Ф. Морозова, связывающая перечисленные признаки и фитоценоз в единое целое — тип леса, определяет его почвозащитную и водоохранную роль; поэтому на основе таких типов леса территория любого лесного массива может быть разделена на части (хозяйства), в рамках которых могут быть запроектированы мероприятия, реализующие мелиоративное значение леса для природы окружающей местности.

Несомненно, что наличие в типах леса Г. Ф. Морозова лесоводственно-географических элементов придает им большое значение в селекции лесных пород. С такими типами леса связаны географические расы древесных и кустарниковых пород, экологические их формы и ряд наследственных свойств, определяющих их поведение в условиях данного географического района в данном типе леса.

Наконец, лесная типология, понимаемая как лесоводственная классификация лесных массивов и лесных участков, должна быть увязана с естественноисторическим районированием нашей страны — физико-климатическим, геолого-почвенным, геоморфологическим, гидрологическим и ландшафтным. Биогеоценотическая классификация типов леса является не лесоводственной, а биологической и потому не имеет непосредственного отношения к естественноисторическому и ландшафтному районированию страны. Поскольку типология Г. Ф. Морозова рассматривает лес как географическое явление, как компонент географического ландшафта, то его типология может дать такую увязку. Без нее лесоводство развиваться не может.

Сила учения и идей таких ученых-классиков, каким является Г. Ф. Морозов, выражается в том, что чем больше проходит времени после появления их трудов, тем больше выявляется их направляющее и координирующее значение для дальнейшего развития специальных дисциплин, каким были посвящены их труды.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. Ф. Морозов. Учение о лесе. 1949, Изд. 7-е. [2]. О лесной биогеоценологии и ее основных задачах. «Ботанический журнал» № 3. 1955. [3]. В. Н. Сукачев. Дендрология с основами лесной ботаники. 1934. [4]. В. Н. Сукачев, С. В. Зон, Г. П. Моговилов. Методические указания к изучению типов леса. 1957. [5]. Труды совещания по лесной типологии. 1951.

Поступила в редакцию
13 февраля 1961 г.

К ВОПРОСУ О ТЕКУЩЕМ ПРИРОСТЕ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ

А. С. БАБАКИН

Аспирант

(Брянский технологический институт)

При организации и проведении различных лесохозяйственных мероприятий весьма важно знать величину абсолютного текущего прироста древостоя по запасу. В связи с этим возникает необходимость выяснить зависимость текущего прироста древостоя от различных внутренних и внешних факторов. Из множества этих факторов сравнительно легко могут быть учтены следующие: лесорастительный район; тип условий местопроизрастания (тип леса); полнота, густота; древесная порода; происхождение и возраст древостоя.

В одном лесорастительном районе наиболее важно выявить связь текущего прироста с полнотой древостоя.

Среди ученых нет единого взгляда на характер этой связи. Одни считают, что величина текущего прироста тем больше, чем больше полнота древостоя (Гергардт [9], И. М. Науменко [5], [8]). Другие полагают, что наибольший текущий прирост наблюдается при меньшей оптимальной полноте (Ф. Н. Моисеенко [4], Н. П. Георгиевский [2], П. В. Воропанов [1], В. В. Памфилов [8] и др.).

На основе изложенного, в нашей работе ставилась задача — выявить закономерные связи текущего прироста с возрастом, бонитетом и полнотой древостоя. Работа выполнена при Брянском технологическом институте.

В основу сбора материала были положены измерения на пробных площадях, которые представляли ценные в хозяйственном отношении типы леса: сосняки орляковые (B_2), сосняки-брусничники (A_2) и сосняки-кисличники (B_3).

При подборе насаждений мы руководствовались указанием Н. П. Георгиевского [6] о том, что каждый опыт должен повторяться два-три раза. Чаще всего повторные опыты приходилось закладывать в идентичных условиях, но в разных лесничествах или лесхозах, не выходя при этом за пределы данного лесорастительного района.

Отобранные насаждения были однородны в пределах типа леса по следующим признакам: условиям местоположения; развитию компонентов насаждения; типу почвы, ее механическому составу, структуре, влажности, материнской породе и уровню грунтовых вод; происхождению; составу пород; бонитету; состоянию; числу стволов (на пробной площадке имелось 200—250 стволов сосны в верхнем пологе) и равномерности их размещения. В отобранных участках за последние 12—15 лет рубки ухода не проводились.

В чистых сосновых древостоях Брянского лесного массива заложена 71 пробная площадь. Дополнительно использованы материалы 33 пробных площадей, из них 11 — заложены в лесах Злынковского лесхоза Брянской области и 22 — в Луховицком лесхозе Московской области. Из 104 пробных площадей 98 заложено нами и 6 — инж. Ф. М. Золотухиным.

Порядок перечета, выбора моделей и измерений на них устанавливался в зависимости от принятого способа учета текущего прироста.

Текущий прирост определялся:

а) на 6 пробных площадях — как сумма приростов всех 777 вырубленных деревьев, подвергнутых упрощенному анализу по двухметровым секциям;

б) на 63 пробных площадях по срубленным 15—17 модельным деревьям, подвергнутых также упрощенному анализу по двухметровым секциям (всего срублено и проанализировано 956 стволов);

в) на 34 пробных площадях — по способу проф. П. В. Воропанова (520 деревьев).

Модельные деревья выбирались по способу пропорционально-ступенчатого представительства с учетом толщины, высоты и формы ствола. Кроме того, учитывалась внешняя среда, в которой произрастает модельное дерево. Строго следили за тем, чтобы эта среда была средней для древостоя. Чтобы исключить влияние метеорологических условий на точность определения текущего прироста, нами принят один календарный десятилетний период — с 1949 по 1958 год, во всех случаях прирост измерялся за эти годы.

Средние таксационные признаки древостоя: возраст, диаметр, высота — вычислялись обычным способом.

Бонитет определялся по бонитировочной шкале проф. М. М. Орлова (с точностью 0,1), а полнота устанавливалась по таблицам хода роста проф. А. В. Тюрина (с точностью до 0,01).

Запас древостоя вычислялся по срубленным моделям. В тех случаях, когда текущий прирост определялся по способу П. В. Воропанова, запас находили по способу, предложенному Г. М. Козленко. Проверка показала, что запас древостоя по этому способу при тщательном обмере коэффициентов формы определяется с высокой точностью ($\pm 5\%$).

При камеральной обработке материала проведена математическая проверка принадлежности древостоев в пределах бонитета к одному естественному ряду развития. С этой целью использован нами распространенный способ ЦНИИЛХа, разработанный под руководством проф. Н. В. Третьякова.

В результате такой проверки отбраковано 7 пробных площадей II класса (бонитета), представляющих иную линию развития древостоев. Оставшиеся пробные площади по бонитетам древостоев распределились следующим образом: Ia — 16, I — 54 и II — 27 проб.

Закономерные связи текущего прироста с возрастом, полнотой и условиями произрастания древостоя изучались графико-аналитическим методом. С этой целью строились графики связи текущего прироста с средним возрастом и полнотой древостоя.

Связь текущего прироста с возрастом древостоя

Для построения графика зависимости текущего прироста древостоя от его среднего возраста в пределах каждого бонитета пробные площади были сгруппированы по полнотам.

Выяснилось, что кривая во всех случаях носит явный характер выпуклой параболы второго порядка. Учитывая это, для каждой полноты и класса бонитета были составлены конкретные уравнения.

Вычисление параметров уравнения производилось по трем точкам кривой. Для их нахождения общее число точек кривой делилось на три части, по возможности одинаковые, с таким расчетом, чтобы средние точки каждой части принадлежали соответственно левой ветке, вершинной части и правой ветке параболы. Уравнения параболы составлены для полнот 0,6; 0,7; 0,8 и 0,9.

При построении графиков и составлении уравнений использованы пробные площади, заложенные в лесхозах Брянской области, и дополнительно четыре пробные площади Луховицкого лесхоза Московской области. Принадлежность последних к соответствующим линиям развития проверена и доказана.

В результате решения конкретных уравнений параболы получены значения текущего прироста для возрастов от 30 до 90 лет по десятилетиям. Точки по этим данным наносились на тот же график, соединение их позволило получить плавную кривую параболы. Удаления точек, соответствующих текущему приросту индивидуальных древостоев, от параболической кривой, в основном, находятся в пределах $\pm 10\%$, что говорит об однородности исследуемых древостоев по величине текущего прироста. Следовательно, полученные параболические кривые хорошо отражают закономерные связи текущего прироста древостоя с его возрастом.

Связь текущего прироста с полнотой древостоя

Для изучения этой связи также строились графики, причем пробные площади в пределах каждого бонитета были сгруппированы по возрастам. И в этом случае мы получили кривые параболического вида.

Решение конкретных уравнений позволило получить значение текущего прироста для каждой полноты — от 0,5 до 1,0.

Индивидуальные отклонения от параболической кривой невелики. Следовательно, полученная кривая отражает закономерные связи текущего прироста древостоя с его полнотой.

Результаты решения уравнений связи текущего прироста со средним возрастом древостоя и с полнотой древостоя сведены в одну таблицу для сопоставлений. Такая таблица для древостоев I бонитета (табл. 1) представляет как бы наложение друг на друга двух аналогичных таблиц, полученных разными путями.

Таблица 1

Возраст, лет	По уравнению связи текущего прироста	Величина текущего прироста (м ³ /га) при полноте				
		1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
30	С возрастом	11,6	10,3	7,5	6,9	6,5
40	С возрастом	11,0	10,5	8,8	8,0	7,0
	С полнотой	10,8	10,5	9,4	8,5	7,0
50	С возрастом	10,7	10,2	9,4	8,6	7,5
	С полнотой	9,9	9,9	9,6	8,6	7,6
60	С возрастом	9,8	9,8	9,4	8,9	7,8
	С полнотой	9,4	9,5	9,4	8,6	7,7
70	С возрастом	8,7	9,0	8,9	8,85	7,8
	С полнотой	8,2	9,0	9,1	8,7	7,7
80	С возрастом	7,3	7,6	7,8	8,3	8,3
	С полнотой	6,6	7,3	8,1	8,1	7,5

Сопоставление показало следующее. Решение уравнений зависимости текущего прироста от разных факторов (возраста и полноты) позволило дважды зафиксировать на графиках значения текущего прироста, соответствующие одним и тем же возрасту, бонитету и полноте. В абсолютном большинстве случаев значения текущего прироста, полученные по разным уравнениям, совпадают или расходятся не более чем на $\pm 5\%$. Значительные расхождения имеют место в начале и в конце кривых. Это связано с недостаточным числом наблюдений в древостоях с полнотой 1,0 и 0,6 и по возрасту в 30 и 90 лет. Однако характер закономерной связи текущего прироста древостоев с его возрастом и полнотой одинаков. Это позволило нам вычислить усредненные данные текущего прироста. В тех случаях, когда не было повторных данных, — взяты данные одного уравнения. Результатом явились таблицы текущего прироста сосновых древостоев I класса бонитета Брянского лесного массива.

Таблица 2

Возраст, лет	Величина текущего прироста (m^2/ga) при полноте				
	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
30	11,6	10,3	7,5	6,9	6,5
40	10,9	10,5	9,1	8,2	7,0
50	10,3	10,1	9,5	8,6	7,6
60	9,4	9,65	9,4	8,7	7,7
70	8,4	9,0	9,0	8,8	7,8
80	7,1	7,6	8,0	8,2	7,9

Сравнительно небольшой материал наших исследований не позволяет делать широкие и категорические заключения о связи величины текущего прироста с условиями местопроизрастания, возрастом и полнотой древостоя. Однако внимательный анализ табл. 2, а также имеющихся данных по текущему приросту древостоев I и II бонитетов приводит к следующим выводам.

1. Возраст кульминации текущего прироста зависит от условий местопроизрастания (бонитета), а при одинаковых условиях — от полноты древостоя.

2. Увеличение полноты сопровождается увеличением текущего прироста до определенного возраста. Видимо, этот возраст зависит от условий местопроизрастания. По нашим данным, в насаждениях Ia класса бонитета он равен 30 годам, в I—II классах бонитета составляет 40—50 лет.

С увеличением возраста влияние на текущий прирост полноты постепенно сглаживается, а после названных возрастов наблюдается обратная зависимость — в более полных древостоях величина прироста текущего меньше. Так, если в 30—50 лет оптимальной является полнота 1,0, то в возрасте 60 лет наибольший текущий прирост наблюдается при полноте 0,9; в 70 лет — при 0,85; в 80 — 0,7 и в 90 — 0,6.

В худших условиях местопроизрастания наибольший текущий прирост, видимо, наблюдается при меньшей полноте.

Отмеченная закономерная связь текущего прироста с полнотой древостоя подтверждается также другими исследованиями, среди которых можно назвать работы А. В. Савиной [7], Л. А. Иванова [3], А. В. Тюрина [10].

3. Текущий прирост во всех возрастах и при всех полнотах всегда больше у древостоев в лучших условиях местопроизрастания. Однако

различие между значениями прироста деревьев древостоев разных бонитетов зависит как от возраста, так и от полноты древостоя. Это различие более резко выражено в возрасте, когда наступает кульминация текущего прироста в высокополнотных древостоях.

Наши выводы о характере закономерной связи текущего прироста с условиями местопроизрастания, возрастом и полнотой древостоя по существу не расходятся с исследованиями И. М. Науменко, Н. П. Георгиевского, В. В. Памфилова и других авторов.

Приведенные таблицы текущего прироста сосновых древостоев I бонитета могут быть использованы для определения прироста множества древостоев. Для отдельных древостоев точность определения текущего прироста по этой таблице находится в пределах $\pm 15\%$ в Брянском лесном массиве или близких лесорастительных условиях. Для других районов по этой таблице могут быть получены лишь ориентировочные данные.

Закономерная связь текущего прироста с условиями местопроизрастания, возрастом и полнотой древостоя, которая выражена в полученных нами таблицах, имеет важное практическое значение при организации различных лесохозяйственных мероприятий, в частности, при установлении интенсивности рубок ухода за лесом.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. В. Воропанов. Повышение продуктивности лесов рубками ухода. Гослесбумиздат, 1960. [2]. Н. П. Георгиевский. Рубки ухода за лесом. Гослесбумиздат, 1957. [3]. Л. А. Иванов. Свет и влага в жизни наших древесных пород. 1946. [4]. Ф. П. Моисеенко. О влиянии полноты на прирост в сложных дубовых насаждениях. Сб. трудов БелНИИЛХа, Минск, 1947. [5]. И. М. Науменко. Текущий прирост лесов водоохранной зоны. Диссертация, представленная на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Воронеж, 1960. [6]. В. В. Памфилов. Влияние различных степеней изреживания насаждений на текущий прирост по массе и качеству его. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Воронеж, 1947. [7]. А. В. Савина. Экологические и физиологические факторы, обуславливающие прирост древесины при рубках ухода. «Лесное хозяйство» № 2, 1953. [8]. А. В. Тюрин, И. М. Науменко, П. В. Воропанов. Лесная вспомогательная книжка. Гослесбумиздат, 1954. [9]. А. В. Тюрин. Таксация леса. Гослестехиздат, М., 1945. [10]. А. В. Тюрин. Рост осинников в Воронежской области. Научные записки, т. IV (XIX). Воронежский сельскохозяйственный институт, 1936.

Поступила в редакцию
28 октября 1961 г.

О ПРОМЕРЗАНИИ И ОТТАИВАНИИ ПОЧВ НА ВЫРУБКАХ УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА АЛТИ

П. Ф. СОВЕРШАЕВ

Ассистент

(Архангельский лесотехнический институт)

Сезонное промерзание и оттаивание почв сопровождается рядом сложных физико-механических процессов, природа которых и воздействие на растения изучены еще недостаточно. Особенно слабо изучен вопрос о промерзании лесных почв. В этой связи можно назвать лишь работы В. Н. Сукачева [11], Н. А. Качинского [2], Н. Н. Степанова [10], М. И. Сахарова [8], Ф. Н. Харитоновича [12], А. А. Молчанова [4], Г. Е. Пятецкого [6], А. Р. Родина [7].

Основной целью нашей работы является изучение хода промерзания и оттаивания почвы на лесокультурной площади (кв. № 19 и кв. № 21), влияния снегового и живого напочвенного покрова на глубину ее промерзания, а также влияния интенсивности промерзания почвы (льдистости) на выжимание корней всходов из почвы.

Изучение промерзания почвы проводилось в течение трех зим: 1958/59 гг., 1959/60 гг., 1960/61 гг., температурная характеристика которых приведена в табл. 1. В ней даны суммы отрицательных температур воздуха (по данным Емцовской метеостанции).

Таблица 1

Зимы	Месяцы года							Итого за зиму
	X	XI	XII	I	II	III	IV	
1958/59 гг.	3	74	567	315	186	74	60	1269
1959/60 "	74	177	379	548	456	289	86	2009
1960/61 "	88	208	195	242	157	115	76	1081
Средние за 1933—1957 гг.	10	132	287	386	334	236	18	1403

Измерение глубины промерзания производилось ежедекадно с помощью почвенного бура Н. А. Качинского. Для изучения текстуры замерзшего слоя почвенные разрезы производились обычным способом. На каждом объекте исследования общее число шурфов или ям было 3—5.

Объектами исследования были посевные площадки и межплощадочное пространство на культурах в кв. 19 и 21.

Зима 1958/59 гг.

На рис. 1 показана зависимость глубины промерзания почвы на посеваемых площадках и между площадками под дерниной от высоты снегового покрова и суммы отрицательных температур воздуха по среднедекадным показателям.

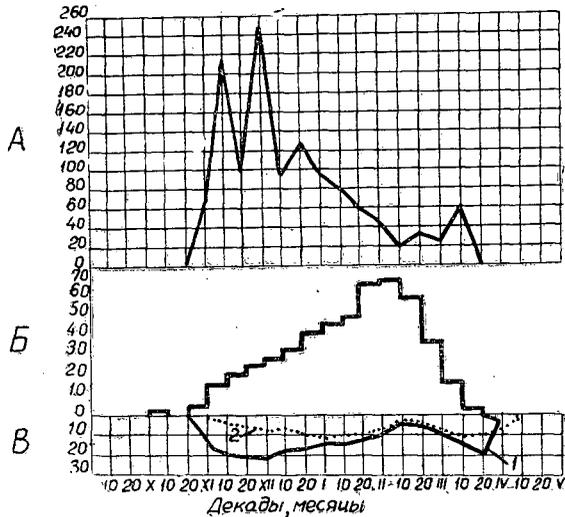


Рис. 1. Глубина промерзания почвы в см (B) на вырубке в зиму 1958/59 гг. (1 — на площадке; 2 — между площадками) в зависимости от суммы отрицательных температур воздуха за декаду (A) и высоты снегового покрова (B).

Промерзание почвы на площадках началось с третьей декады ноября, почти одновременно с выпадением снега. За первую декаду декабря глубина промерзания увеличилась только на 5 см. Основной причиной этого является теплоизолирующая роль снегового покрова. Во второй декаде декабря при дальнейшем возрастании высоты снегового покрова глубина промерзания почвы увеличилась только на 2 см и достигла своего максимума. В третьей декаде декабря, несмотря на резкое понижение температуры, промерзание почвы в глубину прекратилось. В дальнейшем, начиная с первой декады января, произошло сильное потепление. Вследствие этого началось оттаивание почвы снизу и уменьшение замерзшего слоя. В марте из-за уплотнения и сильного увеличения теплопроводности, снег потерял свои защитные свойства. Промерзание началось вновь, а к концу апреля почва оттаяла снизу. Как видно из графика, дернина оказывает большое влияние на глубину промерзания. Начало промерзания почвы под дерниной запаздало на 9 дней по сравнению с площадками. Оттаивание почвы под дерниной происходило также снизу, но в два раза медленнее, чем на площадке, и закончилось декадой позднее — в начале мая.

Таким образом, промерзание почвы на десятилетней вырубке изпод свежего сосняка-черничника в зиму 1958/59 гг. было незначительным и имело два максимума — в начале и в конце зимы. Текстура замерзшего слоя почвы на площадках была слоистой с максимальной толщиной прослоек 8—10 мм. Под дерниной структура была слитной.

Зима 1959/60 гг.

На рис. 2 представлен ход промерзания и оттаивания почвы в зиму 1959/60 гг., которая отличалась суровостью и устойчивостью морозов.

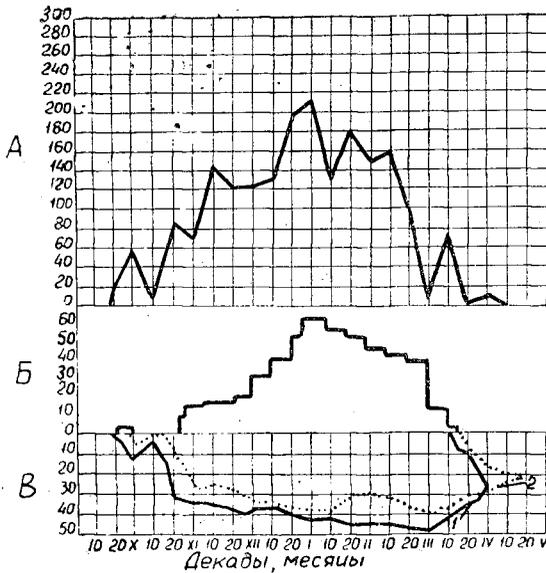


Рис. 2. Глубина промерзания почвы на вырубке в зиму 1959/60 гг. Обозначения те же, что на рис. 1.

Промерзание почвы началось 18 октября. С 29 октября началась оттепель и к концу первой декады ноября почва оттаяла в основном снизу. Во второй декаде ноября наступило похолодание с постепенным понижением температуры, и глубина промерзания почвы на площадке при полном отсутствии снега резко увеличилась. С выпадением 22 ноября снега дальнейшее промерзание почвы пошло медленнее. В течение января, февраля и марта фронт промерзания постепенно опускается вниз, достигнув максимума в конце марта.

Оттаивание почвы сверху и снизу началось в первых числах апреля и закончилась к 1 мая.

В конце октября сформировалась слоистая текстура замерзшего слоя с одной ледяной прослойкой толщиной до 2 см в центре площадки.

В начале ноября 1959 г. почва оттаяла. После оттепели резкого похолодания не произошло. В этих условиях промерзания почвы в глубину не происходило, а на ее поверхности образовались кристаллы напочвенного льда, которые покрывали сплошным слоем в 5—6 см все сильно минерализованные площадки на участке с суглинистой почвой (кв. 21); на участке с супесчаной почвой (кв. 19) их не было.

Затем при дальнейшем промерзании почвы образовалась слоистая текстура с многочисленными ледяными прослойками толщиной 6—18 мм.

Промерзание почвы на вырубке под дерниной между площадками началось на 9 дней позже. В первой декаде ноября почва оттаяла снизу. Во второй декаде ноября промерзание началось вновь.

В третьей декаде ноября, несмотря на выпадение снега, промерзание почвы в глубину продолжалось. Дальнейшее промерзание в глу-

бину шло медленнее и с небольшими отклонениями в феврале достигло максимума к концу марта. Текстура замерзшего слоя под дерниной была слитной.

Размерзание началось с первых чисел апреля и происходило как сверху, так и снизу. Закончилось оно к 20 мая.

Таким образом, промерзание почвы на вырубке под дерниной отличается от промерзания оголенной почвы на посевных площадках, даже сравнительно небольших ($0,7 \times 0,7$ м). Но влияние дернины на глубину промерзания в различных местах вырубке неодинаково. На это обстоятельство указывали В. П. Мосолов [5], Н. А. Качинский [2] и другие авторы. Основной причиной этого является неодинаковое воздействие разных видов покрова на температурный режим почвы.

В начале зимы 1959/60 гг., (до выпадения снега) нами было произведено около 80 почвенных разрезов для изучения глубины промерзания почвы под разными видами напочвенного покрова. В конце третьей декады октября средняя глубина промерзания была под покровом из вереска — 3 см, вейника наземного — 5 см, луговика извилистого — 6 см, под подушками кукушкина льна — 4 см.

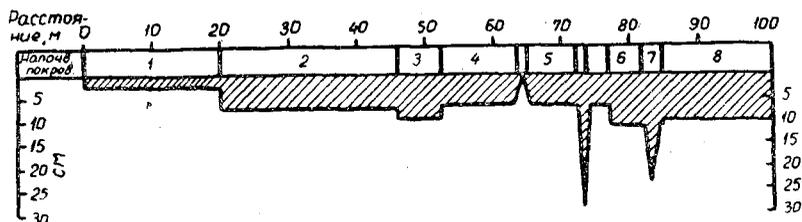


Рис. 3. Глубина промерзания почвы в см в лесу и на вырубке с различным напочвенным покровом.

1 — сосняк-черничник; 2 — луговик с подушками мхов; 3 — луговик; 4 — вереск; 5 — рыхлая площадка; 6 — вейник; 7 — рыхлая площадка; 8 — луговик с вейником.

Вторичное исследование было проведено 19 ноября. Промерзание почвы по линии, перпендикулярной к стене леса, протяжением в 100 м с севера на юг (20 м в лесу и 80 м на вырубке) в зависимости от напочвенного покрова представлено на профиле (рис. 3). При отсутствии снегового покрова глубина промерзания была: в лесу — 3 см, под луговиком с подушками мхов — 8 см, луговиком — 10 см, вереском — 7 см, вейником — 12 см, луговиком с вейником — 10 см.

Влияние обработки почвы на глубину ее промерзания изучалось рядом исследователей: В. П. Мосоловым [5], С. И. Гусевым [1], Н. А. Качинским [2], М. И. Сахаровым [8], Б. С. Масловым [3]. Наши наблюдения показали, что на посевной площадке размером $0,5 \times 0,5$ м с рыхлой почвой промерзание достигло 28 см, а в ряду площадок с нерыхлой почвой на тех же культурах — 24 см, то есть на 4 см меньше. На площадках $0,7 \times 0,7$ м эта разница составила в среднем 5—7 см.

Глубина промерзания супесчаной почвы (в кв. 19) была больше на 19—20%, чем на участке с суглинистой почвой.

На площадках $1,0 \times 1,0$ м глубина промерзания достигла 35 см, на площадках $0,7 \times 0,7$ м — 32 см, на площадках $0,5 \times 0,5$ м — 28 см, на площадках $0,3 \times 0,3$ м — 23 см. Это значит, что промерзание на открытой почве находится в прямой зависимости от площади ее оголенной части, что подтверждается наблюдениями в поле. В зиму 1959/60 гг., максимальная глубина промерзания в поле около ст. Емца была 1,5 м против 48 см на площадке.

Зима 1960/61 гг.

Промерзание почвы в зиму 1960/61 гг. (рис. 4) началось в первой декаде октября, до выпадения снега, и продолжалось в течение почти всего месяца.

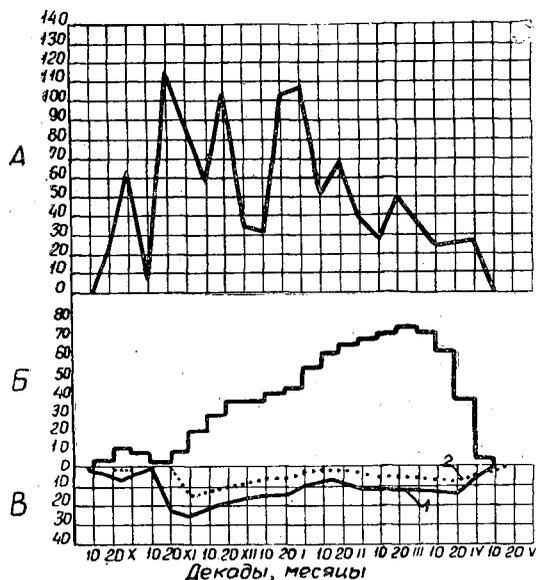


Рис. 4. Глубина промерзания почвы на вырубке в зиму 1960/61 гг. Обозначения те же, что и на рис. 1.

В первой декаде ноября была оттепель с повышением температуры до $+5,1^\circ$. Почва на площадках оттаяла. С наступлением новых морозов фронт промерзания некоторое время оставался на поверхности почвы, где образовались напочвенные кристаллы льда, растущие за счет притока воды из влажной после оттаивания почвы. Такие кристаллы льда высотой 5—9 см были обнаружены нами на всех минерализованных площадках участка со среднесуглинистой почвой. На участке с супесчаной почвой таких кристаллов на площадках не было.

К концу второй декады ноября при резком похолодании почва на площадках промерзла почти на максимальную глубину, которая была достигнута к концу месяца.

Промерзание почвы прекратилось в первой декаде декабря, когда увеличился снеговой покров.

В дальнейшем, несмотря на похолодание во второй декаде декабря, начался процесс разморзания почвы снизу, который продолжался до 15 февраля.

В конце февраля 1961 г. началось медленное продвижение фронта промерзания вниз, которое продолжалось до второй декады апреля. Оттаивание почвы на площадках произошло снизу к концу первой декады мая. Под дерниной почва оттаяла также снизу уже после того, как сошел снег на вырубке.

В зиму 1960/61 гг., текстура замерзшего слоя почвы на площадке и под дерниной была слитной.

Выжимание всходов

Изучение промерзания почвы на вырубке, проводившееся в течение трех зим, показало, что этот процесс в разные зимы проходит неодинаково.

Различие обуславливается метеорологическими условиями всего зимнего периода, а также действием ряда факторов, уменьшающих или усиливающих процесс промерзания. Интенсивность промерзания почвы характеризуется величиной льдистости замерзшего слоя почвы, о которой можно судить по его текстуре. Наибольшая льдистость наблюдается при формировании слоистой текстуры, отличающейся наличием многочисленных ледяных прослоек и линз.

Слоистая текстура наблюдалась нами только у замерзшего слоя почвы на посевных площадках в зиму 1958/59 гг. и 1959/60 гг. Под дерниной в эти же зимы текстура была слитной. Слитная текстура отличается образованием только мелких кристаллов льда — цемента, невидимых простым глазом. В более теплую зиму 1960/61 гг. текстура замерзшего слоя была слитной и на посевных площадках, под дерниной.

Н. А. Цитович [13] считает, что слоистая текстура замерзшего слоя оказывает большое влияние на морозное пучение почвогрунтов, величина которого примерно равна общей толщине всех ледяных прослоек и линз.

Наши наблюдения за выжиманием всходов лесных культур, произрастающих на участке в кв. 21, показали, что количество выжатых всходов и интенсивность их выжимания зависят от характера промерзания почвы, его льдистости и текстуры промерзшего слоя почвы. Результаты наших исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2

Зимы	Текстура замерзшего слоя почвы на площадках	Наибольшая толщина ледяных прослоек, мм	Количество всходов в % по степеням выжимания				
			невыжатые	слабо выжатые	средне выжатые	сильно выжатые	полностью выжатые
1958/59 гг.	Слоистая	10,0	55,9	23,2	11,4	6,1	3,4
1959/60 "	"	20,0	23,3	33,3	19,7	11,6	12,1
1960/61 "	Слитная	—	76,8	18,4	4,8	—	—

Из таблицы следует, что выжимание сильнее выражено в зимы, когда текстура замерзшего слоя была слоистой. Особенно сильное выжимание наблюдалось в суровую зиму 1959/60 гг., когда отдельные прослойки льда достигали 20 мм. Как нами уже отмечалось ранее [9], образование ледяных кристаллов в почве приводит к обрыву корешков растений, что усиливает их выжимание.

Наши исследования также показали, что образование кристаллов напочвенного льда происходит только на оголенной суглинистой почве при условии остановки фронта промерзания у ее поверхности. При быстром промерзании почвы в глубину кристаллы на ее поверхности не образуются. В этих условиях на определенной глубине, при остановках фронта промерзания, формируются ледяные прослойки и линзы, определяющие слоистую текстуру замерзшего слоя почвы.

Рыхленные площадки промерзают быстрее и на большую глубину, чем нерыхленные.

При промерзании рыхленной почвы льдистость замерзшего слоя выражена сильнее по сравнению с нерыхленной почвой.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. И. Гусев. Очерк климатических условий Яхромского Болотного опытного поля за 1915—1925 гг. Труды Яхромского Болотного опытного поля, вып. VII, 1926, стр. 67—72. [2]. Н. А. Качинский. Замерзание, размерзание и влажность почвы в зимний сезон в лесу и на полевых участках. Труды научно-исследовательского института почвоведения при физмате МГУ. М., 1927. [3]. Б. С. Маслов. Промерзание и оттаивание торфяной почвы в условиях Мещерской низменности. Журн. «Почвоведение» № 11, 1960. [4]. А. А. Молчанов. О промерзании и оттаивании почвы. Журн. «Лесное хозяйство» № 1, 1950. [5]. В. П. Мосолов. К изучению вопроса о промерзании почвы. «Научно-агрономический журнал» № 12, 1925. [6]. Г. Е. Пятецкий. Снежный покров, промерзание и оттаивание лесных почв в южной части Карелии. «Известия Карельского и Кольского филиалов АН СССР» № 4, 1959. [7]. А. Р. Родин. Промерзание и оттаивание почвы под древесными породами. Журн. «Лесное хозяйство» № 1, 1960. [8]. М. И. Сахаров. Промерзание и размерзание почвы в лесных фитоценозах. Журн. «Метеорология и гидрология» № 11—12, 1938. [9]. П. Ф. Совершаев. О природе выжимания всходов и сеянцев морозом. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1961. [10]. Н. Н. Степанов. Типы лесных культур. Журн. «В защиту леса» № 2, 1937. [11]. В. Н. Сукачев. К вопросу о влиянии мерзлоты на почву. «Известия Российской академии наук» № 1, VI сер., т. 5, 1911. [12]. Ф. Н. Харитонович. Влияние лиственных насаждений на снегонакопление и промерзание почвы. Журн. «Лесное хозяйство» № 2, 1938. [13]. Н. А. Цитович. Основания и фундаменты на мерзлых грунтах. Изд. АН СССР, М., 1958.

Поступила в редакцию
19 марта 1962 г.

О ВЛИЯНИИ СТИМУЛЯТОРОВ НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАЛЛЮСА

А. Е. ВАСИЛЬЕВ

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

В последнее время в Советском Союзе и за рубежом проводятся большие работы по изучению действия стимуляторов роста на древесные растения, причем большое внимание уделяется гиббереллинам [1], [2], [3].

Эти работы проводились, главным образом, с целью ускорения роста сеянцев древесных пород. В наших опытах изучалось действие стимуляторов на каллюсообразование при вегетативном размножении тополей. Последнее представляет интерес в селекционной работе, при которой важно ускорить образование побегов из каллюса стеблей, а также укоренить старые отрубки ствола в том случае, когда ветви и почки ценной формы побиты морозом.

Работа проводилась с апреля по октябрь 1961 г. с черенками тополя душистого и с черенками и отрубками тополя канадского. Для обработки растений применялись следующие стимуляторы.

1. Гиббереллин, водный раствор, 100 мг на 1 л.
2. Гидрохинон, водный раствор, 100 мг на 1 л и 300 мг на 1 л.
3. Гетероауксин с ланолином, 2 мг на 1 г.
4. α -нафтилуксусная кислота с ланолином, 5 мг на 1 г.

Черенки, высаженные в вегетационные сосуды, выращивались в условиях влажной камеры в теплице при температуре 20—25°. Водные растворы стимуляторов наносились пипеткой на верхнюю поверхность среза черенков через день в течение двух недель, начиная с момента появления каллюса. Стимуляторы с ланолином наносились однократно участками на поверхность верхнего среза черенков в зоне камбия и сердцевины. В качестве контроля служили черенки, обрабатываемые водой. В каждом варианте было по 15 черенков.

Опыты показали, что обработка черенков гиббереллином и гидрохиноном не дает положительных результатов по сравнению с контролем. При обработке гидрохиноном как той, так и другой концентрации отмечалось тормозящее влияние на развитие каллюса. Имеющийся уже валик наплыва покрывался сверху значительным слоем пробки и придаточных побегов почти не образовывалось.

Гиббереллин не оказывал заметного тормозящего действия, но и не усиливал развитие каллюса. Наблюдалось также значительное опробкование валика наплыва. При этом придаточных почек и побегов образовалось не более, чем у контрольных растений. Развивающиеся побеги имели типичный для обработанных гиббереллином растений вид —

вытянутый стебель, удлиненные междоузлия, слабо развитые листовые пластинки.

Иные результаты были получены при обработке черенков гетероауксином и α -нафтилуксусной кислотой. Эти стимуляторы не только усиливали рост недифференцированного каллюса (камбиального и сердцевинного), но и способствовали заложению многочисленных придаточных почек в нем, которые давали затем нормальные придаточные побеги. Необходимо также отметить, что заложение придаточных почек из каллюса сердцевины, наблюдавшееся у обработанных растений, никогда не встречалось у контрольных.

Особенно хорошие результаты были получены в опыте, проведенном на питомнике с отрубками ствола 7-летнего дерева тополя канадского, имеющими диаметр верхнего среза 10—12 см и длину 30 см. На поверхность верхнего и нижнего срезов отрубков в мае 1961 г. наносилось по 3—5 пятен ланолина с гетероауксином и α -нафтилуксусной кислотой в той же концентрации, что и в первом опыте. После обработки отрубки закапывались вровень с поверхностью почвы. В каждый вариант включалось по 5 отрубков.

Примерно через три недели каллюс начал развиваться лишь там, где наносился стимулятор. В дальнейшем здесь образовались пучки придаточных побегов, достигших к осени высоты 1 м. В сентябре отрубки были выкопаны. Они хорошо укоренились. Корни образовались исключительно из камбиального каллюса нижней поверхности срезов; на боковой поверхности отрубков, покрытой коркой, корней не образовалось.

Таким образом, гетероауксин и α -нафтилуксусная кислота с ланолином могут успешно применяться при укоренении отрубков ствола крупных деревьев тополей. Можно предполагать, что применение этих стимуляторов при порослевом возобновлении наших лесных пород (дуб, клен, липа) будет способствовать образованию придаточных побегов у пней этих деревьев.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Д. А. Комиссаров. Влияние гибберелловой кислоты на древесные растения. Доклады АН СССР, 1961, т. 36, № 5. [2]. И. Н. Коновалов, И. В. Жукова и Л. С. Зиновьева. Влияние гибберелловой кислоты на особенности роста и зимостойкость древесных растений. «Ботанический журнал» № 12, 1960. [3]. А. В. Хотянович и Н. А. Байдалина. Опыт воздействия гиббереллиновой кислоты на некоторые древесные породы. «Лесное хозяйство» № 7, 1959.

Поступила в редакцию
28 октября 1961 г.

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ДРЕВЕСИНЫ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ

А. И. АЛЕКСЕЕВА

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Всесоюзный заочный лесотехнический институт)

Диагностические признаки березы бородавчатой освещены В. Е. Вихровым [2] и другими авторами. Древесина карельской березы (*Betula verrucosa f. carelica*), являющаяся формой бородавчатой, также неоднократно описана; однако подробной характеристики ее диагностических признаков в литературе пока нет.

В работах Э. Э. Керна [4], [5], С. И. Ванина [1], А. Я. Любавской [6] приведены макроскопические признаки древесины карельской березы.

Своеобразие анатомического строения древесины этой породы объясняют различно: Л. А. Иванов [3] — скоплением адвентивных почек; Н. О. Соколов [7], [8], [9] — наличием широких сердцевинных лучей; Ф. С. Яковлев [10] — реакцией дерева на повреждения, вызываемые бактериями, проникающими в кору.

Наше описание анатомического строения древесины карельской березы проводилось по схеме, предложенной А. А. Яценко-Хмелевским [11].

Одна из характерных черт карельской березы, как отмечает Н. О. Соколов [8], — высокое (до 75%) содержание механических тканей в коре.

При развитии проростков вначале в коре формируются отдельные островки механической ткани, состоящие из лубяных волокон, группы которых располагаются по окружности и разъединены паренхимными клетками.

Позднее из паренхимных клеток, лежащих между группами лубяных волокон, образуются каменные клетки, которые замыкают механические ткани коры в сплошное кольцо.

На втором году жизни стволика, а в ветвях и на первом, некоторые паренхимные клетки коры разрастаются и склерофицируются, образуя каменные клетки; затем склерофицируются и примыкающие к ним клетки.

Так образуются большие группы механической ткани в коре.

Довольно часто такой склерофикации подвергаются и клетки сердцевинных, преимущественно наиболее широких, лучей. В этих случаях группы каменных клеток часто вытянуты в радиальном направлении или по форме напоминают конус с вершиной, обращенной к камбию, при этом луб вдавливаются в древесину в виде излучины.

У клеток камбия, выстилающих боковые стороны излучины, изменяется направление тангентальных стенок; они становятся под углом к

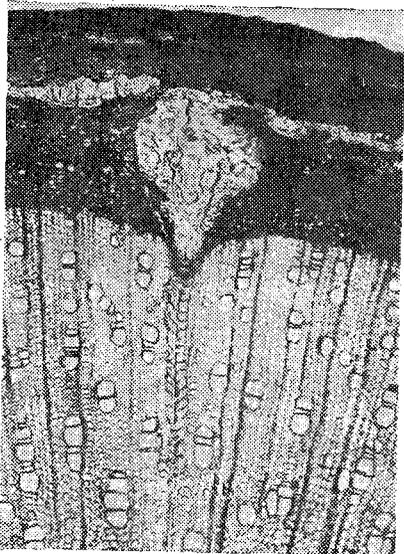


Рис. 1. Поперечный срез стволика березы. В коре видна большая группа механических клеток. Луб вдавлен в древесину, в результате этого тангентальные стенки клеток древесины становятся под углом к окружности. Увелич. 60 раз.

окружности, вследствие чего изменяется направление стенок и у откладываемых ими клеток (рис. 1).

Древесина карельской березы не подразделяется на ядровую и заболонную. Торцовый срез характеризуется наличием сердцевинных повторений в виде темных пятен и штрихов, свилеватостью и своеобразным рисунком («птичий глаз»), который образуют темноокрашенные, расходящиеся под острым углом из одного места радиальные полосы. Годичные слои извилистые, представлены отдельными дугами, выражены неясно. Сосуды простым глазом не различимы.

Древесина состоит из сосудов, волокнистых трахеид, тяжевой и лучевой паренхимы.

Сосуды одного типа, тонкостенные, членики их средней длины, тангентальный диаметр довольно мал, клювики короткие или совершенно отсутствуют. Лестничные перфорации расположены на поперечных и боковых стенках; пере-

кладин 5—18 (чаще всего 10—15), их ширина около 0,9 мк, иногда наблюдается слияние отдельных перекладин. Перекладины перфорационных пластинок окаймлений не имеют. Межсосудистая поровость очередная, поры мелкие, многочисленные, сомкнутые. Окаймление сомкнутых пор шестиугольное; внутреннее отверстие поры вытянутое, включенное. Зубчатых пор нет. Спиральные утолщения в сосудах отсутствуют. Волокнистые элементы древесины представлены волокнистыми трахеидами средней длины с мелкими окаймленными порами. Внутреннее отверстие пор шелевидное; поры редкие. Окончания трахеид гладкие и штыкообразные.

Древесина рассеяно-сосудистая; многочисленные сосуды довольно равномерно располагаются по всей ширине годичного слоя, не образуя никакого рисунка. Просветы группируются преимущественно в цепочки по два-шесть и более; есть также просветы групповые (до восьми в группе) и одиночные. Очертание просветов сосудов угловатое или овальное.

Переход от ранней древесины к поздней постепенный. Граница годичного слоя ясно выражена; она состоит из двух-четырех полосок, состоящих из сплюснутых в радиальном направлении клеток волокнистых элементов, древесной паренхимы и мелких сосудов.

Древесная паренхима скудная, диффузная, терминальная и отчасти метотрахеальная. Метотрахеальная паренхима, расположенная в виде косых тангентальных полосок различной длины в один ряд клеток, большей частью не зависит от сосудов и сосудистых трахеид; терминальная — в виде однослойной прерывающейся полоски.

Паренхима состоит из тяжей в 3—12 клеток, наиболее часто встречаются тяжи с 6—8 клетками. Стенки клеток древесной паренхимы (среднее 1,3 мк) несколько тоньше оболочек основной массы волокон.

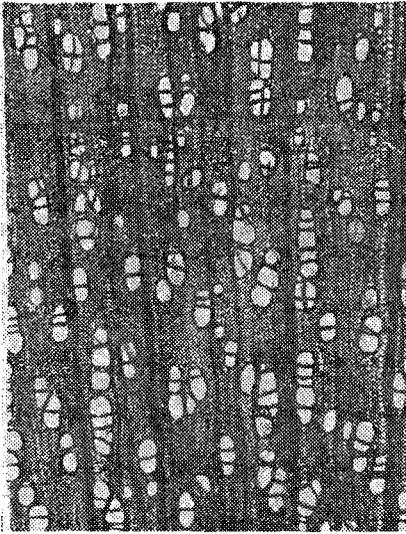


Рис. 2. Поперечный срез древесины карельской березы. Увелич. 60 раз.

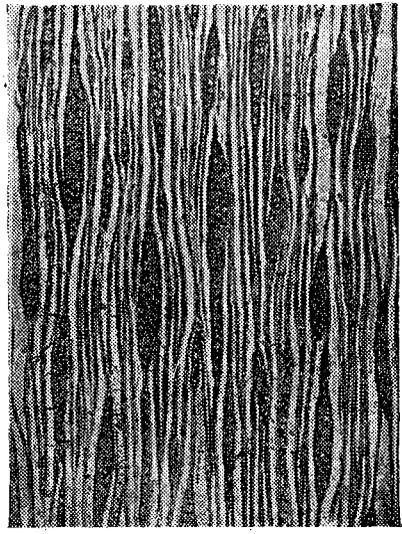


Рис. 3. Тангентальный срез древесины карельской березы. Увелич. 73 раза.

Основная масса древесины состоит из волокнистых трахеид с тонкими (среднее 2,9 мк) стенками. Волокна не имеют содержимого.

Лучи многочисленные гомогенные с тенденцией к гетерогенности, одно-восьмирядные, наиболее часто встречаются двух-трехрядные; высота лучей от 1 до 70 клеток, чаще 15—30.

Н. О. Соколов [8] в древесине карельской березы наблюдал в лучах до 20 рядов и более 100 клеток в высоту.

На поперечном срезе лучи при встрече с сосудами незначительно изгибаются, тангентальные стенки прямые или косые.

На тангентальном срезе лучи двух типов: многорядные — веретеновидные, однорядные — линейные. Однорядные окончания многорядных лучей и клетки однорядных лучей составлены из вытянутых по оси луча клеток. Слой многорядных лучей составлены изодиаметрическими клетками. Пары пор между сосудами и лучами очень мелкие, округлые, сомкнутые, расположены вертикальными рядами, до 10 в каждом.

На радиальном срезе лучи состоят из лежащих и короткостоячих клеток, расположенных в основном по краям. Длина лежащих клеток примерно в 3—4 раза превышает их высоту.

Ярусность в древесине карельской березы не была отмечена; камедные ходы отсутствуют (рис. 2 и 3).

В древесине карельской березы часто наблюдаются структурные аномалии, объясняющие особенности рисунка древесины. Почти во всех случаях они вызваны изменениями, происходящими в деятельности камбия.

Эти изменения могут идти двумя путями (в обоих случаях происходит врастание участков луба в древесину).

В первом случае на отдельных участках камбиального слоя понижается интенсивность его деятельности в сторону древесины, вследствие чего в этих местах луб углубляется в древесину. Камбий, окружающий вершину конусного углубления луба, постепенно ослабляет деятельность и перестает функционировать. Соседние клетки камбия образуют раневую древесину, которая постепенно отделяет часть выроста луба.

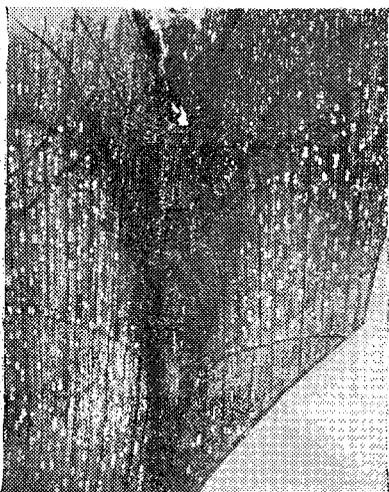


Рис. 4. Поперечный срез. Отделившийся участок луба зарос в древесину. Ясно виден рисунок торцового среза карельской березы, напоминающий букву V. Увелич. 8 раз.



Рис. 5. Радиальный срез. Участок луба зарос в древесину. Отделение участка луба произошло при отмирании камбия в межвегетационный период. Увелич. 30 раз.

Участки луба, заросшие в древесину, состоят из паренхимы, лубяных волокон и небольших групп каменистых клеток (рис. 4).

Нарушение деятельности камбия сказывается и на характере образуемой им древесины. Она отличается большим скоплением сердцевинных лучей и паренхимы, в полостях которых содержатся вещества, придающие ей темную окраску. Древесина, расположенная ближе к выросту луба, имеет свилеватое строение. Она повторяет в своем очертании контуры конусного выроста луба, напоминающего букву V, и на торцовом срезе имеет характерный рисунок — «птичий глаз».

Изрезанность очертаний границы между корой и древесиной, вероятно, объясняется понижением интенсивности камбия.

Во втором случае изменения деятельности камбия также происходит зарастание луба в древесину. При этом некоторые участки камбиального слоя отмирают в межвегетационный период.

Участок отмершего камбиального слоя вместе с прилегающим к нему лубом окружается пробковым слоем. Клетки камбия, граничащие с отмершими, образуют валики раневой древесины в виде наплывов. При срастании противоположных валиков происходит зарастание участка луба в древесину.

В заросших участках луба хорошо различимы сердцевинные лучи, большие скопления каменистых клеток и другие элементы. Полости клеток заполнены темноокрашенными веществами, некоторые клетки разрушены (рис. 5).

Раневая древесина имеет свилеватое строение. После восстановления целостности камбиального кольца нарастает обычная по строению древесина.

В древесине карельской березы часто встречаются коричневые пятнышки, штрихи — сердцевинные повторения.

Они состоят из плотно соприкасающихся между собой паренхимных клеток, имеющих угловатую форму и простые, крупные поры. Клетки,

образующие сердцевинные повторения, короткие; длина их в среднем только в 1,5 раза превышает ширину. Полости этих клеток заполнены темными веществами. Со временем протопласт клеток отмирает, оболочки их утолщаются, достигая 17,5 мк. В таком состоянии они очень напоминают каменные клетки.

У клеток древесины, граничащей с сердцевинным повторением в тангентальном направлении, радиальные стенки сдавлены, изогнуты, некоторые клетки полностью сплющены и почти не имеют полостей. Такие же деформированные клетки встречаются и внутри самих сердцевинных повторений. Из оболочек этих клеток образуется плотная масса темного цвета, имеющая вид ломаной линии.

Древесина, граничащая с сердцевинным повторением в радиальном направлении, также сильно изменяется. Она имеет свилеватое строение, ее водопроводящие ткани иногда настолько резко меняют направление, что сосуды тянутся в горизонтальном направлении, сердцевинные лучи сдвигаются и нарушается их прямолинейность.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. И. Ванин. Древесиноведение. Гослестехиздат, Л., 1940. [2]. В. Е. Вихров. Диагностические признаки древесины главных лесохозяйственных и лесопромышленных пород СССР. Изд. АН СССР, М., 1959. [3]. Л. А. Иванов. Анатомия растений. Гослестехиздат, 1939. [4]. Э. Э. Керн. Деревья и кустарники — их лесоводственные особенности, использование, техническое применение. Госиздат, М.-Л., 1925. [5]. Э. Э. Керн. Важнейшие иноземные древесные породы, пригодные для разведения в СССР. Изд-во Всесоюзного института растениеводства, Л., 1934. [6]. А. Я. Любавская. Особенности селекции и семеноводства карельской березы. Журн. «Лесное хозяйство» № 12, 1956. [7]. Н. О. Соколов. Карельская береза. Труды ЛТА, № 53, 1938. [8]. Н. О. Соколов. Некоторые особенности анатомического строения древесины карельской березы. Труды ЛТА, № 64, 1948. [9]. Н. О. Соколов. Карельская береза. Гос. изд-во КФССР, Петрозаводск, 1950. [10]. Ф. С. Яковлев. Анатомическое строение ствола карельской березы. Изд. Карело-Финской научно-исследовательской базы АН СССР, № 1, 1949. [11]. А. А. Яценко-Хмельевский. Основы и методы анатомического исследования древесины. Изд-во АН СССР, М.-Л., 1954.

Поступила в редакцию
15 мая 1961 г.

К МЕТОДИКЕ ПОСТРОЕНИЯ ТАБЛИЦ ХОДА РОСТА НАСАЖДЕНИЙ

Ю. Н. САВИЧ

Старший преподаватель

(Украинская академия сельскохозяйственных наук)

Таблицы хода роста полных насаждений различных древесных пород нашли широкое применение в лесоустроительной практике.

Обычно в таблицах приводятся таксационные показатели для оставляемой и выбираемой частей насаждения. При работе с таблицами, построенными по такой схеме, таксация леса усложняется, а найденные по ним полноты и запасы насаждений систематически искажаются.

Как известно, полнота определяется отношением суммы площадей сечений на 1 га таксируемого насаждения к соответствующей величине из таблиц хода роста. Поскольку табличные данные характеризуют оставляемую часть насаждения, казалось бы, что сопоставлять с ними надо суммы площадей сечений деревьев лишь названной категории. Но такой прием вряд ли может считаться целесообразным.

Дело в том, что разделение деревьев при перечете на оставляемые и выбираемые является условным и может отличаться от принятого при составлении таблиц, поэтому определение полноты с учетом деревьев только оставляемой части будет субъективным. Кроме того, в этом случае исключаются из расчетов выбираемые деревья, хотя они имеются в насаждении и могут составлять значительную долю в запасе.

Насколько неоправданным является определение полноты насаждения по данным для оставляемой части, можно видеть и из такого примера.

Опыт в глазомерном установлении полноты приобретается путем сопоставления материалов глазомерной и перечислительной таксации пробных площадей. В результате подобной тренировки у таксатора должно сложиться четкое представление о внешнем облике насаждений различной полноты. Однако развитие глазомера затрудняется при оценке полноты насаждения по его оставляемой части.

Действительно, если в одном из двух совершенно одинаковых насаждений убрать деревья, отнесенные при перечете к выбираемым, то, исходя из рассматриваемой методики, они будут иметь одинаковую полноту, хотя внешне могут значительно отличаться. Это положение приводит к странному выводу о том, что при проведении рубок ухода за лесом полнота насаждения остается, якобы, неизменной.

Отмеченные обстоятельства не имеют места, если с табличными данными сопоставлять сумму площадей сечений всех деревьев такси-

руемого насаждения. Однако и этот нередко применяемый способ нельзя признать совершенным. К такому выводу нетрудно прийти, производя соответствующий анализ таблиц хода роста.

Наиболее распространены таблицы хода роста по десятилетиям. Несложные расчеты показывают, что представленные в них суммы площадей сечений оставляемой части составляют около 0,9 значения этого показателя для всех деревьев полного насаждения (табл. 1, составленная по данным таблиц хода роста сосняков Ia класса бонитета, по А. В. Тюрину).

Таблица 1

Возраст, лет	Суммы площадей сечений на 1 га, м ²			Полнота оставляемой части
	оставляемой части	выбираемой части*	всего насаждения	
20	22,0	1,2	23,2	0,95
30	30,0	5,8	35,8	0,84
40	35,4	6,3	41,7	0,85
50	39,2	5,7	44,9	0,87
60	41,7	4,8	46,5	0,90
70	43,5	4,1	47,6	0,91
80	44,9	3,6	48,5	0,93
90	46,0	3,0	49,0	0,94
100	46,7	2,8	49,5	0,94

Очевидно, что полнота насаждения, определенная в результате сопоставления суммы площадей сечений всех деревьев с табличными данными для оставляемой части, будет завышена примерно на 0,1.

Использование таблиц хода роста для определения запаса насаждений сводится к редуцированию соответствующих табличных запасов на глазмерно установленную полноту таксируемых насаждений.

Поскольку в таблицах приведены запасы оставляемой части, имеющей, как было показано, полноту менее 1,0, верно определить запас таксируемого насаждения можно лишь при условии завышения его полноты. Если же полнота установлена правильно, что в общем имеет место при глазмерной таксации, то запасы насаждений, найденные с помощью таблиц хода роста, окажутся заниженными примерно на 10%.

Описанных недостатков лишены таблицы, отражающие ход роста всего насаждения. Для составления их необходимы материалы новых обмеров насаждений с полнотой 1,0. Подыскание подобных насаждений сопряжено с известными трудностями, в связи с чем для составления таблиц хода роста всего насаждения может быть предложен и другой способ. Он заключается в перестроении существующих таблиц, в которых дан ход роста оставляемой и выбираемой частей полного насаждения.

Перестроение таблиц производится путем прибавления к числу деревьев и запасу оставляемой части соответствующих величин из выбираемой. Кроме этого, естественно, должны быть изменены и другие показатели оставляемой части. Средняя высота всего насаждения может быть принята равной 98,5% ** высоты оставляемой части. В соот-

* Суммы площадей сечений выбираемой части условно вычислены по формуле $G = \frac{V}{0,8HF}$, где V — выбираемый запас, H и F — средняя высота и видовое число оставляемой части в данном возрасте.

** Указанная величина является средней из результатов сопоставлений высот в сосновых культурах.

ветствии с новыми высотами исправляются видовые числа. Остальные таксационные признаки определяются, исходя из вновь найденных значений высот, числа деревьев, запасов и видовых чисел.

Данные, характеризующие выбираемую часть, оставляются без изменений, но смещаются на одну строку ниже. Ряд общей продуктивности переносится в новую таблицу без изменений.

Для иллюстрации можно привести следующий пример, составленный по материалам измерений на пробных площадях, заложенных в полных сосновых культурах Iа класса бонитета Боярского учебно-опытного лесхоза (табл. 2 и 3). В этих таблицах приведены только те показатели, которые необходимы для пояснения сущности способа перестроения.

Таблица 2

Возраст, лет	Число деревьев на 1 га			Суммы площадей сечений, м ² /га			Запас стволов, м ³ /га		
	всего	оставляемых	выбираемых	всех деревьев	оставляемых	выбираемых	всех деревьев	оставляемых	выбираемых
30	2773	2166	607	39,1	35,6	3,5	285	263	22
35	2166	1740	426	41,4	37,8	3,6	339	314	25
40	1740	1429	311	43,3	39,6	3,2	391	363	28
45	1429	1207	222	44,9	41,3	3,6	440	411	29

Таблица 3

I. Вариант таблицы при обычном способе построения

Возраст, лет	Оставляемая часть			Выбираемая часть (отпад)			Общая продуктивность, м ³
	число деревьев на 1 га	сумма площадей сечений, м ²	запас стволов, м ³	число деревьев	запас стволов, м ³	сумма запасов, м ³	
30	2166	35,6	263	607	22	63	326
35	1740	37,8	314	426	25	88	402
40	1429	39,6	363	311	28	116	479
45	1207	41,3	411	222	29	145	556

II. Вариант перестроенной таблицы

Возраст, лет	Насаждение			Отпад			Общая продуктивность, м ³
	число деревьев на 1 га	сумма площадей сечений, м ²	запас стволов, м ³	число деревьев	запас стволов, м ³	сумма запасов, м ³	
30	2773	39,1	285				
35	2166	41,4	339	607	22	63	402
40	1740	43,3	391	426	25	88	479
45	1429	44,9	440	311	28	116	556

Анализируя таблицу первого варианта применительно к процессу естественного изреживания насаждения, легко обосновать методику перестроения таблиц хода роста.

Рассмотрим, например, данные названной таблицы в интервале 30—35 лет. Фактически в 30-летнем возрасте в насаждении было 2773, а в 35-летнем — 2166 деревьев, а не 2166 и 1740, как указано для оставляемой части. Таким образом, в течение 5 лет из насаждения выпало 607 (2773—2166) деревьев с запасом 22 м³.

При естественном изреживании деревья выпадают из насаждения непрерывно, поэтому размеры отпада должны учитываться в конце периодов, принятых при построении таблиц. Следовательно, числа 607 и 22 в перестроенной таблице должны быть помещены против возраста 35 лет, то есть смещены на одну строку ниже в сравнении с таблицей первого варианта.

В результате смещения значений запасов отпада соответственно передвинется и ряд, характеризующий сумму запасов отпада. Прибавляя к числам этого ряда увеличенные на размеры отпада запасы оставляемой части, получим в перестроенной таблице такие же значения общей продуктивности, как и в таблице первого варианта.

В заключение следует отметить, что таблицы хода роста всего насаждения, в сравнении с таблицами для оставляемой части, более удобны не только при определении полноты и запаса насаждений, но также и для установления их количественной и технической спелостей.

Поступила в редакцию
18 июля 1961 г.

ФАЦИДИОЗ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР В КАРЕЛЬСКОЙ АССР

И. С. КОССИНСКАЯ

Инженер

(Ленинградская лесотехническая академия. Институт леса
Карельского филиала АН СССР)

Фацидиоз (снежное шютте), вызываемый грибом *Phacidium infestans* Karst., поражает хвою и побеги сосен, находящиеся под снегом. Это заболевание не опасно для деревьев, у которых поражены лишь нижние ветви. Оно вызывает гибель молодых сосенок, зимой находящихся полностью под снегом [7], [4].

В 1959 г. в Карельской АССР мы обследовали на вырубках в сухих борах 23 участка лесных культур в возрасте от 3 до 11 лет и 2 участка естественного возобновления сосны, взятых без выбора. При этом выяснилось, что в Карельской АССР и, вероятно, в других частях таежной зоны фацидиоз является основным заболеванием лесных культур сосны. Мы изучали состояние биогрупп растений, так как на всех обследованных участках лесные культуры были созданы методом загущенного посева в площадки. Кроме того, мы изучали отдельные растения и учитывали степень поражения их фацидиозом для прогноза их дальнейшего развития. Всего обследовано 3650 биогрупп и 27 740 растений.

Поражение фацидиозом обнаружено на всех обследованных площадках. В отдельных случаях число пораженных биогрупп достигало 98,7%, с гибелью в 47,3%. В то же время гибель целых биогрупп от других причин была лишь на двух участках и не превышала 3%. Для лесных культур, созданных методом посева в площадки, фацидиоз представляет особую опасность. В густых куртинах особенно ярко проявляется очаговый характер поражения фацидиозом, отмеченный большинством авторов.

Все исследователи, изучавшие фацидиоз подроста и самосева сосны, отметили большие колебания в степени поражения отдельных участков в одной и той же местности [1], [5], [2], [6]. Однако причина этого оставалась неизвестной. Проведенные нами наблюдения в Карельской АССР показывают, что степень поражения лесных культур фацидиозом тесно связана с типом леса до рубки. Как видно из табл. 1, с ухудшением лесорастительных условий увеличивается число пораженных биогрупп, а количество погибших — нарастает в еще большей степени.

Частичное сохранение лесных культур сосны, уже пораженных фацидиозом, происходит за счет здоровых и пораженных растений, имеющих прирост, что позволяет им подняться над уровнем снежного покрова. Погибающие и погибшие растения являются лишь источниками инфекции. Их высота, независимо от возраста, не превышает уровня снежного покрова, за исключением отдельных растений, согнутых нава-

Т а б л и ц а 1

Тип леса до рубки	Число площадок	Количество площадок, %				
		здоровых	пораженных	погибающих	погибших	пустых
Сосняк-беломошник . . .	491	6,4	37,8	15,8	24,6	15,4
Сосняк-верещатник . . .	1997	43,9	31,8	7,8	11,9	4,5
Сосняк-брусничник . . .	970	64,6	19,8	2,5	2,6	10,1
Сосняк-зеленомошник . . .	192	85,4	13,8	0,4	—	0,4

лом снега. Разница в высоте между здоровыми и пораженными растениями, с одной стороны, и погибшими и погибающими растениями, с другой, увеличивается с каждым годом. На вырубках с лучшими лесорастительными условиями этот процесс идет особенно быстро. Полученные нами данные показывают, что на вырубках в сосняках-брусничниках и зеленомошниках, где сосна имеет большой прирост, основная масса растений, даже уже пораженных фацидиозом, успевает подняться выше уровня снежного покрова до полной гибели всей хвои. Поэтому большая часть растений здесь сохраняется. На вырубках в сосняках-верещатниках и беломошниках прирост сосны значительно меньше — лесные культуры выходят из-под снежного покрова на 3—4 года позже. К этому времени большая часть их погибает.

Число пораженных фацидиозом биогрупп прежде всего зависит от скорости его распространения. По нашим наблюдениям, фацидиоз распространяется особенно быстро в первые годы его развития на участке. Эти данные близки к результатам, полученным Фоллом [8]. Когда большая часть биогрупп уже поражена фацидиозом, скорость его распространения значительно снижается. Таким образом, число пораженных биогрупп с годами увеличивается до тех пор, пока часть их не погибнет, а оставшиеся не станут выше уровня снежного покрова.

Быстрому распространению фацидиоза способствует наличие большого количества источников инфекции в непосредственной близости от биогрупп. На одном из участков лесных культур 6-летнего возраста на каждые 1000 м² площади было 100 источников инфекции, а среднее расстояние от них до биогрупп — 1,8 м. Здесь распространение фацидиоза шло особенно быстро: в три последовательных года было поражено биогрупп: 14,2%, 46,7%, 68,2%. На другом участке, где лесокультурные площадки были сделаны не более 0,5 м от пораженного фацидиозом подростка сосны, в трехлетнем возрасте было поражено 98,7% биогрупп. На всех остальных участках расстояние от источников инфекции до пораженных биогрупп колебалось в среднем от 2,1 до 4 м и ни в одном случае не превышало 6 м. По данным Фолла [8] это расстояние было до 7 м от источника инфекции.

В то же время, при отсутствии непосредственно на участке источников инфекции, проникновение ее с соседних пораженных участков — с расстояния в 150—200 м — происходит крайне медленно и постепенно, начиная с биогрупп, расположенных на границе. Так, в лесных культурах 5 лет на гари было поражено 30,7% биогрупп, находившихся на расстоянии не более 25 м от соседнего зараженного участка, а на расстоянии 150 м — только 7,5%.

Лесные культуры одного возраста, находящиеся в одинаковых условиях местопроизрастания и инфицирования, в различной мере поражаются фацидиозом в зависимости от наличия на участке молодняка

лиственных пород, который препятствует распространению фацидиоза (табл. 2).

Таблица 2

Год производства лесных культур	Процент пораженных биогрупп	Среднее расстояние от биогрупп до источников инфекции, м	Количество молодняка лиственных пород на участке
1952	54,6	2,2	Единичные растения
1952	27,0	3,4	Полнота 0,8—куртинами
1953	76,9	3,3	Единичные растения
1953	9,6	3,3	Полнота 1,1 по всему участку

Серьезным препятствием для распространения фацидиоза является мощный травяной покров. Этим, видимо, объясняется значительно меньшее общее количество пораженных биогрупп на вырубках в сосняках-брусничниках и зеленомошниках, где по данным И. С. Мелехова [3] преобладают луговиковые, вейниковые и кйпрейные вырубки. На вырубках в сосняках-верещатниках и особенно, в сосняках-беломошниках, где имеется лишь скудная растительность, распространение заболевания идет особенно быстро.

Все эти данные позволяют предположить, что заражение фацидиозом путем контакта здоровой и больной хвои имеет несравнимо большее значение, чем предполагали предыдущие исследователи [1]. Заражение фацидиозом в природе обычно происходит при попадании на здоровые растения пораженной хвои и ее частей. В большинстве биогрупп, пораженных фацидиозом в год обследования, можно было найти остатки хвои, пораженной в предыдущем году.

Это объясняет основные особенности распространения фацидиоза: очаговость вызванных им поражений, быстрое распространение болезни при первичном заражении участка, передача инфекции на сравнительно небольшие расстояния — до 6 м, задержка инфекции густыми зарослями лиственного молодняка и травы. Это существенные особенности фацидиоза трудно понять, если считать, что *Phacidium infestans* распространяется непосредственно спорами.

Представленные данные могут быть положены в основу мероприятий по профилактике фацидиоза и борьбы с ним.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. П. Куликов и Ф. А. Соловьев. Снежное шютте в ленточных борах. «Лесное хозяйство» № 4, 1938, (10). [2]. Е. Н. Мартынов. Снежное шютте препятствует возобновлению вырубков. «Лесное хозяйство» № 10, 1959. [3]. И. С. Мелехов. К типологии концентрированных вырубков в связи с изменениями в напочвенном покрове. Сб. «Концентрированные рубки в лесах Севера». Изд. АН СССР, М., 1954. [4]. Г. С. Невадовский. Фацидиоз сосны. Бюллетень московского общества испытателей природы. Отдел биологический, т. VIII, вып. 1, 1953. [5]. А. К. Шишкина. Грибные болезни сеянцев сосны и молодых насаждений сосны в Грузинской ССР. Труды института защиты растений. АН Грузинской ССР, т. III, 1956. [6]. В. Яковлев. Снежное шютте и меры борьбы с ним. «Лесник и объездчик» № 8, 1959. [7]. E. Björkman. Renkul turförsök med snosklyttesvampen (*Phacidium infestans* Karst.), Svenska Botanisk-Tidskrift, Uppsala, bd. 36, 1942. [8]. J. H. Faulk. The spread and the control of *Pracidium* Blight in spruce plantations. Journal of the Arnold Arboretum, Vol. II, 1930.

МАССОВЫЕ ТАБЛИЦЫ СБЕГА И СОРТИМЕНТНЫЕ ТАБЛИЦЫ АКАЦИИ БЕЛОЙ МОЛДАВСКОЙ ССР

И. П. ДМИТРИЁВ

Начальник лесоустроительной партии Львовской экспедиции „Леспроект“

Насаждения акации белой в гослесфонде Молдавской ССР, по данным лесоустройства 1957 г., занимают 12,1% лесопокрытой площади. Возраст главной рубки для них установлен 16—20 лет.

До последнего времени из-за отсутствия массовых таблиц материальную оценку белоакациевых древостоев в лесхозах Молдавии производили по таблицам, составленным для дуба. Между тем, исследования хода роста белоакациевых и дубовых насаждений, выполненные при проведении лесоустроительных работ в 1957 г., показали разный ход развития стволов дуба и акации белой.

Для правильной материальной оценки и других расчетов нами составлены массовые таблицы сбega и сортиментные таблицы акации белой Молдавской ССР, приведенные в настоящей работе.

В 15 лесхозах Молдавской ССР при проведении лесоустройства в 1957 г. были заложены пробные площади. Частично применялись материалы лесоустройства 1946—1949 гг. Всего использовано 77 проб, на которых срублено 372 модельных дерева.

В основу работ была положена методика проф. Н. В. Третьякова*.

Каждая пробная площадь рассматривалась как самостоятельная совокупность, по которой вычислены средние диаметр и высота.

Результаты наносились на график зависимости средних высот совокупностей древостоев от их средних диаметров.

Кривые максимальных и минимальных высот разнились от 1,1 м (для двухсантиметровой ступени) до 1,8 м (для двадцатисантиметровой). При такой незначительной разнице в высотах достаточно было установить один разряд массовых таблиц, но, принимая во внимание особенности белоакациевых насаждений, дающих преимущественно мелкие сортименты, особую ценность последних, для большей точности учета и расчетов установлено два разряда. Полученная шкала разрядов высот приводится в табл. 1.

Таблица 1

Диаметр на высоте груди, см	Высоты, м	
	I разряд	II разряд
2	4,3	3,7
4	6,2	5,4
6	7,9	7,0
8	9,5	8,5
10	10,8	9,8
12	12,0	11,0
14	13,0	12,0
16	13,9	13,0
18	14,6	13,7
20	15,2	14,2
22	15,7	14,6
24	16,1	14,8

* Н. В. Третьяков. Методика составления массовых таблиц сбega и объемов для древостоев ценных пород Северного Кавказа. Гослесиздат, Л., 1937.

Диаметр на высоте груди, см	Общая высота, м	Объем ствола, м ³	Диаметры и объемы однометровых					
			0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5
I-й разряд								
$\frac{2,0}{1,8}$	4,3		$\frac{2,5}{2,3}$	$\frac{1,9}{1,8}$	$\frac{1,4}{1,3}$	$\frac{0,7}{0,6}$	—	—
		0,0010 0,0008	0,0005 0,0004	0,0003 0,0003	0,0002 0,0001	—	—	—
$\frac{4,0}{3,5}$	6,2		$\frac{4,6}{4,2}$	$\frac{3,8}{3,4}$	$\frac{3,3}{2,9}$	$\frac{2,7}{2,4}$	$\frac{1,8}{1,6}$	$\frac{0,8}{0,7}$
		0,0047 0,0037	0,0017 0,0014	0,0011 0,0009	0,0009 0,0007	0,0006 0,0005	0,0003 0,0002	0,0001 —
$\frac{6,0}{5,3}$	7,9		$\frac{6,7}{6,0}$	$\frac{5,9}{5,2}$	$\frac{5,2}{4,6}$	$\frac{4,6}{4,0}$	$\frac{3,8}{3,3}$	$\frac{2,9}{2,6}$
		0,0121 0,0095	0,0035 0,0028	0,0027 0,0021	0,0021 0,0017	0,0017 0,0013	0,0011 0,0009	0,0007 0,0005
$\frac{8,0}{7,1}$	9,5		$\frac{8,8}{7,9}$	$\frac{7,9}{7,0}$	$\frac{7,1}{6,3}$	$\frac{6,4}{5,6}$	$\frac{5,6}{4,9}$	$\frac{4,7}{4,2}$
		0,0242 0,0192	0,0061 0,0049	0,0049 0,0038	0,0040 0,0031	0,0032 0,0026	0,0025 0,0019	0,0017 0,0014
$\frac{10,0}{8,8}$	10,8		$\frac{10,9}{9,6}$	$\frac{9,8}{8,6}$	$\frac{8,9}{7,8}$	$\frac{8,2}{7,2}$	$\frac{7,4}{6,5}$	$\frac{6,5}{5,7}$
		0,0412 0,0322	0,0093 0,0072	0,0075 0,0058	0,0062 0,0048	0,0053 0,0041	0,0043 0,0033	0,0033 0,0026
$\frac{12,0}{10,5}$	12,0		$\frac{13,0}{11,4}$	$\frac{11,8}{10,3}$	$\frac{10,9}{9,5}$	$\frac{10,0}{8,8}$	$\frac{9,2}{8,1}$	$\frac{8,2}{7,3}$
		0,0640 0,0497	0,0133 0,0102	0,0109 0,0083	0,0093 0,0071	0,0079 0,0061	0,0066 0,0052	0,0053 0,0042
$\frac{14,0}{12,3}$	13,0		$\frac{15,0}{13,1}$	$\frac{13,8}{12,1}$	$\frac{12,8}{11,3}$	$\frac{11,9}{10,5}$	$\frac{11,0}{9,7}$	$\frac{10,0}{8,9}$
		0,0928 0,0724	0,0177 0,0135	0,0150 0,0115	0,0129 0,0100	0,0111 0,0087	0,0095 0,0074	0,0079 0,0062
$\frac{16,0}{14,1}$	13,9		$\frac{17,1}{15,1}$	$\frac{15,8}{14,0}$	$\frac{14,7}{13,0}$	$\frac{13,7}{12,1}$	$\frac{12,8}{11,3}$	$\frac{11,8}{10,4}$
		0,1280 0,1003	0,0230 0,0179	0,0196 0,0154	0,0170 0,0133	0,0147 0,0115	0,0129 0,0100	0,0109 0,0085
$\frac{18,0}{15,9}$	14,6		$\frac{19,1}{16,9}$	$\frac{17,7}{15,7}$	$\frac{16,7}{14,8}$	$\frac{15,6}{13,8}$	$\frac{14,5}{12,9}$	$\frac{13,4}{11,9}$
		0,1682 0,1327	0,0287 0,0224	0,0246 0,0194	0,0219 0,0172	0,0191 0,0150	0,0165 0,0131	0,0141 0,0111
$\frac{20,0}{17,7}$	15,2		$\frac{21,1}{18,8}$	$\frac{19,8}{17,5}$	$\frac{18,6}{16,5}$	$\frac{17,5}{15,5}$	$\frac{16,4}{14,5}$	$\frac{15,2}{13,4}$
		0,2150 0,1698	0,0350 0,0278	0,0308 0,0241	0,0272 0,0214	0,0241 0,0189	0,0211 0,0165	0,0182 0,0141
$\frac{22,0}{19,6}$	15,7		$\frac{23,2}{20,7}$	$\frac{21,8}{19,4}$	$\frac{20,6}{18,3}$	$\frac{19,4}{17,2}$	$\frac{18,2}{16,2}$	$\frac{16,9}{15,1}$
		0,2673 0,2136	0,0423 0,0337	0,0373 0,0296	0,0333 0,0263	0,0296 0,0232	0,0260 0,0206	0,0224 0,0179
$\frac{24,0}{21,5}$	16,1		$\frac{25,3}{22,6}$	$\frac{23,8}{21,2}$	$\frac{22,4}{20,0}$	$\frac{21,1}{18,9}$	$\frac{19,9}{17,9}$	$\frac{18,6}{16,8}$
		0,3249 0,2619	0,0503 0,0401	0,0445 0,0353	0,0394 0,0314	0,0350 0,0281	0,0311 0,0252	0,0272 0,0222

Таблица 3

отрубков на высоте, м

0,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,8	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—
1,6	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—
0,0003	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,0002	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,7	2,6	1,5	—	—	—	—	—	—	—
3,3	2,4	1,4	—	—	—	—	—	—	—
0,0011	0,0005	0,0002	—	—	—	—	—	—	—
0,0009	0,0005	0,0001	—	—	—	—	—	—	—
5,6	4,5	3,4	2,1	0,6	—	—	—	—	—
5,0	4,0	3,1	1,9	0,5	—	—	—	—	—
0,0025	0,0016	0,0009	0,0003	—	—	—	—	—	—
0,0020	0,0013	0,0008	0,0003	—	—	—	—	—	—
7,2	6,1	5,0	3,8	2,5	0,9	—	—	—	—
6,4	5,5	4,5	3,4	2,2	0,8	—	—	—	—
0,0041	0,0029	0,0020	0,0011	0,0005	0,0001	—	—	—	—
0,0032	0,0024	0,0016	0,0009	0,0004	0,0001	—	—	—	—
9,0	7,8	6,6	5,3	4,0	2,6	1,0	—	—	—
8,0	7,0	6,0	4,8	3,7	2,4	0,9	—	—	—
0,0064	0,0048	0,0034	0,0022	0,0013	0,0005	0,0001	—	—	—
0,0050	0,0038	0,0028	0,0018	0,0011	0,0005	0,0001	—	—	—
10,7	9,5	8,4	7,0	5,5	4,2	2,7	0,9	—	—
9,5	8,4	7,4	6,2	5,1	3,9	2,5	0,8	—	—
0,0090	0,0071	0,0055	0,0038	0,0024	0,0014	0,0006	0,0001	—	—
0,0071	0,0055	0,0043	0,0030	0,0020	0,0012	0,0005	0,0001	—	—
12,4	11,1	9,9	8,5	7,0	5,6	4,1	2,4	0,3	—
11,1	9,9	8,8	7,6	6,3	5,1	3,7	2,1	0,2	—
0,0121	0,0097	0,0077	0,0057	0,0038	0,0025	0,0013	0,0005	—	—
0,0097	0,0077	0,0061	0,0045	0,0031	0,0020	0,0011	0,0003	—	—
14,0	12,7	11,4	9,9	8,4	6,8	5,3	3,5	1,8	—
12,4	11,3	10,2	8,9	7,6	6,2	4,9	3,3	1,7	—
0,0154	0,0127	0,0102	0,0077	0,0055	0,0036	0,0022	0,0010	0,0003	—
0,0121	0,0100	0,0082	0,0062	0,0045	0,0030	0,0019	0,0009	0,0002	—
15,6	14,3	12,8	11,3	9,8	8,1	6,4	4,7	2,9	0,7
14,0	12,7	11,5	10,2	8,9	7,5	6,0	4,5	2,7	0,6
0,0191	0,0161	0,0129	0,0100	0,0075	0,0052	0,0032	0,0017	0,0007	—
0,0154	0,0127	0,0104	0,0082	0,0062	0,0044	0,0028	0,0016	0,0006	—
17,3	15,8	14,3	12,9	11,1	9,4	7,6	5,8	3,9	1,7
15,5	14,2	12,9	11,6	10,1	8,6	7,0	5,4	3,7	1,6
0,0235	0,0196	0,0161	0,0131	0,0097	0,0069	0,0045	0,0026	0,0012	0,0002
0,0189	0,0158	0,0131	0,0106	0,0080	0,0058	0,0038	0,0023	0,0011	0,0002

Диаметр на высоте груди, см	Общая высота, м	Объем ствола, м	Диаметры и объемы однометровых					
			0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5
II-й разряд								
<u>2,0</u>	3,7	0,0009 <u>0,0007</u>	<u>2,5</u>	<u>1,9</u>	<u>1,2</u>	<u>0,3</u>	—	—
<u>1,7</u>			0,0005, <u>0,0004</u>	0,0003 <u>0,0002</u>	0,0001 <u>0,0001</u>	—	—	—
<u>4,0</u>	5,4	0,0044 <u>0,0034</u>	<u>4,6</u>	<u>3,8</u>	<u>3,3</u>	<u>2,4</u>	<u>1,4</u>	—
<u>3,5</u>			0,0017 <u>0,0014</u>	0,0011 <u>0,0009</u>	0,0009 <u>0,0007</u>	0,0005 <u>0,0003</u>	0,0002 <u>0,0001</u>	—
<u>6,0</u>	7,0	0,0113 <u>0,0087</u>	<u>6,7</u>	<u>5,9</u>	<u>5,1</u>	<u>4,3</u>	<u>3,5</u>	<u>2,4</u>
<u>5,2</u>			0,0035 <u>0,0028</u>	0,0027 <u>0,0021</u>	0,0020 <u>0,0016</u>	0,0015 <u>0,0011</u>	0,0010 <u>0,0007</u>	0,0005 <u>0,0003</u>
<u>8,0</u>	8,5	0,0225 <u>0,0174</u>	<u>8,9</u>	<u>7,8</u>	<u>6,9</u>	<u>6,1</u>	<u>5,3</u>	<u>4,4</u>
<u>7,0</u>			0,0062 <u>0,0048</u>	0,0048 <u>0,0037</u>	0,0037 <u>0,0029</u>	0,0029 <u>0,0023</u>	0,0022 <u>0,0017</u>	0,0015 <u>0,0011</u>
<u>10,0</u>	9,8	0,0385 <u>0,0296</u>	<u>10,9</u>	<u>9,8</u>	<u>8,8</u>	<u>7,9</u>	<u>7,1</u>	<u>6,2</u>
<u>8,7</u>			0,0093 <u>0,0074</u>	0,0075 <u>0,0058</u>	0,0061 <u>0,0047</u>	0,0049 <u>0,0037</u>	0,0040 <u>0,0030</u>	0,0030 <u>0,0022</u>
<u>12,0</u>	11,0	0,0600 <u>0,0463</u>	<u>13,0</u>	<u>11,8</u>	<u>10,6</u>	<u>9,7</u>	<u>8,8</u>	<u>7,9</u>
<u>10,5</u>			0,0133 <u>0,0102</u>	0,0109 <u>0,0083</u>	0,0088 <u>0,0068</u>	0,0074 <u>0,0058</u>	0,0061 <u>0,0048</u>	0,0049 <u>0,0038</u>
<u>14,0</u>	12,0	0,0872 <u>0,0671</u>	<u>15,0</u>	<u>13,7</u>	<u>12,7</u>	<u>11,6</u>	<u>10,6</u>	<u>9,6</u>
<u>12,2</u>			0,0177 <u>0,0133</u>	0,0147 <u>0,0113</u>	0,0127 <u>0,0097</u>	0,0106 <u>0,0082</u>	0,0088 <u>0,0068</u>	0,0072 <u>0,0057</u>
<u>16,0</u>	13,0	0,1213 <u>0,0938</u>	<u>17,0</u>	<u>15,7</u>	<u>14,6</u>	<u>13,5</u>	<u>12,5</u>	<u>11,4</u>
<u>14,0</u>			0,0227 <u>0,0177</u>	0,0194 <u>0,0150</u>	0,0167 <u>0,0129</u>	0,0143 <u>0,0111</u>	0,0123 <u>0,0095</u>	0,0102 <u>0,0079</u>
<u>18,0</u>	13,7	0,1601 <u>0,1247</u>	<u>19,1</u>	<u>17,7</u>	<u>16,5</u>	<u>15,3</u>	<u>14,2</u>	<u>13,1</u>
<u>15,8</u>			0,0287 <u>0,0224</u>	0,0246 <u>0,0191</u>	0,0214 <u>0,0167</u>	0,0184 <u>0,0143</u>	0,0158 <u>0,0123</u>	0,0135 <u>0,0104</u>
<u>20,0</u>	14,2	0,2035 <u>0,1607</u>	<u>21,2</u>	<u>19,7</u>	<u>18,4</u>	<u>17,2</u>	<u>16,0</u>	<u>14,7</u>
<u>17,7</u>			0,0353 <u>0,0278</u>	0,0305 <u>0,0241</u>	0,0266 <u>0,0209</u>	0,0232 <u>0,0182</u>	0,0201 <u>0,0158</u>	0,0170 <u>0,0135</u>
<u>22,0</u>	14,6	0,2514 <u>0,2017</u>	<u>23,2</u>	<u>21,6</u>	<u>20,3</u>	<u>19,0</u>	<u>17,6</u>	<u>16,3</u>
<u>19,6</u>			0,0423 <u>0,0337</u>	0,0366 <u>0,0293</u>	0,0324 <u>0,0257</u>	0,0284 <u>0,0227</u>	0,0243 <u>0,0196</u>	0,0209 <u>0,0167</u>
<u>24,0</u>	14,8	0,3026 <u>0,2450</u>	<u>25,3</u>	<u>23,6</u>	<u>22,0</u>	<u>20,7</u>	<u>19,3</u>	<u>18,0</u>
<u>21,5</u>			0,0503 <u>0,0401</u>	0,0437 <u>0,0353</u>	0,0380 <u>0,0308</u>	0,0337 <u>0,0275</u>	0,0293 <u>0,0238</u>	0,0255 <u>0,0206</u>

Продолжение табл. 3

отрубков на высоте, м									
0,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,0001	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,0001	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,3	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—
2,9	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—
0,0009	0,0003	—	—	—	—	—	—	—	—
0,0007	0,0002	—	—	—	—	—	—	—	—
5,1	3,9	2,5	0,7	—	—	—	—	—	—
4,4	3,4	2,2	0,5	—	—	—	—	—	—
0,0020	0,0012	0,0005	—	—	—	—	—	—	—
0,0015	0,0009	0,0004	—	—	—	—	—	—	—
6,9	5,7	4,4	3,0	1,2	—	—	—	—	—
6,0	5,0	3,9	2,6	0,9	—	—	—	—	—
0,0037	0,0026	0,0015	0,0007	0,0001	—	—	—	—	—
0,0028	0,0020	0,0012	0,0005	0,0001	—	—	—	—	—
8,5	7,4	6,1	4,7	3,2	1,3	—	—	—	—
7,5	6,5	5,4	4,2	2,8	1,0	—	—	—	—
0,0057	0,0043	0,0029	0,0017	0,0008	0,0001	—	—	—	—
0,0044	0,0033	0,0023	0,0014	0,0006	0,0001	—	—	—	—
10,3	9,0	7,7	6,5	5,0	3,3	1,3	—	—	—
9,0	7,9	6,8	5,7	4,3	2,8	1,0	—	—	—
0,0083	0,0064	0,0047	0,0033	0,0020	0,0009	0,0001	—	—	—
0,0064	0,0049	0,0036	0,0026	0,0015	0,0006	0,0001	—	—	—
11,9	10,6	9,3	7,9	6,5	4,9	3,2	0,8	—	—
10,5	9,4	8,3	7,0	5,8	4,4	2,8	0,6	—	—
0,0111	0,0088	0,0068	0,0049	0,0033	0,0019	0,0008	—	—	—
0,0087	0,0069	0,0054	0,0038	0,0026	0,0015	0,0006	0,0001	—	—
13,4	12,1	10,7	9,2	7,7	6,2	4,4	2,3	—	—
12,0	10,8	9,5	8,2	6,9	5,5	3,8	1,8	—	—
0,0141	0,0115	0,0090	0,0066	0,0047	0,0030	0,0015	0,0004	—	—
0,0113	0,0092	0,0071	0,0053	0,0037	0,0024	0,0011	0,0003	—	—
15,0	13,6	12,1	10,6	9,0	7,3	5,6	3,4	0,6	—
13,5	12,3	10,9	9,6	8,1	6,6	5,0	3,0	0,4	—
0,0177	0,0145	0,0115	0,0088	0,0064	0,0042	0,0025	0,0009	—	—
0,0143	0,0119	0,0093	0,0072	0,0052	0,0034	0,0020	0,0007	—	—
16,5	15,0	13,4	11,7	10,0	8,2	6,4	4,4	1,7	—
14,8	13,5	12,1	10,6	9,1	7,5	5,9	4,0	1,4	—
0,0214	0,0177	0,0141	0,0108	0,0079	0,0053	0,0032	0,0015	0,0002	—
0,0172	0,0143	0,0115	0,0098	0,0065	0,0044	0,0027	0,0013	0,0002	—

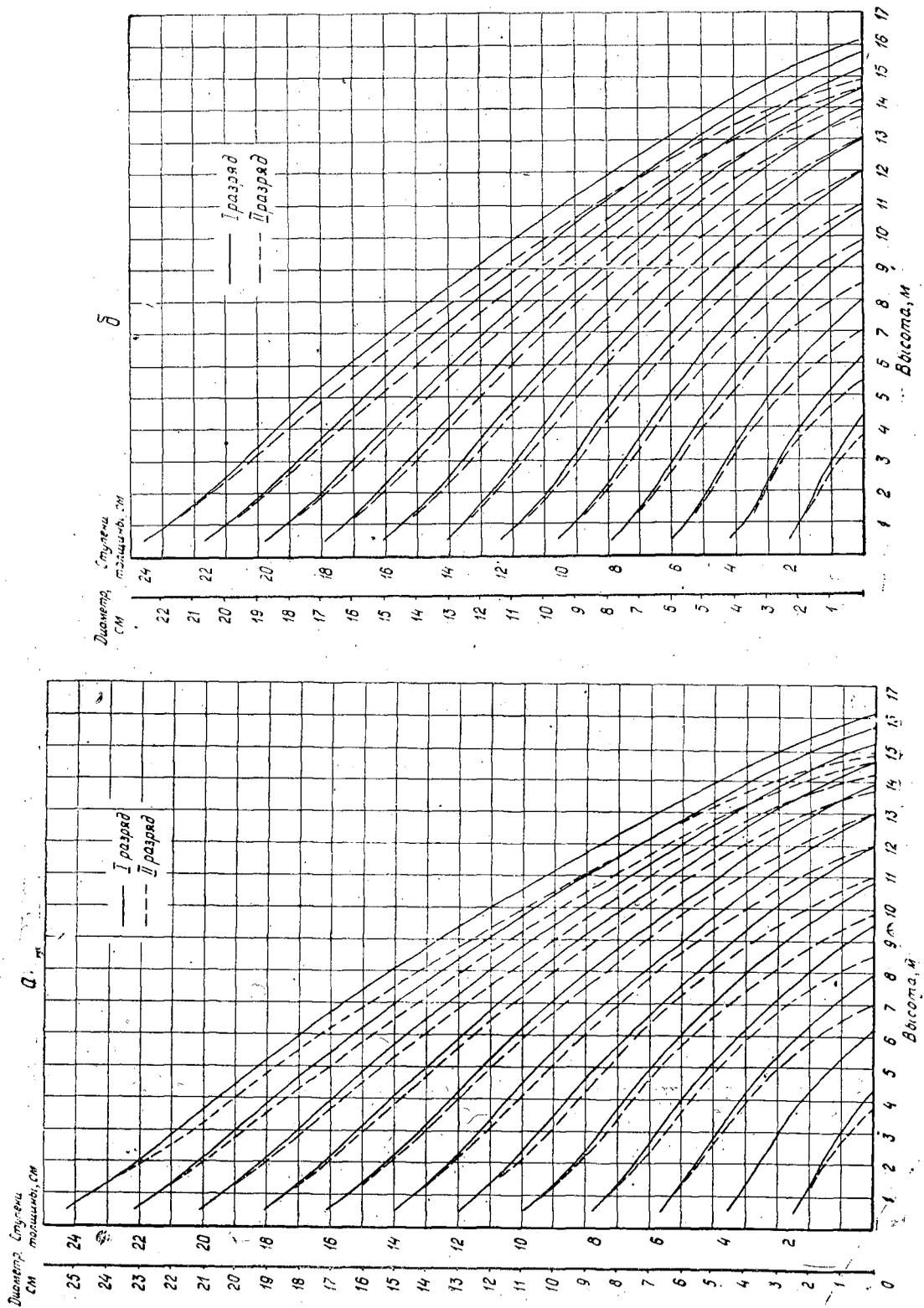


Рис. 1. Кривая сбега стволов, построенная по ступеням толщины и разрядам высот: а — диаметры в коре; б — диаметры без коры.

Для построения графиков сбега использован среднеарифметический способ вычисления средних диаметров на одноименных срезах групп моделей одного диаметра и одного разряда высот. Полученная кривая сбега (рис. 1, 2) контролировалась величиной диаметров на высоте $\frac{1}{4}h$, $\frac{1}{2}h$ и $\frac{3}{4}h$, вычисленных по выравненным q_1 , q_2 и q_3 .

Сортиментация стволовой древесины произведена по специальным временным ГОСТам, принятым решением Коллегии Министерства лесного хозяйства Молдавской ССР 10 августа 1951 г., с учетом специфики требований к акации в условиях развитого виноградарства и садоводства. Приняты следующие размеры и сортименты деловой древесины: а) группа мелкой древесины: виноградная тычка (длина 2,25—2,5 м, диаметр 2,0—2,9 см); виноградный столб (длина 2,25—2,5 м, диаметр 6—8 см); якорный столб (длина 2,5 м, диаметр 10—12 см); б) группа средней древесины: строительное бревно (длина 4,5—6,5 м, диаметр 13—24 см); в) группа крупной древесины: выход сортиментов не установлен, так как отрезков с диаметром 25 см и выше не оказалось.

Выход сортиментов был определен в натуре при обмере и раскряжке моделей. При камеральной обработке произведено графическое выравнивание получившихся среднеарифметических величин. В отходы включена кора деловой древесины и вершинка.

В результате исследования составлены массовые и сортиментные таблицы древостоев акации белой (табл. 2) и таблицы сбега и объема стволов акации белой (табл. 3).

Таблица 2

Диаметр на высоте 1,3 м, см	Высота ствола, м	Объем ствола, м ³	В том числе по сортиментам						
			строительные бревна	якорный столб	виноградный столб	виноградная тычка	итого деловой	дрова	отходы
I разряд									
2	4,3	0,0010	—	—	—	—	—	0,0005	0,0005
4	6,2	0,0047	—	—	—	0,0028	0,0028	0,0007	0,0012
6	7,9	0,0121	—	—	—	0,0084	0,0084	0,0008	0,0029
8	9,5	0,0242	—	—	0,0080	0,0094	0,0174	0,0012	0,0056
10	10,8	0,0412	—	—	0,0226	0,0074	0,0300	0,0021	0,0091
12	12,0	0,0640	—	0,0032	0,0378	0,0070	0,0480	0,0032	0,0128
14	13,0	0,0928	—	0,0371	0,0297	0,0028	0,0696	0,0046	0,0186
16	13,9	0,1280	0,0192	0,0499	0,0256	0,0026	0,0973	0,0064	0,0243
18	14,6	0,1682	0,0572	0,0488	0,0202	0,0017	0,1279	0,0084	0,0319
20	15,2	0,2150	0,1118	0,0365	0,0151	—	0,1634	0,0108	0,0408
22	15,7	0,2673	0,1684	0,0240	0,0107	—	0,2031	0,0134	0,0508
24	16,1	0,3249	0,2307	0,0097	0,0065	—	0,2469	0,0163	0,0617
II разряд									
2	3,7	0,0009	—	—	—	—	—	0,0005	0,0004
4	5,4	0,0044	—	—	—	0,0023	0,0023	0,0009	0,0012
6	7,0	0,0113	—	—	—	0,0077	0,0077	0,0010	0,0026
8	8,5	0,0225	—	—	0,0072	0,0088	0,0160	0,0013	0,0052
10	9,8	0,0385	—	—	0,0208	0,0069	0,0277	0,0023	0,0085
12	11,0	0,0600	—	0,0024	0,0354	0,0066	0,0444	0,0036	0,0120
14	12,0	0,0872	—	0,0340	0,0279	0,0026	0,0645	0,0052	0,0175
16	13,0	0,1213	0,0158	0,0473	0,0243	0,0024	0,0898	0,0073	0,0242
18	13,7	0,1601	0,0529	0,0464	0,0192	0,0016	0,1201	0,0096	0,0304
20	14,2	0,2035	0,1038	0,0346	0,0142	—	0,1526	0,0122	0,0387
22	14,6	0,2514	0,1559	0,0226	0,0100	—	0,1885	0,0151	0,0478
24	14,8	0,3026	0,2118	0,0091	0,0061	—	0,2270	0,0181	0,0575

Поступила в редакцию.
27 августа 1961 г.

К ВОПРОСУ О ДЕШИФРИРОВАНИИ ЛЕСНЫХ ПОЧВ

А. М. БЕРЕЗИН, Е. И. ВАВИЛОВ

Научные сотрудники

(Лаборатория аэрометодов АН СССР)

Для правильного научно-обоснованного планирования, изучения и освоения огромных лесных богатств необходимо широкое проведение почвенно-картографических работ.

В настоящее время в печати появились работы, посвященные вопросам почвенного картирования с использованием материалов аэрофотосъемки [2]. Однако большинство исследований проводилось в районах степной и сухостепной зон. Для лесной зоны этот вопрос в печати освещен слабо. Дешифрирование лесных почв основывается на использовании, главным образом, косвенных признаков, так как почвы покрыты растительностью и не находят непосредственного изображения на аэроснимках. Вследствие этого дешифрирование лесных почв тесно связано с дешифрированием типов леса [1], поэтому оба эти вопроса нами рассматриваются совместно.

В своих исследованиях авторы стремились выяснить возможность дешифрирования типов леса и лесных почв по черно-белым и цветным спектрально-аэроснимкам, полученным в различное время года.

Экспериментальные работы проводились в 1958—1960 гг. на территории двух лесхозов: Ивано-Франковского, Львовской области и Ивенецкого, Минской области. Для экспериментальных исследований на одну и ту же территорию были получены панхроматические, инфрахроматические и спектрально-аэроснимки различных масштабов.

В полевых условиях изучались признаки дешифрирования насаждений, типов леса и лесных почв по различным аэроснимкам.

По данным дешифрирования аэроснимков и фотосхем составлялась почвенная карта, которая затем подвергалась проверке и уточнению по контурам в натуре. В результате исследований были установлены следующие признаки для дешифрирования типов леса и лесных почв.

Сосняки сфагновые V—Va классов бонитета приурочены к замкнутым котловинам плоских водораздельных участков. Почвы — торфяно-глеевые и торфяные верхового типа различной мощности. Полог таких сосновых насаждений при рассмотрении под стереоскопом выглядит слегка вогнутым вследствие того, что высота насаждений от края болот к центру постепенно падает. Древостой разрежен, кроны сосны ажурные, округлой формы, сквозь полог просвечивает светлый покров сфагновых мхов. На спектрально-аэроснимках кроны сос-

ны изображаются сине-зеленым, а сфагновый покров — желтым цветом. Открытые участки сфагновых болот изображаются светлым, желто-зеленым цветом, а сильно увлажненные места — сине-зеленым или синим.

Грядово-мочажинные участки болот имеют выпуклую поверхность и пятнистый рисунок, обусловленный чередованием темных и светлых полос, радиально расходящихся от центра торфяника.

Сосняки-зеленомошники II—III классов бонитета приурочены к нижним частям пологих склонов обычно кратковременного избыточного увлажнения, частично заболочены. Почвы — преимущественно слабо- и среднеподзолистые глееватые супесчаного состава. При дешифрировании сосняков-зеленомошников обращает на себя внимание почти всегда встречающаяся примесь березы, что находит изображение на спектрзональных и инфрахроматических аэроснимках. Среди зеленых крон сосны четко выделяются даже единичные экземпляры березы оранжевого цвета. На летних инфрахроматических и на осенних панхроматических аэроснимках примесь березы также хорошо выделяется своим более светлым тоном среди серого тона сосны.

Сосняки лишайниковые III—IV классов бонитета приурочены к повышенным элементам рельефа: вершинам дюн и всхолмлений, а также высоким надпойменным террасам. Развиваются они обычно на слабогумусированных скрыто- и слабоподзолистых почвах песчаного и легко-супесчаного состава. На черно-белых аэроснимках полог сосняков лишайниковых изображается серым тоном с наличием светлых просветов между кронами и ярких пятен, обусловленных лишайниками, а также обнаженными участками с нарушением почвенного покрова, разъезженные дороги, противопожарные полосы, следы трелевки. На спектрзональных аэроснимках кроны сосны изображаются сине-зеленым, а промежутки между кронами с лишайниковым покровом — желтоватым цветом. На свежих вырубках в лишайниковых борах покров из оленьего мха и сухолюбивых трав изображается серым пятнистым рисунком на панхроматических аэроснимках и зеленовато-коричневым цветом — на спектрзональных.

Ельники-зеленомошники. Рельеф весьма разнообразен: плоские водораздельные участки, пологие склоны, пониженные равнинные участки. Почвы обычно — слабо- и среднеподзолистые глееватые и глеевые супесчаного и суглинистого состава.

На черно-белых аэроснимках ельники-зеленомошники изображаются ровным темным тоном, а на спектрзональных — темно-зеленым цветом. Полог еловых насаждений в отличие от соснового разновысотный. Формы проекций крон ели в отличие от сосны имеют звездчатую форму; затененная часть кроны ели отличается темно-синим цветом. Разрывы в пологе заполнены темными тенями.

На Львовском участке имеют распространение дубово-грабовые насаждения, которые приурочены к повышенным водораздельным участкам. Почвы светло-серые или серые лесные пылевато-супесчаного и легко-суглинистого состава. На черно-белых аэроснимках эти насаждения изображаются темно-серым тоном, на спектрзональных — зеленовато-бурым или коричнево-бурым цветом. Рисунок фотоизображения неоднороден, так как в составе насаждений обычно встречаются сосна, береза, осина и другие породы.

В зоне широколиственных лесов довольно отчетливо выделяются буковые леса высокой производительности. Они приурочены к плоским водораздельным участкам с близким залеганием известняков к дневной поверхности. Почвы — преимущественно дерново-карбонат-

ные. Буковые насаждения на черно-белых аэроснимках хорошо выделяются среди других по характерным для бука крупным шаровидным кронам. На спектрзональных аэроснимках бук изображается зелено-ваато-бурым или коричнево-бурым цветом, более темным, чем у остальных лиственных пород.

Черноольшаники имеют распространение и в том, и в другом районе. Они приурочены к притеррасной части речных долин, вытянутым проточным котловинам. Почвы — преимущественно торфянисто- и торфяно-перегнойно-глеевые, как правило, избыточного, но проточного увлажнения. Контуры черноольховых насаждений имеют вытянутую в направлении водотоков форму, по которой эти насаждения выделяются среди других лиственных пород. Наиболее отчетливо черноольшаники выделяются на спектрзональных аэроснимках по бурому цвету изображения полога. Черно-белые отпечатки со спектрзональных аэрофильмов обладают повышенными дешифровочными качествами, по сравнению с панхроматическими (рис.1).

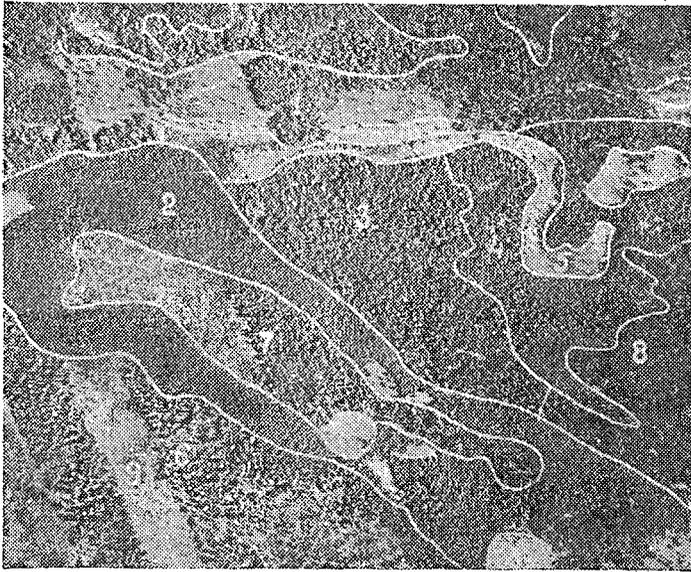


Рис. 1. Изображение различных участков на черно-белом отпечатке со спектрзонального аэрофильма масштаба 1 : 10000. Ивенецкий лесхоз.

1 и 7 — сосняки-брусничники, местами вырубленные; 2 — ольшаники таволговые; 3 и 6 — сосняки-черничники; 4 — березняки травяно-таволговые; 5 — болото; 8 — ельники-черничники; 9 — возобновляющиеся вырубки.

Представляет практический интерес дешифрирование черной ольхи по панхроматическим аэроснимкам. В начале лета листья ольхи достигают полных размеров, но они дольше, чем у березы и осины, сохраняют яркую желтовато-зеленую окраску, поэтому на аэроснимках ольха изображается несколько более светлым тоном. Летом такой разницы почти нет. Осенью, когда листва березы и осины пожелтела, листья ольхи остаются почти зелеными до момента опадения. Благодаря этому на осенних панхроматических аэроснимках ольховые насаждения резко отличаются от березовых и осиновых темно-серым тоном изображения, близким к окраске сосны.

При картировании почв и определении условий местопроизрастания неизбежно приходится сталкиваться с открытыми незалесенными участками. По характеру пашен, сенокосов, выгонов и т. п. угодий можно косвенно судить о почвах соседних залесенных участков.

Проверка в натуре показала, что достоверность определения по аэроснимку лесных почв и типов леса всецело зависит от правильного дешифрирования состава насаждений и рельефа. Почти безошибочно дешифрировались чистые сосняки по сфагновым болотам. Однако площади выделов сосны по болоту часто занижались из-за неточного проведения контуров на стыке болота с лесом.

Наибольшие трудности в определении почв встречены при дешифрировании березово-ольховых насаждений с примесью ели и ивы. На летних спектрональных аэроснимках в смешанных лиственно-хвойных лесах ольха черная может быть не замечена при дешифрировании без наземного посещения участков.

В лесных массивах, где имеются значительные площади черноольховых насаждений, например в Белоруссии, для выделения четких контуров необходимо в осеннее время производить аэрофотосъемку одновременно двумя аппаратами — на панхроматическую и инфракрасную аэроплентку.

На основании нашего опыта по дешифрированию некоторых лесных почв можно констатировать следующее.

В летнее время года предпочтительнее иметь спектрональные или инфракрасные аэроснимки масштаба 1:10000—1:15000, которые, по сравнению с панхроматическими, обеспечивают наиболее достоверное дешифрирование состава насаждений и через него — почв и типов леса, а также границ между смежными почвенными контурами. В весеннее и осеннее время года наилучшие результаты дешифрирования лесных почв дают панхроматические аэроснимки. При проведении работ по картированию типов леса и почв на больших территориях одновременно с использованием аэроснимков целесообразно применять и фотосхемы.

Наиболее желательными являются аэрофотоаппараты с фокусными расстояниями 100—140 мм для равнинной местности и 200—305 мм — для горных районов. При работах же по почвенному дешифрированию площадей, не покрытых лесом и не лесных, предпочтительнее применять аэроснимки, полученные камерой с фокусным расстоянием 55 и 70 мм, что дает возможность лучше распознавать мелкие формы рельефа и использовать более мелкий масштаб аэрофотосъемки (1:25000).

Дешифрирование лесных почв по аэроснимкам является сложным процессом и ни в коем случае не исключает наземных работ. Однако использование аэроснимков значительно сокращает объем наземных полевых работ и повышает производительность почвенного картирования и точность контуровки почвенных разновидностей.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. Л. Леонтьев. О применении аэрофотоснимков при лесотипологических исследованиях в Бузулукском бору. Труды по лесному хозяйству и лесной промышленности, вып. 13, 1931. [2]. М. С. Симакова. Использование аэрофотосъемки при картировании почвенного покрова. Почвенная съемка. М., АН СССР, 1959.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ВАГОНА-СЦЕПА ОТ
ОПРОКИДЫВАНИЯ ПРИ УДАРНОМ ВХОДЕ В КРИВУЮ

А. И. ЛОГИНОВ

Кандидат технических наук

(ЦНИИМЭ)

На лесовозных узкоколейных железных дорогах в силу их специфических особенностей до сих пор наблюдаются частые случаи сходов вагонов-сцепов с рельс.

Анализ аварий, а также многолетняя эксплуатация показывают, что наибольшее число таких сходов возникает при движении по кривым участкам пути.

Д-р техн. наук С. В. Вершинский указывает, что при проектировании вагонов и тележек для них должны приниматься во внимание условия динамического входа вагона в кривую, поскольку возникающие при этом динамические силы существенно влияют на условия устойчивости вагона в кривой [1]. Особенно это важно для вагонов с высоко расположенным центром тяжести и при значительных зазорах между скользунами тележек и рамой вагона. Указанное обстоятельство, а также различия в кинематической схеме лесовозных вагонов-сцепов и вагонов широкой колеи требуют самостоятельного изучения условий устойчивости первых от опрокидывания при ударном входе в кривую. В данной статье исследуется вопрос устойчивости серийно изготавливаемых вагонов-сцепов ЦНИИМЭ-ДВЗ в зависимости от радиуса кривой и величины зазоров между скользунами.

При этом путь предполагается абсолютно жестким в боковом направлении; у вагона-сцепы отсутствуют зазоры в поперечном направлении; перед входом в кривую имеются одинаковые зазоры δ_0 между скользунами; воз хлыстов является абсолютно жестким телом.

При входе вагона-сцепы в кривую передняя тележка движется по прямой до момента удара колеса в наружный рельс (рис. 1).

Боковые перемещения тележки сопровождаются боковыми смещениями пятника коника K хребтовой балки BII полусцепы. В результате этого воз хлыстов, стремящийся по инерции двигаться прямолинейно, начинает поворачиваться вокруг продольной оси.

Когда передняя тележка полусцепы дойдет по кривой до положения II , вследствие наклона воза хлыстов возникают зазоры между скользунами коника и тележки, то есть возникают динамические усилия, вызывающие перераспределение нагрузок на колесах.

К этому моменту передняя тележка вагона-сцепы отклоняется от направления прямолинейного движения на $2y$, а пятник коника переднего полусцепы отклоняется на y .

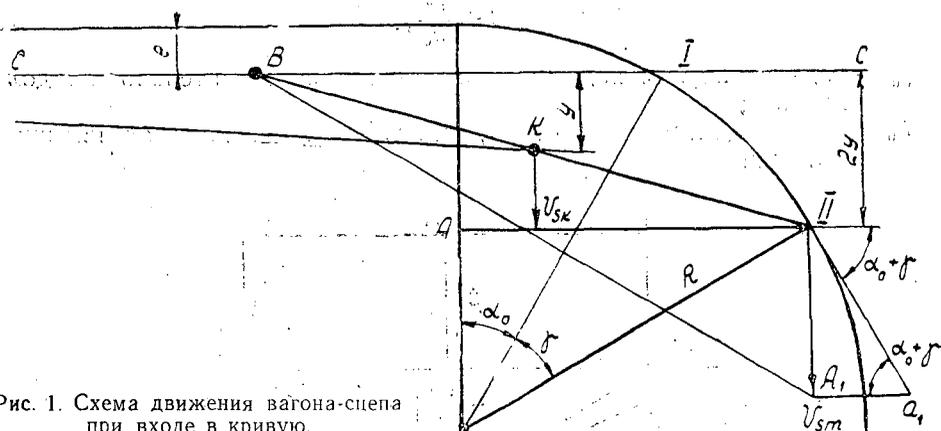


Рис. 1. Схема движения вагона-сцепы при входе в кривую.

Из подобия треугольников OAI и A_1IIa можно записать:

$$\frac{v_{sm}}{v} = \frac{AII}{R}$$

Скорость бокового смещения пятника передней тележки в положении II будет равна:

$$v_{sm} = v \frac{AII}{R},$$

где v — скорость движения поезда при входе в кривую;
 R — радиус кривой.

Из треугольника OII :

$$AII = \sqrt{R^2 - [R - (e + 2y)]^2} = \sqrt{2R(e + 2y) - (e + 2y)^2} \approx \sqrt{2R(e + 2y)}.$$

Тогда

$$\begin{aligned} v_{sm} &= v \sqrt{\frac{2(e + 2y)}{R}} = 1,41 \cdot v \sqrt{\frac{e + 2y}{R}} = \\ &= \frac{1,41}{3,6} \cdot v \sqrt{\frac{e + 2y}{R}} = 0,392 \cdot v \sqrt{\frac{e + 2y}{R}}, \end{aligned} \quad (1)$$

где 3,6 — переводной коэффициент, м/сек.

Соответственно скорость бокового смещения пятника коника

$$v_{sk} = \frac{v_{sm}}{2} = 0,196 \cdot v \sqrt{\frac{e + 2y}{R}}. \quad (2)$$

Наклон хребтовой балки с хлыстами при входе вагона-сцепы в кривую происходит путем поворота вокруг некоторой неподвижности точки O , являющейся центром удара.

Угол наклона определяется величиной зазора между скользящими δ_k и δ_T .

$$\beta = \arctg \left(\frac{\delta_k}{c_k} + \frac{\delta_T}{c_T} \right) \approx \frac{\delta_k}{c_k} + \frac{\delta_T}{c_T},$$

где c_k ; c_T — расстояние между скользящими тележки и пятником коника.

Центр удара O располагается в средней продольной плоскости наддрессорного строения и удален по вертикали от опорной пяты тележки на расстоянии:

$$l = \frac{\rho_0^2}{h_0}, \quad (3)$$

ρ_0 — радиус инерции наддрессорного строения относительно продольной оси;

h_0 — высота центра тяжести груженого вагона-сцепы над пятником тележки.

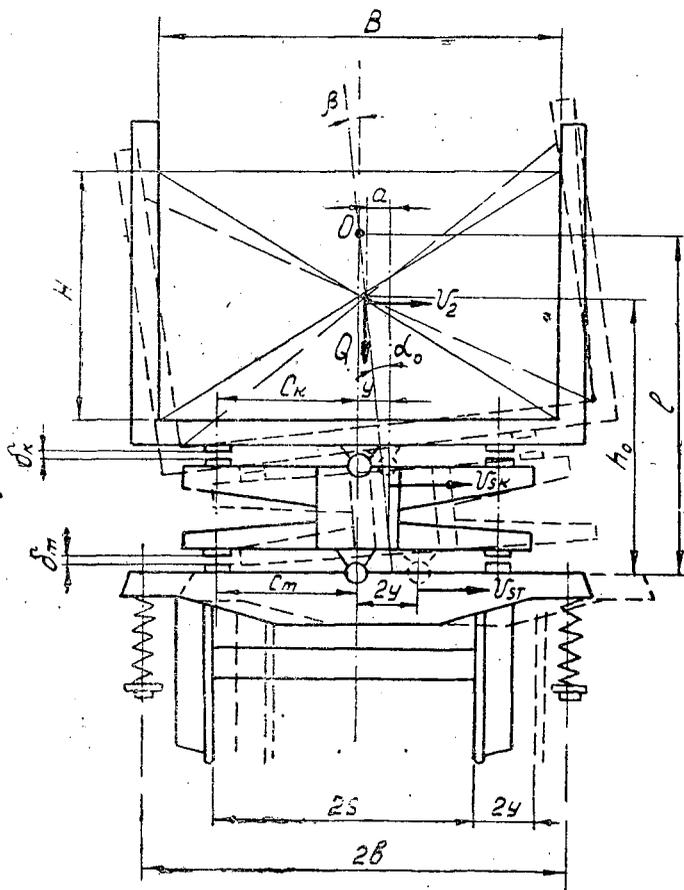


Рис. 2. Вращение рамы вагона-сцепы с хлыстами при поперечном перемещении тележки.

Смещение пятника коника при входе вагона-сцепы в кривую, при котором выбираются зазоры между скользунами и возникает динамическое воздействие на рессорах тележек (рис. 2), равно:

$$y = l \operatorname{tg} \beta \approx \left(\frac{\delta_k}{c_k} + \frac{\delta_T}{c_T} \right) l. \quad (4)$$

Линейная скорость центра тяжести в этот момент

$$v_2 = v_{sk} \frac{l - h_0}{l} = 0,196 \frac{l - h_0}{l} \sqrt{\frac{e + 2y}{R}} \cdot v. \quad (5)$$

Угловая скорость поворота вокруг центра

$$\omega_2 = \frac{v_2}{l - h_0} = 0,196 \frac{1}{l} \sqrt{\frac{e + 2y}{R}} \cdot v. \quad (6)$$

Живая сила поперечного перемещения хребтовой балки и хлыстов при наклоне к моменту возникновения динамической нагрузки на рессорах

$$T = \frac{1}{4} \left(\frac{M \cdot v^2}{2} + \frac{I_x \cdot \omega^2}{2} \right);$$

$$T = 0,0048 \frac{v^2}{l^2} \times \frac{e + 2v}{R} [M(l - h_0)^2 + I_x], \quad (7)$$

где M — масса надрессорного строения;

I_x — момент инерции груженого вагона-сцепы относительно продольной оси, проходящей через центр тяжести его.

Живая сила от поворота воя вокруг продольной оси, проходящей через центр удара, воспринимается рессорным подвешиванием тележек вагона.

На скользунах передней тележки вагона-сцепы возникает динамическая нагрузка Z , достигающая максимального значения в тот момент, когда живая сила полностью переходит в потенциальную энергию сжатия рессор.

Увеличение потенциальной энергии рессорного подвешивания от динамического воздействия составляет

$$\Pi = \frac{M_{\max} \cdot \varphi}{2},$$

где M_{\max} — максимальное значение действующего на надрессорную балку возвращающего момента от рессорного подвешивания тележки;

φ — угол поворота надрессорной балки тележки к тому моменту, когда поворот вагона с грузом вокруг продольной оси при входе в кривую закончится.

Максимальное значение восстанавливающего момента со стороны рессорного подвешивания

$$M_B = \mathcal{K} \cdot \Delta h \cdot 2b. \quad (8)$$

Опрокидывающий момент со стороны скользуна тележки

$$M_{\max} = Z \cdot c_T,$$

откуда

$$\Delta h = \frac{Z \cdot c_T}{2 \cdot \mathcal{K} \cdot b},$$

где Δh — величина сжатия рессорного комплекта;

$2b$ — расстояние между рессорными комплектами тележки;

\mathcal{K} — жесткость рессорного комплекта тележки.

Угол поворота надрессорной балки

$$\varphi = \frac{\Delta h}{b} = \frac{Z \cdot c_T}{2 \cdot \mathcal{K} \cdot b}.$$

После преобразований получаем

$$\Pi = \frac{Z \cdot c_T \cdot Z \cdot c_T}{2 \cdot 2 \cdot \mathcal{K} \cdot b^2} = \frac{Z^2}{\mathcal{K}} \left(\frac{c_T}{2b} \right)^2. \quad (9)$$

Приравняв выражения (7) и (9) и решая полученное уравнение относительно силы Z , получим

$$Z = 0,14 \frac{b}{c_T \cdot l} \cdot \frac{v}{\sqrt{R}} \sqrt{\mathcal{K} [M(l - h_0)^2 + I_x] (e + 2y)} =$$

$$= 0,14 \frac{b}{c_T \cdot l} \cdot \frac{v}{\sqrt{R}} \sqrt{\mathcal{K} [M(l - h_0)^2 + I_x] \left[e + \left(\frac{\delta_K}{c_K} + \frac{\delta_T}{c_T} \right) l \right]}. \quad (10)$$

Кроме этого усилия, на скользун тележки вагона-сцепы при входе в кривую действуют дополнительные усилия, вызванные центробежной силой и опрокидывающим моментом, возникающим в результате смещения центра тяжести груженого вагона от вертикальной плоскости, проходящей через пятник тележки (рис. 2).

Дополнительное усилие на скользуне тележки от центробежной силы

$$Z_u = \frac{M}{4} \cdot \frac{v^2}{2R} \cdot \frac{h_0}{c_T} \cdot \frac{1}{3,6^2} \approx 0,01 \cdot \frac{v^2}{R} \frac{h_0}{c_T} \cdot M. \quad (11)$$

Дополнительное усилие на скользуне тележки от смещения центра тяжести

$$Z_b = \frac{Q \cdot a}{4 \cdot c_T} = \frac{M \cdot q \cdot a}{4 \cdot c_T} = 2,45 \cdot M \cdot \frac{a}{c_T}, \quad (12)$$

где a — горизонтальное отклонение центра тяжести от вертикальной плоскости, проходящей через пятник тележки ($a = h_0 \cdot \operatorname{tg} \alpha_0$); α_0 — максимальное значение угла наклона вагона-сцепы с грузом при входе в кривую.

$$\alpha_0 = \operatorname{arctg} \frac{\delta_K}{c_K} + \operatorname{arctg} \frac{\delta_T}{c_T} + \operatorname{arctg} \frac{\Delta h_{\max}}{b}.$$

Δh_{\max} — максимальное дополнительное сжатие рессор при наклоне вагона-сцепы.

$$\Delta h_{\max} = \frac{Z_{\max}}{\mathcal{K}} \cdot \frac{c_T}{2b}.$$

Учитывая незначительную величину составляющих α_0 углов, можно записать

$$\alpha_0 = \frac{\delta_K}{c_K} + \frac{\delta_T}{c_T} + \frac{Z_{\max}}{\mathcal{K}} \cdot \frac{c_T}{2b}$$

$$a = h_0 \operatorname{tg} \alpha_0 \approx h_0 \alpha_0 = h_0 \left[\frac{\delta_K}{c_K} + \frac{\delta_T}{c_T} + \frac{Z_{\max} \cdot c_T}{\mathcal{K} \cdot 2b} \right],$$

где Z_{\max} — максимальное значение давления на скользун тележки при входе вагона в кривую.

$$Z_b = 2,45 \cdot M \cdot \frac{h_0}{c_T} \left[\frac{\delta_K}{c_K} + \frac{\delta_T}{c_T} + \frac{Z_{\max} \cdot c_T}{\mathcal{K} \cdot 2b} \right].$$

Максимальное суммарное давление на скользун тележки при входе вагона-сцепы в кривую

$$Z_{\max} = Z + Z_b + Z_u =$$

$$= \frac{0,14}{1 - 2,45 \frac{M}{\mathcal{K}} \cdot \frac{h_0}{2b}} \cdot \frac{b}{c_T \cdot l} \cdot \frac{v}{\sqrt{R}} \sqrt{\mathcal{K} [M(l - h_0)^2 + I_x] \left[e + \left(\frac{\delta_K}{c_K} + \frac{\delta_T}{c_T} \right) l \right]} +$$

$$+ M \frac{h_0}{c_T} \left[0,01 \frac{v^2}{R} + 2,45 \left(\frac{\delta_K}{c_K} + \frac{\delta_T}{c_T} \right) \right]. \quad (13)$$

Динамическое перераспределение нагрузки от колеса на рельс при ударном входе вагона-сцепы в кривую

$$P_{\text{дин}} = \frac{Z_{\text{max}} \cdot c_{\text{т}}}{4 \cdot s}, \quad (14)$$

где $2s$ — расстояние между кругами катания колес.

Коэффициент поперечной устойчивости вагона-сцепы при ударном входе в кривую

$$\eta = \frac{P_{\text{дин}}}{P_{\text{ст}}}, \quad (15)$$

где $P_{\text{ст}}$ — статическая нагрузка от колеса на рельс.

Таблица 1

Зазор между скользунами тележки $\delta_{\text{т}}$, м	Зазор между скользунами коника $\delta_{\text{к}}$, м	Коэффициенты поперечной устойчивости при статическом прогибе рессор			
		$f_{\text{ст}}=17,5 \text{ мм} (JK=200 \text{ кг/мм})$		$f_{\text{ст}}=21,0 \text{ мм} (JK=170 \text{ кг/мм})$	
		Z_{max} , кг	η	Z_{max} , кг	η
0	0	1300	0,160	1260	0,156
0,002	0,002	2270	0,285	2160	0,27
0,004	0,004	3030	0,376	2860	0,355
0,006	0,006	3690	0,46	3460	0,43
0,008	0,008	4285	0,53	4015	0,50
0,01	0,008	4550	0,57	4290	0,535
0,012	0,008	4800	0,60	4625	0,57

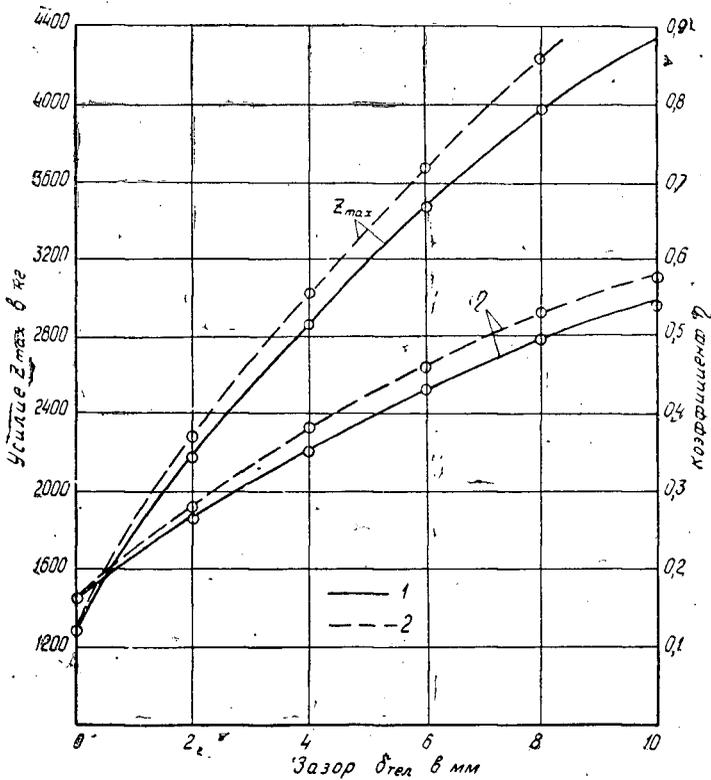


Рис. 3. График изменения сил Z_{max} и коэффициента поперечной устойчивости η вагона-сцепы в зависимости от величины зазоров между скользунами тележки и коника при различной жесткости рессор.

Значения Z_{\max} и $\cdot\eta$ приведены в табл. 1, а на графике (рис. 3) — их зависимость от величины зазоров между скользящими тележки и коника.

Из таблицы и рис. 3 следует, что при ударном входе в кривую поперечная устойчивость вагона-сцепы мало зависит от жесткости рессор. На поперечную устойчивость оказывают влияние, главным образом, величины зазоров между скользящими тележки и коника.

Уже при величине зазоров 2 мм заметно возрастает величина динамической силы и снижается поперечная устойчивость вагона-сцепы. При увеличении зазоров между скользящими тележки и коника больше 3 мм поперечная устойчивость значительно снижается.

Исследование поперечной устойчивости против опрокидывания вагона-сцепы при вписывании в кривую показывает, что для обеспечения безопасного движения вагонов-сцепов ЦНИИМЭ-ДВЗ с грузом необходимо иметь зазоры между скользящими тележки и хребтовой балкой вагона не более 8 мм на сторону; а зазор между коником и хребтовой балкой соответственно не более 2 мм.

Отсутствие случаев опрокидывания вагонов-сцепов при зазорах между скользящими больше 8—10 мм на сторону указывает на то, что принятые выше предположения и допущения приводят к завышенным значениям усилий, действующих на тележку при ударном входе вагона-сцепы в кривую.

Однако, данные исследования показывают, что зазоры между скользящими необходимо содержать в пределах установленных норм. В противном случае устойчивость вагона-сцепы при ударном входе в кривую может оказаться недостаточной.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. В. Вершинский. Силы, действующие на тележку при динамическом входе вагона в кривую. Журн. «Техника железных дорог» № 10, 1943. [2]. А. И. Логинов. Исследование динамических характеристик лесовозных вагонов-сцепов колеи 750 мм для вывозки древесины в хлыстах. Диссертация, 1960. [3]. Технический справочник железнодорожника, т. 6, Трансжелдориздат, 1952.

Поступила в редакцию
2 декабря 1961 г.

РАСЧЕТ НАТЯЖЕНИЯ ТРОСОВ В ПОДВЕСНЫХ УСТАНОВКАХ

С. И. РАХМАНОВ

Профессор

(Уральский лесотехнический институт)

В подвесных установках груз подвешивается на тросах и перемещается в пролете между двумя мачтами. Применяют установки с несущим тросом и без него. Несущий трос служит опорой для тележки, к которой подвешен груз. Вертикальный подъем груза производят посредством подъемного троса. Для перемещения тележки по несущему тросу применяют тяговые тросы для рабочего и обратного хода. Так как тяговые тросы можно использовать в качестве несущего или подъемного, а несущим можно заменить подъемный трос, то возникают различные варианты подвесных установок, показанные схематично на рис. 1. Они разбиты на три группы: с специальным несущим тросом, с комбинированным несущим тросом и без несущего троса. В первых двух группах применены тележки, в последней — груз подвешивают к тяговому тросам.

Установки с специальным несущим тросом возможны четырех типов: *a*, *b*, *в*, *г* (рис. 1). В варианте *a* применяются четыре троса, из них каждый имеет одно назначение, несущий — Н, два тяговых: Т и Х, подъемный П. Вариант *b* отличается от предыдущего тем, что конец подъемного троса закреплен на тележке, поэтому трос холостого хода Х заменяет в работе отрезок *a—б* подъемного троса. При подъеме и перемещении груза трос Х натянут, тогда как в варианте *a* он свободен и ослаблен. Варианты *в*, *г* и *д* представляют собой установки с комбинированным использованием тросов. В варианте *в* и *г* подъемный трос служит не только для подъема груза, но и для перемещения тележки, так как заменяет тяговый трос рабочего хода. Вариант *г* отличается от предыдущего тем, что в нем нет подвесного блока. В варианте *д* подъем груза происходит при натяжении обоих тяговых тросов.

В установках с комбинированным несущим тросом специального несущего троса нет, его заменяют или тяговые (варианты *e*, *ж*, *з*), или подъемные (варианты *и* и *к*).

В варианте *e* тележка ходит по тяговому рабочему тросу. Варианты *ж* и *з* отличаются от предыдущего тем, что в них тяговый трос не только несущий, но он еще служит и в качестве подъемного троса, работающего с подвесным блоком (вариант *ж*) или без него (вариант *з*).

В варианте *и* и *к* нет специального подъемного троса, груз поднимают при изменении стрелы провеса несущего троса, который и заменяет тем самым подъемный трос. В варианте *к*, кроме того, несущий трос служит и в качестве тягового рабочего троса.

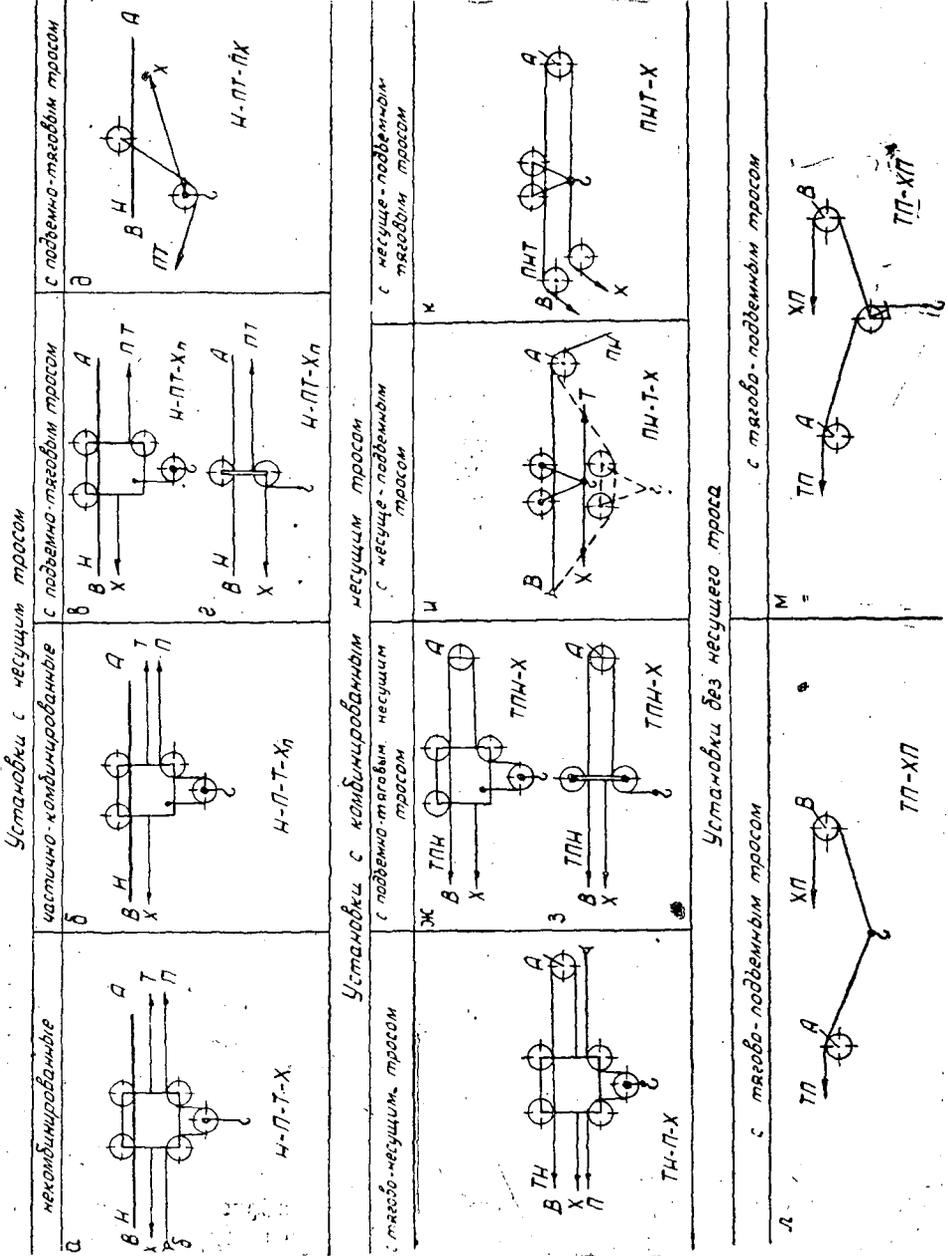


Рис. 1.

В установках по схемам *л* и *м* несущего троса вообще нет, и груз висит на тяговых тросах или с применением подвесного блока, или без него.

В подвесных установках натяжение тросов зависит как от их назначения, так и от положения тележки по отношению к мачтам.

Установки со специальным несущим тросом (рис. 2, а)

При движении тележки с грузом изменяется усилие в несущем и тяговом тросах. Если принять, что все тросы направлены параллельно несущему, то равнодействующая их натяжений, действующая в сторону к мачте *A*, будет R_a (рис. 2, б)

$$R_a = S_a + T + P, \quad (1)$$

а равнодействующая натяжений тросов, направленных к мачте *B*.

$$R_b = S_b + T_x + P_1. \quad (2)$$

В этих формулах S_a и S_b — натяжение несущего троса, T и T_x — натяжение тяговых тросов.

Применимы два метода определения равнодействующих R_a и R_b .

В первом из них предполагается, что провисание тросов под действием собственного веса незначительно, и им можно пренебречь, приняв отрезки тросов между мачтами и тележкой за прямые.

При втором методе считают, что несущий трос имеет большой вес, и кривую его провисания под действием собственного веса и груза принимают за параболу.

Первый метод расчета применим для установок с малым пролетом (до 100 м), когда вес несущего троса незначителен.

Расчет установки с малым пролетом

Принимаем, что к тележке приложен вес груза Q и половина веса всех тросов $\frac{ql}{2}$, где q — вес одного метра тросов и l — пролет.

Из условия равновесия системы (рис. 2, б).

$$Q + \frac{ql}{2} = R_a \sin \alpha_a + R_b \sin \alpha_b \quad (3)$$

и

$$R_a \cos \alpha_a = R_b \cos \alpha_b. \quad (4)$$

Из этих уравнений

$$R_a = \frac{Q + \frac{ql}{2}}{\cos \alpha_a (\operatorname{tg} \alpha_a + \operatorname{tg} \alpha_b)}. \quad (5)$$

Наибольшее значение R_a имеет при положении тележки примерно в середине пролета, когда по рис. 2, а

$$\operatorname{tg} \alpha_a = \frac{2f + H}{l} \quad \text{и} \quad \operatorname{tg} \alpha_b = \frac{2f - H}{l}. \quad (6)$$

Кроме того,

$$\frac{1}{\cos \alpha_a} = \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha_a} = \sqrt{1 + \left(\frac{2f + H}{l}\right)^2} \quad (7)$$

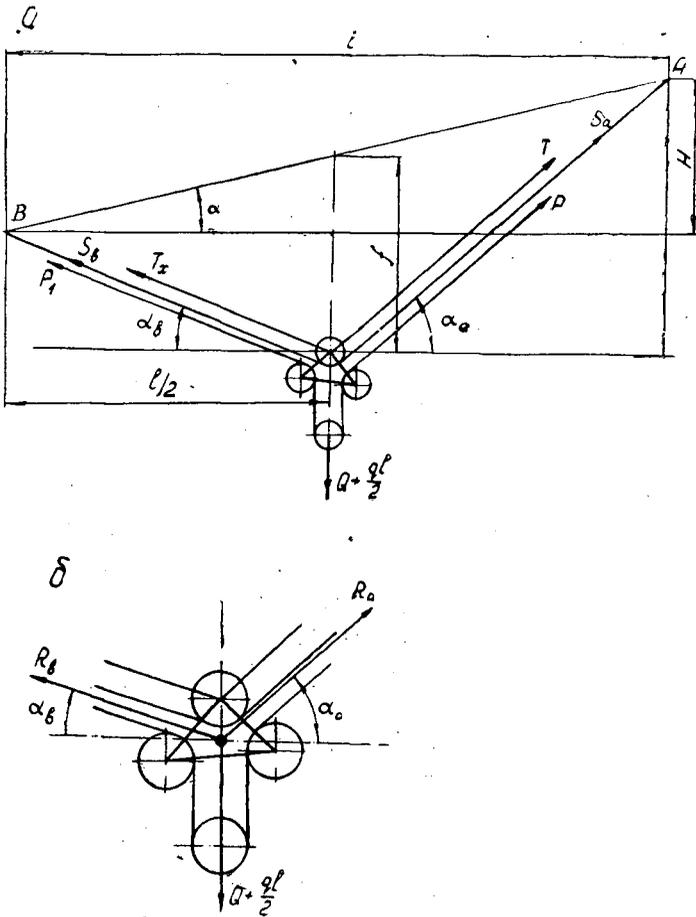


Рис. 2.

$$\frac{1}{\cos \alpha_b} = \sqrt{1 + \left(\frac{2f - H}{l}\right)^2}. \quad (8)$$

Следовательно, максимальное значение

$$R_a = \frac{l}{4f} \left(Q + \frac{ql}{2}\right) \sqrt{1 + \left(\frac{2f + H}{l}\right)^2}. \quad (9)$$

Натяжение тягового троса

В уравнениях (1) и (2) можно принять $P = P_1$. Кроме того, $S_a = S_b$, так как тележка не связана жестко с несущим тросом, и его натяжение по обе стороны тележки одинаково. При этих условиях из уравнений (1), (2) и (3), (4) находим

$$T = \left(Q + \frac{q'l}{2}\right) \left[\frac{\cos \alpha_b - \cos \alpha}{\sin(\alpha_a + \alpha_b)} \right] + T_x. \quad (10)$$

Здесь q' — вес 1 м тягового и подъемного тросов вместе. При $\alpha_b = \alpha_a$ $T = T_x$, что соответствует положению тележки у середины пролета. Наибольшее значение T будет при приближении к мачте А.

Так как $\alpha_b \cong 0$, то

$$T = \left(Q + \frac{q'l}{2} \right) \operatorname{tg} \frac{\alpha_0}{2} + T_x. \quad (11)$$

В этом уравнении углы α_a и α_b имеют следующие значения (рис. 3).

$$\alpha_b = \alpha' - \alpha \quad \text{и} \quad \alpha_a = \alpha'' + \alpha. \quad (12)$$

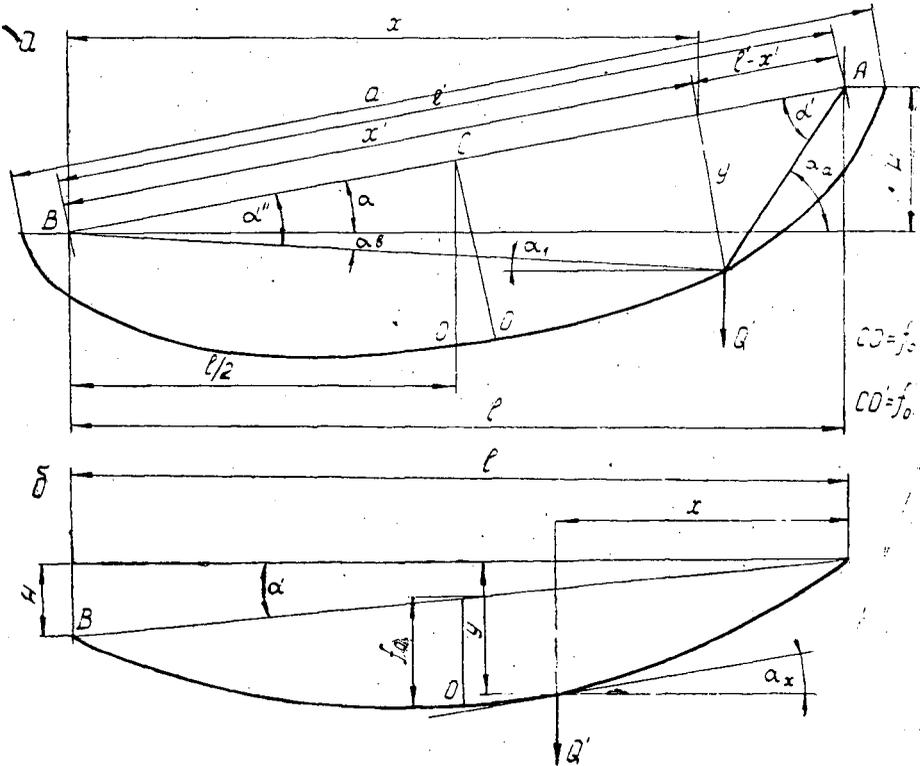


Рис. 3.

При этом угол α определяется из равенства

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{H}{l}. \quad (13)$$

Если $AB \cong a$, то по рис. 3, а

$$\operatorname{tg} \alpha'' = \frac{y}{x'} \quad \text{и} \quad \operatorname{tg} \alpha' = \frac{y}{a-x'}. \quad (14)$$

Так как при движении тележки по несущему тросу она описывает эллипс, у которого f'_0 — малая полуось, $AB = a$ — большая ось (рис. 3, а), то

$$y \cong 2f'_0 \sqrt{\frac{x'}{a} \left(1 - \frac{x'}{a} \right)}. \quad (15)$$

Здесь $a \cong l'$ или $a \cong \frac{l}{\cos \alpha}$; $x' = \frac{x}{\cos \alpha}$ и $f'_0 \cong f$, поэтому

$$y = 2f_0 \sqrt{\frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l} \right)}, \quad (16)$$

где f_0 — принятая стрела провеса в середине пролета.

В табл. 1 приведены значения y/f_0 .

Таблица 1

$\frac{x}{l}$	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
$\frac{y}{f_0}$	0,42	0,6	0,7	0,8	0,86	0,92	0,96	0,98	0,99	1,0

При расчете, задаваясь отношением $\frac{x}{l}$, находим $\frac{y}{f_0}$, а затем по f_0 значение углов α' и α'' ; по ним углы α_a и α_b . Для определения α'' можно использовать уравнение

$$\operatorname{tg} \alpha'' = cn, \quad (17)$$

в котором

$$c = \frac{f_0}{l}; \quad n = \frac{2l}{x} \sqrt{\frac{x}{l} \left(1 - \frac{x}{l}\right)}.$$

Значение n приведено в табл. 2.

Таблица 2

$\frac{x}{l}$	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,1
n	14,0	11,1	9,9	8,7	7,9	6,9	5,7

При $c = 0,1$ и $\frac{x}{l} = 0,02$, $\operatorname{tg} \alpha'' = 1,4$ и $\alpha'' = 54^\circ 30'$.

Если $\alpha = 0$, то в этом случае $\operatorname{tg} \frac{\alpha_a}{2} = \operatorname{tg} \frac{\alpha''}{2} = 0,52$.

При движении тележки натяжение тягового троса увеличивается на F — сопротивление движению, то есть

$$T' = T + F, \quad (18)$$

где

$$F = w \left(Q + \frac{q'l}{2} \right) \cos \frac{\alpha_a}{2}. \quad (19)$$

Здесь w — коэффициент сопротивления передвижению тележки по несущему тросу.

Натяжение троса холостого хода T_x

При рабочем ходе трос холостого хода натянут с усилием T_x , которое необходимо для получения постоянной величины провисания этого троса.

Наибольшее значение будет

$$T_x = \frac{q_1 l^2}{8f} \quad \text{или} \quad T_x = \frac{q_1 l}{8} \cdot \frac{1}{c}, \quad (20)$$

где q_1 — вес 1 м холостого троса.

Натяжение несущего троса

При малых пролетах вес несущего троса незначителен и потому можно принять, что натяжение его у тележки и вершин мачт будет одинаковым, то есть $S_a = S_b$.

Из уравнения (1) находим,

$$S_a = R_a - (T + P) = \left(Q + \frac{ql}{2}\right) \frac{\cos \alpha_a}{\sin(\alpha_a + \alpha_b)} - (P + T). \quad (21)$$

Наибольшее натяжение несущего троса будет при положении тележки в середине пролета, когда $T = T_x$, а R_a будет иметь значение, представленное уравнением (9). Следовательно, в этом случае

$$S_a = \frac{l}{4f} \left(Q + \frac{ql}{2}\right) \sqrt{1 + \left(\frac{2f + H}{l}\right)^2} - (P + T_x). \quad (22)$$

Для установок с небольшой разницей в высоте мачт, при $H \approx 0$

$$S_a = \frac{l}{4f} \left(Q + \frac{ql}{2}\right) - (P + T_x), \quad (23)$$

где T_x может быть равно 0.

Расчет установок большого пролета

В таких установках несущий трос имеет большой вес и значительное провисание. В данном случае отрезки троса AO и OB (рис. 3, б) нельзя принять за прямые участки. В расчете принимают, что кривая провисания AOB есть парабола. Если начало координат будет в точке A , то уравнение параболы:

$$y = 4 \frac{f_0}{l} \cdot \frac{x}{l} (l - x) + x \operatorname{tg} \alpha, \quad (24)$$

где f_0 — наибольшая стрела провеса в середине пролета;
 l — величина пролета (рис. 3, б).

Угол наклона касательной к параболе в любой точке с координатами x и y можно определить по $\operatorname{tg} \alpha_x$

$$\operatorname{tg} \alpha_x = \frac{dy}{dx} = \frac{4f_0}{l} \left(1 - 2 \frac{x}{l}\right) + \operatorname{tg} \alpha. \quad (25)$$

Положим, что тяговые и подъемные тросы направлены параллельно несущему, тогда равнодействующая натяжений всех тросов, направленная к вершине мачты A ,

$$R_a = S'_a + P + T.$$

Наибольшее значение R_a и S_a достигают при положении тележки посередине пролета, когда $T = T_x$.

В этом случае для определения S_a применимы формулы (22) и (23), в которых следует заменить q на $q' = \frac{q}{\cos \alpha}$.

Определение тягового усилия, необходимого для передвижения тележки с грузом по несущему тросу, основано на предположении, что кривая провисания несущего троса при движении тележки остается постоянной и к ней применимо уравнение (24). В этом случае

$$T = \left(Q + \frac{q'l}{2}\right) (\omega \pm \operatorname{tg} \alpha_a) + T_x, \quad (26)$$

где $\alpha_a = \alpha + \alpha_x$.

Угол α_x находят по формуле (25). Если мачты имеют одинаковую высоту, то $\alpha = 0$ и $\alpha_a \cong \alpha_x$.

Наибольшее значение T будет при приближении тележки к мачте. Если $\frac{f_0}{l} = 0,1$, а $\frac{x}{l} = 0,2$, то при $H = 0$ по формуле (25) $\operatorname{tg} \alpha_a = 0,24$, что значительно меньше угла, полученного нами ранее для малых пролетов.

Натяжение подъемного троса

Для установок малого и большого пролета натяжение подъемного троса будет одинаковым

$$P = \frac{Q_{\Gamma}}{m\eta_n}, \quad (27)$$

где Q_{Γ} — вес груза;

m — кратность полиспаста;

η_n — коэффициент его полезного действия.

Для установки типа *в* (рис. 1) $m = 2$, а для установки типа *г*, $m = 1$.

Установки с несущим тросом типа б (рис. 1).

Они отличаются от предыдущих тем, что в них конец подъемного троса закреплен на тележке. В этом случае в уравнении (2) $P_1 = 0$ и $R_b = S_b + T_x$.

Если $\alpha = 0$, то при положении тележки посередине пролета $\alpha_a = \alpha_b$, тогда из уравнения (4) $R_a = R_b$. Подставляя значение R_a из равенства (1), получаем

$$T + P + S_a = S_b + T_x. \quad (28)$$

Так как $S_a = S_b$, а T может быть равно нулю, то $T_x = P$.

Таким образом, в расчетах подобных установок тяговое усилие холостого троса всегда равно усилию подъемного троса и им нельзя пренебрегать.

Усилие в тяговом тросе и натяжение несущего троса определяют так же, как и в предыдущем случае по формулам (10), (11), (18), (22) и (23), в которых принимается $T_x = P$. Так, например, формула (23) будет иметь вид

$$S_a = \frac{l}{4f} \left(Q + \frac{ql}{2} \right) - 2P. \quad (29)$$

Установки с подъемно-тяговым тросом (рис. 1, в и г)

В этих установках подъемный трос выполняет роль тягового и если $P > T$, то в этом случае формулы (1) и (2) для состояния покоя принимают следующий вид

$$R_a = S_a + P. \quad (30)$$

Так как $T_x = P$, то

$$R_b = S_b + P. \quad (31)$$

Как известно $S_a = S_b$, следовательно $R_a = R_b$. При движении тележки в сторону мачты А

$$R_a = S_a + P + F, \quad (32)$$

здесь F — (сопротивление движению) находят по формуле (19), а усилие — P в подъемном тросе — по формуле (27).

Для определения натяжения несущего троса применяют формулы (22) и (23), в которых $T_x = P$.

Установки с несущо-подъемным тросом

Такие установки (рис. 1, и, к) имеют две отличительные особенности.

Первая из них заключается в том, что длина несущего троса непостоянна и изменяется при подъеме и опускании груза.

Вторая особенность состоит в том, что специальный подъемный трос отсутствует. Следовательно, в формулах (1) и (2) $P_1 = 0$ и $P = 0$, поэтому

$$R_a = S_a + T \text{ и } R_b = S_b + T_x. \tag{33}$$

При этом $S_a = S_b$.

Подобно установкам со специальным несущим тросом в данном случае R_a имеет наибольшее значение при положении тележки в середине пролета, когда тяговое усилие наименьшее. Поэтому максимальное значение S_a определяют по формуле (22), в которой принимают $P = 0$.

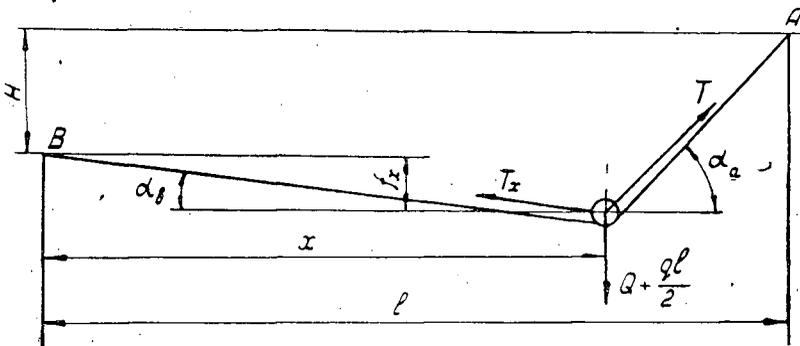


Рис. 4

В отличие от установок с постоянной длиной несущего троса в данном случае стрелу провеса f следует принимать возможно меньшей в соответствии с условиями работы.

Натяжение тягового троса находят по формулам (11) и (19) для положения тележки и мачты A , когда это натяжение будет наибольшим. Значение угла α_a следует находить по уравнению

$$\text{tg } \alpha_a = \frac{H + f_x}{l - x}, \tag{34}$$

где f_x — величина провеса по отношению к вершине мачты B (см. рис. 4) и

x — расстояние тележки от мачты B .

Расстояние $l - x$ и f_x принимают по условиям работы.

Установки с несущо-подъемно-тяговым тросом

В этой установке (рис. 1, к) тяговой трос служит в качестве подъемного и несущего. Если принять коэффициент полезного действия

блока равным 1, то натяжение тросов верхней ветви S_a и нижней T равны, то есть

$$R_a = 2T \text{ и } R_b = T + T'_x. \quad (35)$$

Откуда

$$T = 0,5R_a.$$

В этом случае T будет иметь наибольшее значение при положении тележки посередине пролета, когда R_a находят по формуле (9).

Установка с тягово-несущим тросом (рис. 1, е)

В данном случае тяговый трос является несущим, но в отличие от предыдущей установки еще имеется подъемный трос, поэтому

$$R_a = P + T + S'_a = P + 2T. \quad (36)$$

$$R_b = P + T_x + S'_a = P + T_x + T. \quad (37)$$

Из уравнения (36)

$$T = 0,5(R_a - P). \quad (38)$$

R_a определяют из условия, что тележка находится на середине пролета, по формуле (9), а P — по уравнению (27).

Установка с подъемно-несущим тросом (рис. 1, ж и з)

В этих установках тягового троса нет, его заменяет подъемный, поэтому

$$R_a \cong 2P'. \quad (39)$$

$$R_b = P' + T_x. \quad (40)$$

Откуда

$$P' = 0,5R_a. \quad (41)$$

При этом R_a следует принять для середины пролета по формуле (9). В данном случае $P' > P$, полученного из уравнения (27), поэтому передвижение тележки будет происходить при верхнем положении груза.

Установки без несущего троса (рис. 1, л)

В данном случае груз висит на двух тяговых тросах и $T_4 = R_a$, $T_x = R_b$. Наибольшее значение T_4 и T_x будет при положении груза в середине пролета. Для этого случая R_a находят по формуле (9), в которой $Q = Q_r$ (вес груза); весом тросов можно пренебречь.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ПРИВОДА ПОДАЧИ СТАНКА ДЛЯ ОБРЕЗКИ СУЧЬЕВ, ОКОРКИ И РАСКРЯЖЕВКИ ХЛЫСТОВ

Г. М. ВАСИЛЬЕВ

Доцент, кандидат технических наук

И. Г. ВОЛКОВ

Старший преподаватель

(Уральский лесотехнический институт)

В существующих раскряжевочных агрегатах подача хлыста под пилу производится обычно транспортером, хотя этот способ имеет некоторые недостатки; в частности при остановке транспортера иногда наблюдается проскальзывание хлыста, уменьшающее точность отмера длины бревен.

В агрегатном станке УЛТИ, служащем для обрезки сучьев, окорки и раскряжевки хлыстов, подача хлыста производится двумя рядами рябух диаметром 250 мм по три рябухи в каждом ряду (рис. 1).

Рябухи в каждом ряду связаны рычажной системой, так что их оси образуют равносторонний треугольник при любом положении рябух. Это позволяет прочно зажимать хлыст и надежно центрировать его относительно продольной оси станка. Сжатие и разведение рябух

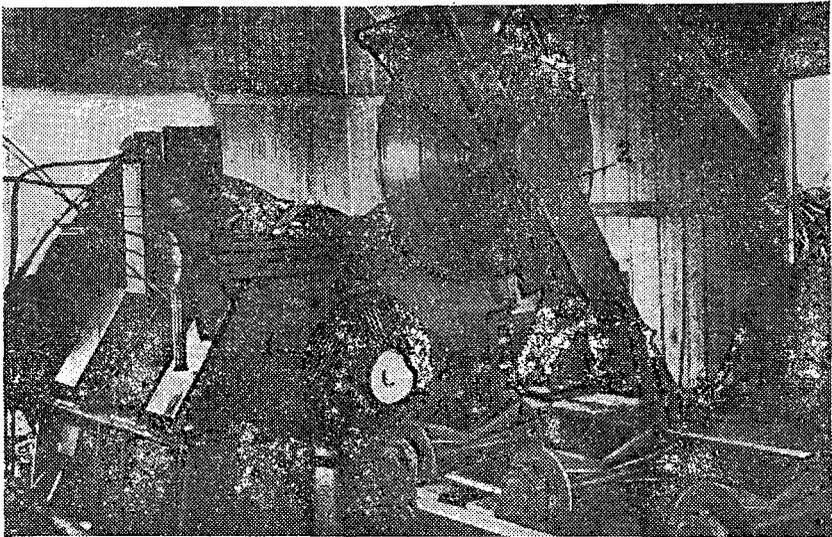


Рис. 1. Агрегатный станок УЛТИ. Вид со стороны пильного устройства.

1 — рябуха; 2 — балансирующая пила с гидроприводом надвигания

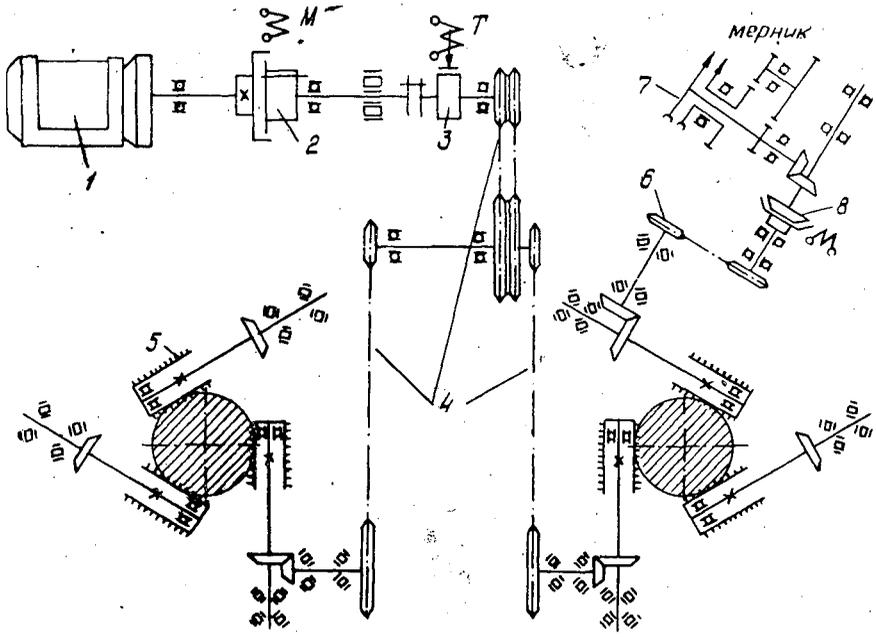


Рис. 2. Кинематическая схема привода подачи станка.

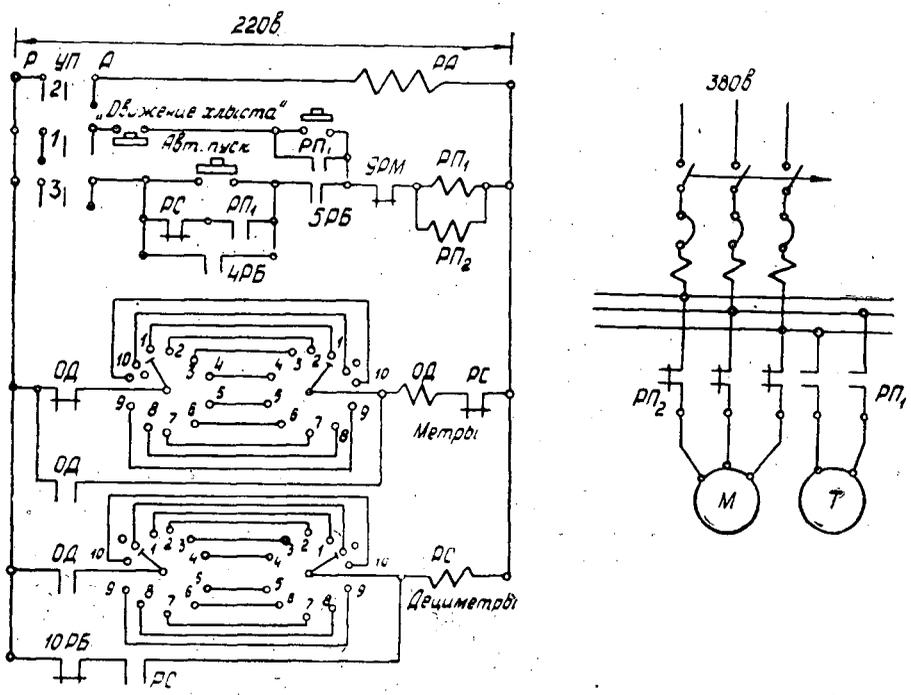


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема привода подачи.

производится гидроцилиндром. Усилие зажима ствола достигает 5 т при диаметре дерева 50 см и 3,5 т при диаметре 10 см. Все рябухи, кроме одной, являются ведущими; одна из них холостая и используется для передачи движения на мерник длины. На рис. 2 изображена

кинематическая схема привода подачи станка и схема мерника длины. Привод состоит из трехскоростного электродвигателя 1 А 72 — 8 (6) 4 мощностью 9 квт, с числом *об/мин* 700 (950) 1410 в, фрикционной дисковой муфты 2 автомобильного типа (ЗИЛ-150), управляемой электромагнитом КМТ-4, колодочного тормоза 3 типа ТКП 300/200 с расчетным тормозным моментом 50 кг·м, цепной передачи 4 и рябух 5.

Со звездочки 6, связанной с холостой рябухой, движение передается на мерник длины. Стрелки мерника 7 при повороте замыкают контакты; одна стрелка отсчитывает метры, другая — дециметры. После отсчета заданной оператором длины дается команда на остановку подачи, а стрелки мерника под действием пружины возвращаются в нулевое положение, после того как электромагнитная муфта 8 разъединит механизм мерника с мерной рябухой.

Электродвигатель привода подачи включен постоянно. Остановка подачи ствола производится одновременным включением электромагнита фрикционной муфты и выключением электромагнита тормоза. На рис. 3 показана принципиальная электросхема привода подачи (электродвигатель подачи на схеме не показан).

Работа привода происходит следующим образом. Универсальный переключатель VII ставится в положение А (автоматический режим). После нажатия кнопки «Автоматический пуск» срабатывают реле РП₁ и РП₂, которые включают магнит тормоза Т и выключают магнит фрикционной муфты М. Происходит движение хлыста. Оператор задает определенную длину сортамента, включая на пульте нужные контакты мерника длины. После отмера нужной длины в метрах срабатывает реле ОД и включает цепь отмера в дециметрах. При замыкании определенного контакта отмера в дециметрах срабатывает реле РС, при этом разрывается цепь питания реле РП₁ и РП₂, в результате чего фрикционная муфта отключается (под действием электромагнита М) и срабатывает тормоз Т; таким образом, хлыст останавливается для пиления. После цикла пиления и возвращения пилы в исходное положение конечный выключатель (на схеме не показан) включает реле АРБ; цепь питания РП₁ и РП₂ замыкается, включается фрикционная муфта и отключается тормоз; снова начинается движение хлыста.

Чистое время остановки привода подачи можно рассчитать по следующей формуле

$$t_T = \frac{GD_{\text{прив}}^2 \cdot n}{375 (M_T + M_C)} + \frac{0,975 \cdot G' \cdot v^2}{n (M_T + M_C)},$$

где $GD_{\text{прив}}^2$ — суммарный, приведенный к валу двигателя, маховой момент, кг·м²;

n — число оборотов электродвигателя, *об/мин*;

M_T — тормозной момент, кг·м;

M_C — статический момент сопротивления привода, кг·м;

G' — вес ствола, кг;

v — скорость подачи, *м/сек*;

Полное время остановки привода подачи будет равно

$$t_{\text{ост}} = t_0 + t_T,$$

где t_0 — время срабатывания реле РП₁ и магнитов муфты и тормоза.

Приведенный маховой момент привода подачи агрегатного станка равен

$$GD_{\text{прив}}^2 = GD_M^2 + GD_T^2 + GD_{\text{ц. п.}}^2 + GD_{\text{ш}}^2,$$

где GD_M^2 — маховой момент ведомых дисков муфты сцепления, $кг \cdot м^2$.

GD_T^2 — маховой момент тормозного шкива, $кг \cdot м^2$;

$GD_{ц. п.}^2$ — приведенный к валу двигателя маховой момент цепной передачи, $кг \cdot м^2$;

$GD_{ш}^2$ — приведенный к валу двигателя маховой момент рязух и конических шестерен, $кг \cdot м^2$;

$GD_{прив}^2 = 0,59 + 1,7 + 0,09 + 0,09 = 2,47 кг \cdot м^2$;

чистое время остановки для скорости $0,75 м/сек$ и ствола весом $0,5 т$ будет равно $\approx 0,17 сек$.

Полагая, что ускорение при торможении постоянно, путь торможения можно определить по формуле

$$S_{ш} = \frac{v \cdot t}{2} = 6,4 см.$$

Полный путь остановки ствола будет равен

$$S_{ост} = v_0 t_0 + S_{т.}$$

где $v_0 t_0$ — путь, проходимый хлыстом до начала торможения, при скорости $0,75 м/сек$

$$S_{ост} = 13,1 см.$$

Для определения истинного времени разгона и остановки привода подачи были произведены экспериментальные исследования работы привода.

Для этой цели устанавливались следующие датчики:

- 1) для замера скорости подачи — тахогенератор;
- 2) для измерения диаметра хлыста — прогибомер, соединенный с корпусом рязухи;
- 3) отметчик времени.

Кроме того, на ленту осциллографа МПО-2 записывалось напряжение на катушке реле $РП_1$ (тип ЭП-41) и реле $РС$ (тип ЭП-42). По этим записям можно определить момент срабатывания реле. Одна из осциллограмм приведена на рис. 4. Результаты испытаний привода подачи представлены в табл. 1.

Таблица 1

Измеряемая величина	Обозначение	Время срабатывания (сек), определенное	
		экспериментально	теоретически
Разгон привода подачи			
Время включения реле $РП_1, РП_2$ и магнитов муфты $М$ и тормоза $Т$	Δt_2	0,15	—
Время чистого разгона привода	t_p	0,5	0,48
Остановка привода подачи			
Время срабатывания реле $РП_1, РП_2$ и магнитов муфты и тормоза	Δt_1	0,09	—
Время чистого торможения	t_T	0,18	0,17

Путь остановки ствола при скорости $0,75 м/сек$ оказался равным $S_{ост} = 13,5 см$, что очень близко к расчетному ($13,1 см$).

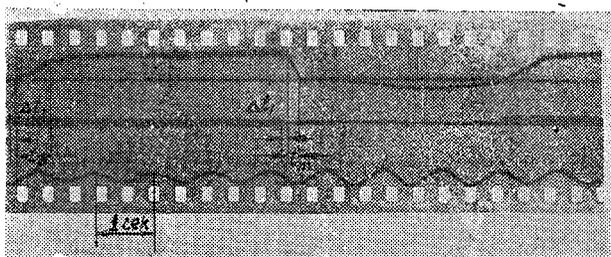


Рис. 4. Оциллограмма работы привода подачи.

До сих пор мы говорили лишь о максимальной скорости подачи. Ниже приводятся данные о пути остановки для скорости подачи 0,5 и 0,37 м/сек.

v м/сек	0,75	0,5	0,37
$S_{\text{ост}}$ см	13,5	7,5	5,1

Как видно, разница в пути остановки при скорости 0,75 и 0,5 м/сек довольно велика и не дает возможности пользоваться одной установкой мерника. Разница же в длине пути при скорости 0,5 и 0,37 всего 2,4 см, что дает возможность для этих скоростей пользоваться одной установкой мерника длины.

Ввиду этого на пульте управления станка должно быть два переключателя для каждой длины: один для скорости 0,75 м/сек и второй — для скорости 0,37 и 0,5 м/сек.

Весьма важным является вопрос о влиянии веса ствола на точность остановки. Как видно из приведенных выше формул, время торможения привода, на которое влияет вес ствола, будет равно.

$$\Delta t_{\tau} = \frac{0,975 G' \cdot v^2}{1430 (M_{\tau} + M_c)} \text{ сек};$$

при весе ствола, равном нулю, $\Delta t_{\tau_1} = 0$;

при максимальном весе ствола $G' = 2$ т будем иметь

$$\Delta t_{\tau_2} = 0,013 \text{ сек.}$$

Максимальная ошибка в измерении длины от разницы веса ствола будет равна

$$\Delta S = \frac{v}{2} (\Delta t_{\tau_2} - \Delta t_{\tau_1})$$

$$\Delta S = 0,5 \text{ см.}$$

Таким образом, влияние веса ствола на путь остановки несущественно.

Как известно, в большинстве существующих в настоящее время раскряжевочных агрегатов производится остановка хлыста для раскряжевки. В агрегате Свердловского механического завода (руководитель работы кандидат технических наук А. В. Худяков) хлыст движется без остановки, а пила имеет возможность перемещаться вместе с хлыстом во время пиления.

Ввиду того, что были высказаны пожелания осуществить на агрегатном станке УЛТИ аналогичную схему, определим аналитически эффективность такого метода. Найдем, насколько можно понизить скорость подачи при этой же производительности, если осуществить процесс пиления без остановки хлыста.

Время раскряжевки хлыста с остановками для пиления

$$T_0 = \frac{l_x}{v_1} + z t_1 + t_2.$$

где l_x — длина хлыста, м;
 v_1 — скорость подачи, м/сек;
 z — число резов;
 t_1 — полное время одного цикла пиления, сек;
 t_2 — время разрыва между хлыстами, сек.

При работе без остановок для пиления время раскряжевки будет равно

$$T_1 = \frac{l_x}{v_2} + t_2,$$

где v_2 — скорость подачи хлыста при непрерывном движении, м/сек.
 Как ранее было оговорено, полагаем, что $T_0 = T_1$, тогда

$$\frac{l_x}{v_1} + z t_1 + t_2 = \frac{l_x}{v_2} + t_2$$

или

$$\frac{l_x}{v_1} + z t_1 = \frac{l_x}{v_2},$$

откуда

$$v_2 = \frac{l_x}{z t_1 + \frac{l_x}{v_1}}.$$

Примем расчетные значения по данным производственных испытаний агрегатного станка в Бисертском ЛПХ (при среднем объеме хлыста $0,5 \text{ м}^3$): $l_x = 20 \text{ м}$; $v_1 = 0,75 \text{ м/сек}$; $t_1 = 3 \text{ сек}$; $z = 5$.

Скорость подачи при работе без остановок для пиления будет равна $0,48 \text{ м/сек}$.

Таким образом, возможно снижение скорости подачи на $0,27 \text{ м/сек}$, или на 36% при той же производительности. Определим путь перемещения пильного устройства при скорости подачи $0,48 \text{ м/сек}$ и времени пиления:

$$t_{\min} = 3 \text{ сек. для } d_{\min} = 20 \text{ см}$$

$$t_{\max} = 5 \text{ сек. для } d_{\max} = 50 \text{ см}$$

$$S_{\min} = v t_1^{\min} = 0,48 \cdot 3 = 1,44 \text{ м}$$

$$S_{\max} = v t_1^{\max} = 0,48 \cdot 5 = 2,4 \text{ м}$$

Однако при продольном перемещении пилы на $1,5 \div 2,5 \text{ м}$ пила не успеет вернуться в исходное положение при раскряжевке на короткие сортименты ($1 \div 3 \text{ м}$).

Ввиду этого придется все же иногда останавливать подачу, а это снизит производительность по сравнению с обычным вариантом с неподвижной пилой.

На основании приведенных расчетов можно сказать, что установка на агрегатном станке плавающей пилы дает возможность снизить скорость подачи примерно на 30% , что облегчает работу механизма обрезки сучьев, но в то же время приведет к снижению производительности станка и усложнению конструкции.

По нашему мнению, если идти по пути применения плавающей пилы, то необходимо устанавливать две пилы, работающие по очереди. Это мероприятие позволило бы, не снижая скорости подачи, повысить производительность станка примерно на 20%.

Производственные испытания показали, что рязухи привода подачи, снабженные продольными ребрами, обладают достаточной силой сцепления со стволом.

Недостатком существующего механизма подачи является то, что при малых диаметрах ствола ребра рязух сильно врезаются в ствол и иногда портят его.

Этот недостаток можно устранить, если задать рязухам переменное усилие зажима хлыста, то есть добиться уменьшения усилия зажима при уменьшении диаметра ствола. Для этого требуется некоторое изменение кинематической схемы в механизме сведения рязух.

Описанная схема мерника длины принципиально оправдала себя. Она очень проста сравнительно с системой заказа длины при помощи фотореле и обеспечивает не меньшую точность. Недостатком конструкции мерника является недостаточно быстрое возвращение скользящих контактов в исходное (нулевое) положение в зимнее время года при замерзании смазки. В настоящее время отрабатывается новая конструкция мерника, в которой предполагается устранить указанный недостаток.

На основании вышеизложенного можно сказать, что существующая принципиальная схема привода подачи обеспечивает нормальную работу станка. Для улучшения работы привода необходимо выполнить следующее:

- 1) снизить маховой момент привода путем уменьшения веса торозного шкива;
- 2) добиться снижения усилия зажима хлыста до 2 т при диаметре ствола 10 см, оставив прежним усилие зажима при диаметре 50 см;
- 3) подпружинить холостую рязуху, чтобы обеспечить постоянное ее поджатие к стволу.

Поступила в редакцию
30 декабря 1960 г.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ДЛЯ РАСКРЯЖЕВКИ ХЛЫСТОВ

В. В. ХАРИТОНОВ

Кандидат технических наук

(Московский лесотехнический институт)

Главным фактором, определяющим конструкцию автоматической установки для раскряжевки хлыстов, является технология производственного процесса и характеристика перерабатываемого сырья. Поэтому на кафедре механизации лесоразработок МЛТИ были проведены исследования по определению технологических параметров такой установки.

Все автоматические установки производят раскряжевку хлыстов двумя методами: индивидуальным и групповым (слепой раскрой).

От принятого метода раскряжевки в большой мере зависит вся технология производственного процесса на нижнем складе.

Нами были произведены экспериментальные исследования, в задачу которых входило сопоставление и оценка методов раскряжевки с точки зрения производительности установки и выхода деловой древесины. Расчет производительности производился по следующим общим формулам

$$\Pi_{\text{инд}} = \frac{T \cdot c_1 \cdot c_2}{t_{\text{ц}}} q_{\text{ср}} \quad (1)$$

$$\Pi_{\text{гр}} = \frac{T \cdot c_1 \cdot c_2}{\frac{\lambda}{v_{\text{н}}}} q_{\text{ср}}, \quad (2)$$

здесь T — рабочее время смены, сек;

c_1 — коэффициент использования рабочего времени смены;

c_2 — коэффициент загрузки установки;

$t_{\text{ц}}$ — время на раскряжевку одного хлыста, сек;

$q_{\text{ср}}$ — средний объем хлыста, м³;

λ — расстояние между упорами подающего транспортера, м;

$v_{\text{н}}$ — скорость продвижения подающего транспортера, м/сек.

Наиболее сложным является определение c_1 и c_2 ; они были установлены опытным путем в результате фотохронометражных наблюдений, проведенных по общепринятой методике в Бисертском и Афанасьевском леспромхозах. В результате обработки полученных материалов было определено $c_1 = 0,83$ и $c_2 = 0,95$.

Вычисленные по формулам (1) и (2) средние значения производительности приведены на рис. 1.

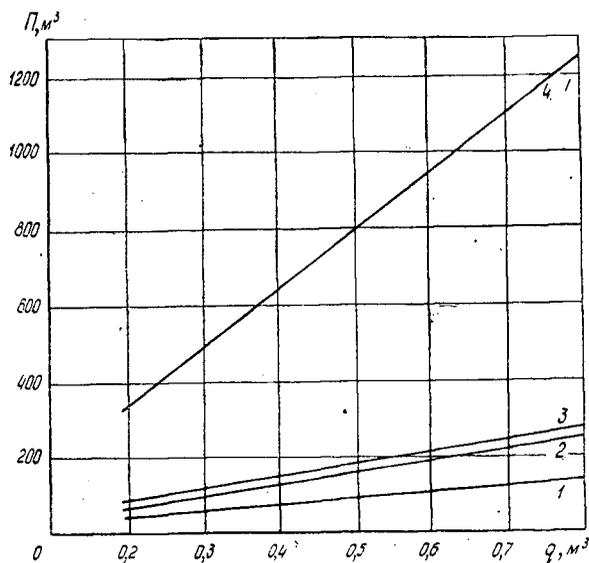


Рис. 1. Производительность полуавтоматических установок.

- 1 — штанговые пилы ЦНИИМЭ, балансирующая пила УЛТИ и ЛЛТИ;
 2 — плавающая пила Свердловского механического завода;
 3 — маятниковая пила СНИИЛП; 4 — установка слешерного типа.

Как видно, наиболее производительными являются установки, производящие раскряжевку хлыстов групповым методом.

При оценке методов раскряжевки хлыстов по выходу деловой древесины наиболее важным является сравнение этого выхода при групповом и индивидуальном методе раскряжевки хлыстов. Вполне очевидно, что при индивидуальном методе раскряжевки хлыстов, когда отпиливание каждого сортимента производится в строго установленной последовательности (от комля к вершине) выход деловой древесины будет максимально возможным. Совсем иначе обстоит дело при групповом методе, где хлыст раскряжевывается сразу по заданной программе. В настоящее время еще не созданы эффективные приборы, которые могли бы без участия оператора производить расстановку пил по оптимальной программе раскряжевки с учетом не только размеров хлыста, но и его породы и сортообразующих пороков. В этом случае необходимо вмешательство оператора. Таким образом, программа раскряжевки хлыстов определяется, как и при индивидуальном методе, самим оператором, причем сразу для всего хлыста, поэтому здесь будут иметь место значительные ошибки в программировании, так как практически невозможно сразу оценить весь хлыст и установить все возможные сортименты, получаемые из него. Поэтому возникает задача автоматического программирования. Очевидно, что при раскряжевке деловых хлыстов автоматическое программирование можно вести согласно его размерам. При раскряжевке же полуделовых хлыстов вмешательство оператора неизбежно из-за наличия пороков древесины и их расположения по его длине.

Таким образом, основным положением рационального программирования при групповом методе раскряжевки хлыстов являются размеры

хлыста, характер и размещение пороков по его длине. При рациональной раскряжке деловых хлыстов количество пил или вариантов программ должно составлять

$$m = a^{n-1}, \quad (3)$$

здесь m — количество пил или вариантов их расстановки;
 a — количество заготавливаемых длин сортиментов;
 n — порядковый номер пилы от комля.

Из этой зависимости видно, что даже при заготовке 6—7 длин сортиментов число пил или их возможных положений составит:

$$m = 6^{5-1} = 1296 \text{ шт.}$$

что практически трудно представить. Однако если учесть сложившуюся практику выпилки определенных длин сортиментов, то число пил можно свести к минимуму, а именно к 5—6. В этом случае спецификация заготавливаемых сортиментов будет весьма ограничена, что является одним из существенных недостатков данного метода раскряжки.

При раскряжке полуделовых хлыстов групповым методом рациональная расстановка пил, очевидно, будет определяться размерами и характером размещения сортообразующих пороков по длине хлыста. Поэтому правильное решение этого вопроса искали путем экспериментальных исследований.

Программа исследований размещения и размеров этих различных сортообразующих пороков по длине хлыста включала в себя определение необходимого числа наблюдений для получения достоверных данных общепринятыми методами теории вероятностей; классификацию материалов по породе, размерам хлыстов, видам пороков; обработку полученных материалов методами вариационной статистики; анализ полученных результатов и выводы.

Расчет числа наблюдений производился на основании формул вариационной статистики, при условии, что изучаемый признак принадлежит закону нормального распределения, что и было установлено.

Методика расчета числа наблюдений состояла в следующем. Производилась выборка наиболее распространенных основных сортообразующих пороков, таких как напенная гниль, стволовая гниль, кривизна, сучья. На основе имеющихся статистических величин M , σ , характеризующих собой среднее значение распространения порока по длине хлыста M и размер их колебаний σ , определилось необходимое количество наблюдений по формуле

$$n = \frac{v^2}{p^2},$$

здесь v — вариационный коэффициент;
 p — показатель точности.

В свою очередь

$$v = \pm \frac{100\sigma}{M} \%.$$

Показатель точности характеризует надежность получаемого или полученного значения исследования. Обычно считают, что результаты исследований весьма надежны, если показатель точности не превышает $\pm 5\%$. Вариационный коэффициент вычислялся на основании ста замеров хлыстов, пораженных напенной и стволовой гнилью. В результате произведенных вычислений было определено, что для получения

достоверных данных при изучении данного признака необходимо исследовать не менее 248 хлыстов каждого порока и разряда. Всего было обследовано более 6 тыс. м³ хлыстов. Обработка результатов исследований производилась методом вариационной статистики.

Экспериментальные исследования проводились в части лесосырьевой базы Щучье-Озерского леспромхоза (Ольховская УЖД), имеющей следующую основную таксационную характеристику: состав насаждений 8Е2П+Б; класс возраста V—VI; средний объем хлыста 0,3—0,35 м³; разряд насаждений — II.

В результате проведенных исследований было установлено, что распространенность и степень поражения данного лесного массива такими пороками, как гниль напенная, гниль стволовая, кривизна и суковатость, подчинено закону нормального распределения и зависит от возраста деревьев, а следовательно, и их размеров: степень поражения хлыстов такими пороками как морозобоина, сухобокость, прорость — является случайной. В табл. 1 приведены значения распространения этих пороков в зависимости от разряда хлыстов.

Таблица 1

Разряд	D	l	Порода	Количество хлыстов (%) с пороками				
				гнилью напенной	гнилью стволовой	кривизной	суковатостью	прочими
I	24	24	Е, П	46	5,8	0,83	—	1,2
I	24	24	Б	38	10,1	36,5	54,8	—
II	18	20	Е, П	36,5	4,95	3,38	—	1,5
II	18	20	Б	39	8,1	59,6	64,8	—
III	12	16	Е, П	27	2,57	4	—	1,1
III	12	16	Б	38	9,5	66,8	52,5	—

Как видно из таблицы, главным фактором, определяющим выход деловой древесины хвойных пород (ель, пихта), является напенная гниль, а для лиственных пород (береза), также кривизна хлыстов и наличие сучьев. Очевидно, что для рациональной разделки хлыстов пилы должны размещаться, главным образом, с учетом этих пороков.

Средние цифры, показывающие распространение пороков по высоте ствола (в метрах от комля), приведены в табл. 2.

Таблица 2

Разряд	Порода	Точки зоны поражения	Распространение зоны поражения (в м от комля) от			
			гнили напенной	гнили стволовой	кривизны	суковатости
I	Е, П	Начало	0	7,9	11	11,8
		Конец	1,5	16,5	12	15,2
I	Б	Начало	0	0,8	5,9	9,6
		Конец	3,1	14,9	11,7	16
II	Е, П	Начало	0	2,8	6,4	11
		Конец	2,2	12,4	8,3	14,2
II	Б	Начало	0	3	4,8	8,8
		Конец	3,5	13,5	11,5	15,5
III	Е, П	Начало	0	2,2	2,2	9,9
		Конец	2,7	11,9	5,5	14,2
III	Б	Начало	0	5,2	4,2	7,4
		Конец	3,6	11,0	11	13,9

Данные табл. 1 и 2 были использованы для расчета выхода деловой древесины при раскряжке хлыстов «условно» групповым методом. Программа раскряжки каждого хлыста определялась качественным рядом сортиментов и его размерами: диаметром на высоте груди, длиной, а также характером размещения пороков.

В табл. 3 приведены основные рациональные схемы размещения пил в зависимости от этих факторов.

Таблица 3

Ступени толщины хлыстов, см	Длина сортиментов, м	Коли- чество пил	Ступени толщины хлыстов, см	Длина сортиментов, м	Коли- чество пил
8	4—4	2	32	7—7—4—4—2	5
12	7—4	2	36	7—7—7—4	4
16	4—4—7	3	40	7—7—7—4—4	5
20	7—4—4—4	4	44	7—7—7—4—3—2	6
24	7—4—4—4	4	48	7—7—7—4—3—2	6
28	7—4—4—4	4	—	—	—

В результате раскряжки хлыстов на сортименты данными поставами был получен следующий выход деловой древесины (табл. 4).

Таблица 4

Порода	Выход деловой древесины (%) при методе		
	индиви- дуальном	групповом	разница
Ель, пихта	78,5	63,3	—15,2
Береза	52,4	36,3	—16,1
Ель, пихта (без напенной гнили)	78,5	71,0	— 7,5
Береза (без напенной гнили)	52,4	38,4	—14,0

Как видно из таблицы выход деловой древесины ниже на 7,5% для ели или пихты и на 14% — для березы. Следует отметить, что эти полученные значения будут являться неизбежной средней закономерностью и для других районов лесозаготовок Европейской части. Это подтверждается исследованиями Д. К. Воеводы и Д. Г. Веретенник, В. С. Петровского, Ю. В. Пикалкина. Вследствие этого применение группового метода раскряжки возможно только в условиях производства с полной переработкой и использованием древесины, так как в этом случае на различных стадиях технологического процесса можно производить вырезку фаутовых мест древесины.

На тех же предприятиях, где производится отгрузка древесины и в круглом виде, очевидно, наиболее целесообразным следует считать применение автоматической установки, производящей раскряжку хлыстов индивидуальным методом.

Второй технологической характеристикой для автоматических установок является схема раскряжки хлыстов. Есть две схемы: одноступенчатая, при которой хлыст раскряживается сразу на все спецификационные длины (долготье и коротье); двухступенчатые — при раскряжке хлыстов только на долготье с последующей его разделкой на коротье в соответствующих цехах. Оценка этих схем производилась также с точки зрения производительности установки и выхода деловой древесины, а также трудовых затрат на разделку 1000 м³ древесины.

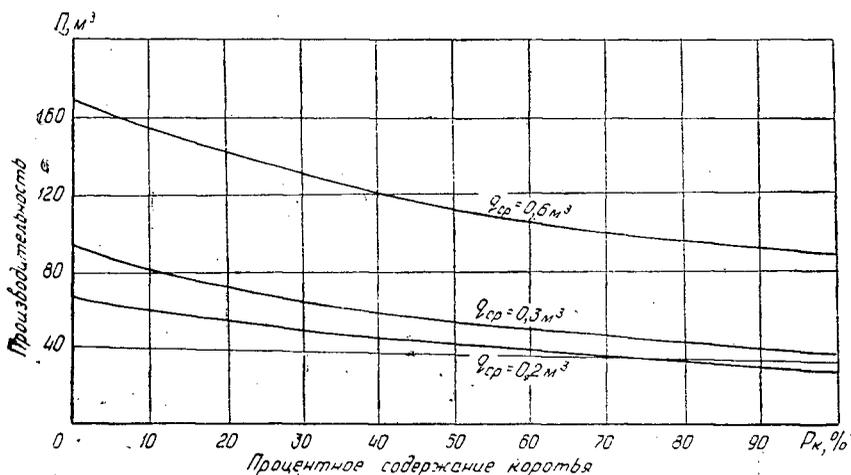


Рис. 2. Производительность автоматических установок в зависимости от процентного содержания коротья.

На рис. 2 приведены значения производительности автоматических установок в зависимости от процентного содержания коротья и среднего объема хлыста, подсчет которых производился согласно формулам (1) и (2). Как видно, при двухступенчатой схеме раскряжевки производительность в среднем выше на 20—40%. Однако выход деловой древесины (рис. 3) при одноступенчатой схеме увеличивается на 3,25%. При этом расчет количественного выхода деловой древесины при одноступенчатой схеме раскряжевки производился согласно заданной леспромхозу спецификации. Полученный выход сравнивался с «условной» раскряжевкой этих же хлыстов только на долготье.

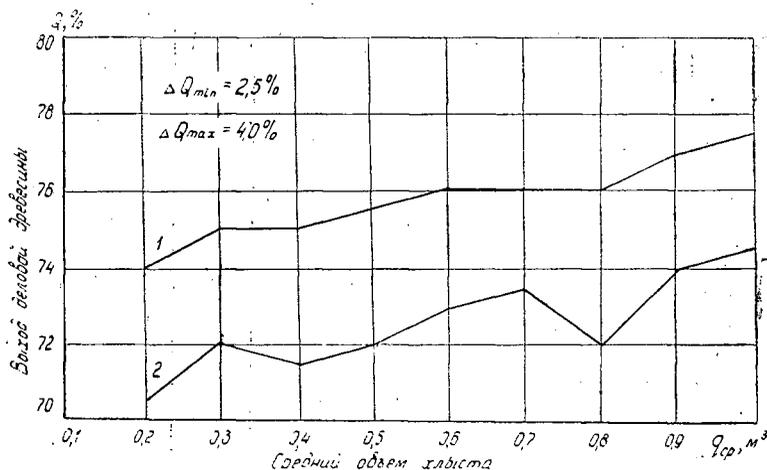


Рис. 3. Выход деловой древесины.

1 — одноступенчатый способ раскряжевки хлыстов; 2 — двухступенчатый способ раскряжевки хлыстов.

Сравнение этих схем по затратам труда на 1000 м³ древесины производилось по нормам выработки. Анализ полученных результатов (рис. 4) определяет явное преимущество одноступенчатой схемы, и

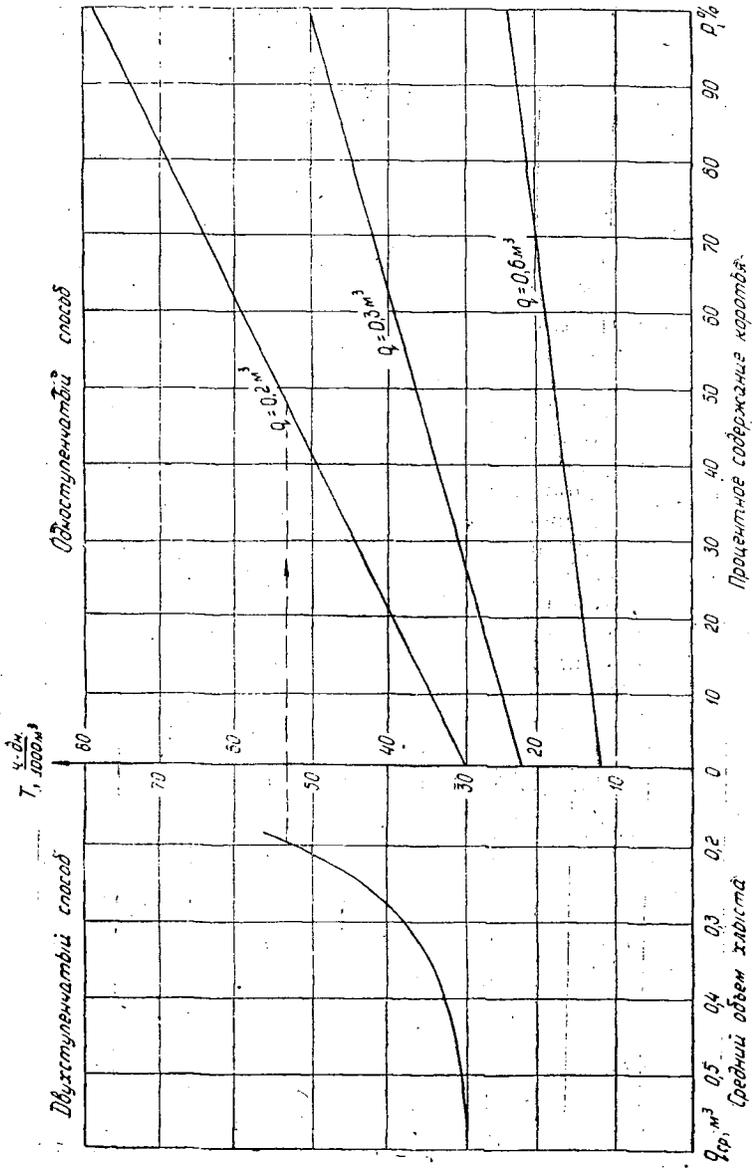


Рис. 4. Номограмма трудовых затрат в зависимости от способа раскряжевки хлыстов.

только на раскряжевке тонкомерных хлыстов на сортименты при содержании коротыя более 48% от общего объема, можно применять двухступенчатую схему.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы.

На предприятиях с полным использованием древесины как сырья автоматическая установка должна производить раскряжевку хлыстов групповым методом по двухступенчатой схеме.

На предприятиях, производящих только частичную переработку древесины, необходимо иметь автоматическую установку, производящую раскряжевку хлыстов индивидуальным методом по одноступенчатой схеме.

Важным технологическим параметром автоматических установок является характер кинематики движения пильного аппарата. Существующие установки по этому признаку можно разделить на следующие группы.

1. Автоматические установки с расчлененными рабочими операциями (штанговая пила ЦНИИМЭ, балансирная пила УЛТИ, ЦНИИМЭ, ЛЛТИ).

2. Автоматические установки с частично совмещенными рабочими операциями (плавающая пила ЦНИИМЭ и Свердловского механического завода, маятниковая пила СНИИЛП).

3. Автоматические установки с совмещенными рабочими операциями (установка СевНИИП).

Первая группа установок характерна поочередным выполнением всех рабочих операций: подача хлыстов под пилу на требуемую длину отпиливаемого сортимента, рабочий ход пильного аппарата, а затем его холостой ход.

Производительность таких установок определяется по формуле

$$\Pi = \frac{T \cdot c_1 \cdot c_2}{\frac{l}{v_{\text{ц}}} + n(t_p + 1)} q_{\text{ср}}, \quad (4)$$

где l — средняя длина хлыста, м;

$v_{\text{ц}}$ — скорость подачи хлыстов под пилу, м/сек;

n — количество сортиментов, выпиливаемых из хлыста;

t_p — время одного реза, сек;

$q_{\text{ср}}$ — средний объем хлыста, м³.

Вторая группа характерна частичным совмещением некоторых рабочих операций, например, резание и подача хлыста или холостой ход пилы и подача. Основным преимуществом данной группы является большая производительность, что видно из следующих формул и рис. 1:

а) установка с плавающей пилой

$$\Pi = \frac{T \cdot c_1 \cdot c_2}{\frac{l}{v_{\text{ц}}}}, \quad (5)$$

б) установка с маятниковой пилой

$$\Pi = \frac{T \cdot c_1 \cdot c_2}{n(t_p + 1)}. \quad (6)$$

Третья группа автоматических установок характерна полным совмещением всех рабочих операций и подачи, и резания, и холостого хода.

Производительность таких установок определяется по формуле (2).

Анализ влияния кинематики пильного аппарата этих установок на производительность (рис. 1, форм. 2—4—5—6) и выход деловой древесины (табл. 4) повторяют вышеприведенные выводы.

Оценка кинематики установок с частично совмещенными рабочими операциями с точки зрения производительности (рис. 1) и выхода деловой древесины, определяет преимущество установок, производящих раскряжевку хлыстов на нескольких транспортерах, количество которых определяется формулой

$$n \leq \frac{l}{t_p v}, \quad (7)$$

где l — максимальная длина сортимента, м;
 t_p — время резания, сек;
 v — скорость подающего или сортировочного транспортера, м/сек.

Главным технологическим недостатком установок с «плавающей» пилой является нарушение принципа рациональной раскряжевки, так как минимальная длина отпиливаемого сортимента составляет

$$l = (t_p + t_x) v, \quad (8)$$

где t_p — время резания, сек;
 t_x — время холостого хода пилы, сек;
 v — скорость перемещения хлыста, м/сек.

При существующих скоростях подачи хлыста наименьшая возможная длина сортимента составляет 3 м, поэтому при такой наименьшей кратной длине выпиливаемых сортиментов неизбежно уменьшение выхода деловой древесины.

К технологическим параметрам автоматической установки относятся и вариационная характеристика отпиливаемых длин сортиментов. В настоящее время имеются самые разнообразные устройства заказа длин, которые с технологической точки зрения можно подразделить на две группы: это заказ длин сортиментов только строго определенных размеров (дискретная система) и заказ длин сортиментов любых размеров (непрерывная система). Вполне очевидно, что при «жестком» режиме заказа длины отпиливаемых сортиментов неизбежны потери деловой древесины. Наши подсчеты показывают, что при выпилке сортиментов длиной только в 2,7—3—3,5—6 м эти потери составляют в среднем 2,5%.

Увеличение возможного количества отпиливаемых длин приведет к уменьшению потерь, но в конечном итоге не к полному их исчезновению. Вследствие этого дискретную систему заказа длины бревен следует считать нецелесообразной. Поэтому непрерывная система должна быть положена в основу конструкции автоматического устройства для заказа длины выпиливаемых сортиментов.

Изложенные выше теоретические исследования могут служить для определения основных технологических параметров автоматических установок для раскряжевки хлыстов.

ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДОРОГ НА БОЛОТАХ В г. АРХАНГЕЛЬСКЕ

А. А. ТКАЧЕНКО

Доцент, кандидат технических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Территория Архангельска по своему геологическому строению представляет весьма редкое, почти единственное в своем роде явление.

Основная часть города расположена на торфянике. Вновь застраиваемые кварталы располагаются также на торфянике толщиной в несколько метров.

Вопрос о строительстве в Архангельске дорог возник с момента основания города. Первые двести с лишним лет его существования вопрос этот не вызывал, видимо, особых затруднений, так как то время, как показывают раскопки, во всех старых русских городах на любых грунтах строились деревянные дороги. То же делали и в Архангельске.

В 1802 г. в практику городского строительства начали вводить дороги с каменным покрытием. В 1834 году вымощены три продольные улицы: ныне набережная В. И. Ленина, проспекты П. Виноградова и Чумбарова-Лучинского и несколько поперечных улиц между ними.

К концу семидесятых годов XIX века был замощен проспект Ломоносова, а также почти все поперечные улицы от Набережной до этого проспекта.

Конечно, все эти работы не могли бы быть выполнены, если бы мощению улиц не предшествовала осушка городской территории, которая велась практически с момента основания города.

Вообще осушительным работам в Архангельске уделялось значительное внимание, и, начиная с конца XVIII в., был разработан ряд проектов осушки города, которые в той или иной степени были претворены в жизнь. В то же время не было каких-либо специальных проектов строительства дорог; не было даже сделано обобщения опыта дорожного строительства на торфе.

Исключение представляет докладная записка по осушительным работам, составленная в 1931 г. ныне покойным инженером Горкомхоза А. А. Ткаченко. В этой записке есть раздел, посвященный каменным мостовым. В нем на основании проведенных в то время работ по изучению дорог указывается, что в Архангельске сложился особый тип дорожного полотна, названный в записке «мусорной насыпью», погрузившейся в торф. Автор считает, что наличие такого полотна предотвращает отрицательное влияние торфяного грунта на дорожное покрытие. Это подтверждается, по мнению автора, тем, что дороги в го-

роде, как на неторфяном грунте, так и на торфе, если под ними есть эта насыпь, находятся примерно в одинаковом состоянии.

В записке высказывается мнение, что необходимо путем изучения существующих дорог подойти к выбору оптимальной толщины насыпного основания. К сожалению, в последние годы при строительстве новых каменных мостовых этот вывод не был принят во внимание, и на вновь замаскируемых улицах проектный слой привозного грунта составлял 25 см, а фактический, из-за небрежного выполнения работ, и того меньше. В таком виде находился вопрос о дорожном строительстве к моменту начала наших исследовательских работ.

В ходе исследований мы наблюдали за строительством дороги по Костромскому проспекту, изучали строение существующих дорог путем бурения скважин и составления поперечных геологических профилей, измеряли упругие осадки покрытий дорог, а также (в небольшом количестве) давления в песчаном основании дороги.

Работниками Севпромпроекта по договору с АЛТИ были выполнены буровые работы и произведена высотная привязка этих работ. Всего на улицах Архангельска было разбито 40 поперечных профилей, на каждом из которых было пройдено по 5 скважин глубиной от 6 до 7 м. Три скважины на поперечнике закладывались в пределах покрытия дороги и по одной скважине с обеих сторон за ее пределами.

При бурении было отобрано 543 образца торфа для определения его влажности, ботанического состава и степени разложения. Проходка ряда скважин в полотне дороги вызвала большие затруднения, так как в этих скважинах были встречены мощные деревянные настилы и погребенная каменная мостовая.

По результатам бурения и нивелировки поперечников был составлен альбом поперечных профилей дорог на болотах.

Помимо специального бурения, строение дорожного основания изучали при поперечных раскопках улиц, которые проводятся при ремонте водопроводных и канализационных труб.

Для измерения упругих осадок дорожных покрытий при проходе автомобиля использовался виброграф марки ВР-1, который крепился на репер-штанге, заведенной в минеральное дно болота. При замере осадок автомобиль пропускался над вибрографом. Специальными опытами было установлено отношение величины осадки непосредственно под колесом автомобиля к величине осадки посередине, между колесами автомобиля.

Виброграммы упругих осадок были записаны на 13 поперечниках. Всего было записано 162 виброграммы.

Для изучения распределения давления в насыпном слое песка над торфом, покрытие дороги разбиралось, и в песчаное основание закладывались датчики давления.

Замерялись давления от заднего и переднего колес автомашины после установки этих колес над точкой покрытия, под которой располагались датчики*.

Обработка замеров давлений показала, что величины фактических давлений близки к величинам, определяемых по формулам теории упругости.

Положение дорог в пределах осушенной торфяной залежи и новой городской застройки определяет их особенности в сравнении с дорогами, проходящими по естественному болоту.

* Работа по подготовке аппаратуры и замеру давлений была выполнена аспирантом Астафьевым.

Особенности эти следующие.

1) При определении осадки торфа нельзя пользоваться коэффициентами, полученными для залежей, находящихся в естественном состоянии.

2) Торфяная залежь покрыта культурным слоем по всей территории, а не только над дорогой, и поэтому нет стабильной плоскости, от которой можно было бы отсчитывать осадку.

3) Дорожное полотно на городских дорогах практически не имеет насыпей в том смысле, что оно не возвышается над окружающей поверхностью. Таким образом, уплотнение торфа происходит за счет веса просевшего грунта.

4) Уровень грунтовых вод, по крайней мере часть года, находится ниже границы слоя неторфяного грунта, образовавшегося под полотном дороги.

Для разработки нового метода расчета на каждом исследованном поперечнике были измерены толщина покрытия и основания под дорогой, а также толщина культурного слоя за пределами дороги.

Рассмотрение этих величин позволило подметить следующую зависимость.

Если в кварталах толщина культурного и насыпного слоя мала, то под дорогой она значительно больше. Это характерно для сравнительно недавно (не более 50—70 лет) заселенных кварталов города. Для старых кварталов, заселенных сто и более лет тому назад, наблюдается иное соотношение.

Здесь, как правило, в кварталах толщина насыпного и культурного слоя такова же, как под дорогой, а в ряде случаев и превышает ее.

Для того чтобы уловить, насколько устойчива эта зависимость, на планшет наносились данные по каждому из исследованных поперечников (рис. 1).

Характер расположения точек говорит о том, что подмеченная зависимость подтверждается.

Происхождение этой зависимости объясняется следующим. Мощность культурного слоя в пределах городской территории определяется временем, в течение которого на данном участке местности находится поселение. В первом приближении можно считать, что толщина этого слоя пропорциональна времени, прошедшему с момента заселения участка.

На городских дорогах создание культурного и насыпного слоя происходит иначе. В первый период освоения территории торф под дорогой из-за многократного воздействия временной нагрузки

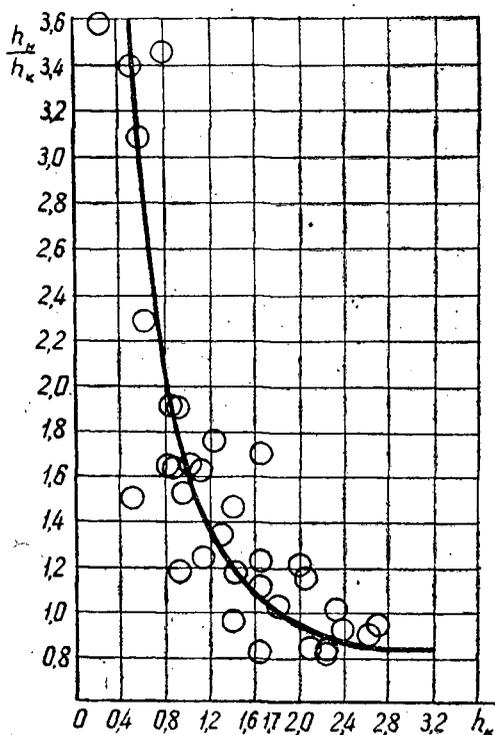


Рис. 1. Зависимость между толщиной насыпного и культурного слоя в кварталах (h_k) и отношением этого слоя под дорогой (h_n) к h_k .

садится на большую величину, чем в кварталах, и в результате посредине улицы образуются пониженные участки, которые заполняются водой. Для обеспечения проезда по дороге эти пониженные участки засыпались строительным мусором и привозным грунтом. Таким образом, в начальный период освоения улицы, до ее замощения, рост насыпного слоя под дорогой происходит быстрее, чем в кварталах.

После замощения рост отложений в кварталах шел с прежней интенсивностью, а на дороге практически прекращался, так как поверхность каменной мостовой очищалась от мусора. Рост насыпного грунта под дорогой теперь мог происходить только при перемощении улиц в результате подсыпки. Но поскольку толщина слоя подсыпки обычно по условиям планировки (вогнутый профиль) была незначительна, то на старых улицах толщина культурного и насыпного грунта в кварталах часто превышает толщину насыпного слоя грунта под дорогой.

Так, на наш взгляд, происходило формирование культурного слоя в кварталах и под проезжей частью улиц. В ряде случаев из-за наличия мочажин наблюдались отклонения, но в целом эта схема остается в силе.

В частности мы считаем неверным существующее в Архангельске мнение, что насыпной грунт проникает в торф, и относим происхождение пластов торфа, перемещенного с грунтом, за счет деятельности человека при рытье канав, осушительных коллекторов и котлованов под фундаменты зданий, раскопке огородов и т. п.

Путем математической обработки была найдена кривая, выражающая зависимость между толщиной культурного слоя в кварталах и отношением толщины слоя под дорогой к толщине культурного слоя в кварталах (рис. 1).

Поскольку при малой толщине культурного слоя большая осадка торфа под дорогой объясняется влиянием временной нагрузки, то абсциссу точки полученной кривой, соответствующую ординате, равной единице, можно считать толщиной насыпного слоя, в пределах которой на остаточную деформацию торфа оказывает существенное влияние многократное приложение временной нагрузки.

По графику (рис. 1) эта величина равна 1,70 м.

На основании учета перечисленных выше факторов был разработан метод определения деформации осушенной торфяной залежи в результате действия нагрузки от насыпного грунта.

При этом были приняты следующие допущения.

1) Осушенная торфяная залежь в пределах городской застройки обладает примерно одинаковой деформационной способностью (это вытекает из того, что влажность, степень разложения и ботанический состав торфа сравнительно однородны).

2) Величина деформаций торфяной залежи пропорциональна величине приложенной нагрузки, а величина нагрузки пропорциональна толщине культурного (насыпного) слоя грунта.

3) Объемный вес культурного и насыпного слоя грунта в кварталах и под дорогой одинаков, а горизонт грунтовых вод хотя бы часть года находится ниже подошвы культурного слоя.

С учетом этих допущений можно записать следующее равенство:

$$\frac{H_k - H_d}{H_k} 100 = A = k(h_n - h_k) + C,$$

где H_k — толщина слоя торфа в кварталах;
 H_d — толщина слоя торфа под дорогой;

- h_n — толщина насыпного и культурного слоя под проезжей частью дороги;
- h_k — толщина насыпного и культурного слоя в кварталах;
- k — коэффициент пропорциональности;
- C — коэффициент, учитывающий влияние временной нагрузки.

В данном уравнении выражение $\frac{H_k - H_n}{k} 100 = A$ представляет собой величину относительной деформации слоя торфа под дорогой.

Величина $h_n - h_k$ является толщиной слоя насыпного грунта, вес которого вызвал эту деформацию.

Для нахождения связи между этими величинами на планшетах (рис. 2) были нанесены характеристики для всех точек, расположенных на рис. 1 выше ординаты, равной единице.

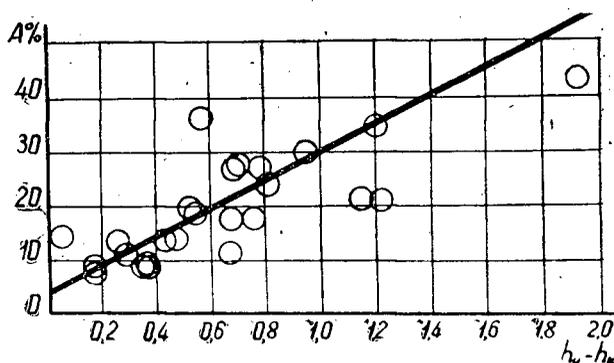


Рис. 2. Зависимость относительной деформации слоя торфа под дорогой (A) от толщины насыпного грунта ($h_n - h_k$), вызвавшего эту деформацию.

Расположение точек говорит о наличии связи между этими величинами. Искомая зависимость была принята линейной, и в результате математической обработки получено следующее уравнение прямой

$$A = 26,2(h_n - h_k) + 2,88.$$

Пользуясь этим уравнением, можно определить величину осадки насыпного слоя при строительстве дороги на осушенном торфяном грунте, а также при реконструкции дороги, проходящей по торфяному грунту. Однако пользоваться этой зависимостью можно рекомендовать лишь при величине $h_n - h_k$, меньшей 2 м, так как опытных данных, подтверждающих эту зависимость при большей величине $h_n - h_k$, как это видно из чертежа, не получено.

При расчете упругих осадок городских дорог можно воспользоваться ранее разработанным методом расчета для автомобильных дорог, проходящих за пределами городской застройки*. Применение этого метода в данном случае оправдывается тем, что перечисленные выше особенности городских дорог не изменяют предпосылок, на основании которых разработан метод. Разница лишь в том, что торф в основании городских дорог обладает несколько иными свойствами из-за осушения. Это должно отразиться на величине модулей упругих осадок.

* А. А. Ткаченко. Расчет упругих осадок насыпей автомобильных дорог на болотах. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1961.

Виброграммы показали, что на одном и том же поперечнике модуль упругой осадки меняется в зависимости от того, имеется ли в основании дороги слой мерзлого грунта. Наиболее низкие модули получены в период, когда этого слоя не было (в среднем 70 кг/см^2).

Далее путем использования этой величины были построены графики упругих осадок городских дорог на торфяном грунте в зависимости от приведенной толщины слоя насыпного грунта и толщины слоя торфа под этим насыпным слоем (рис. 3).

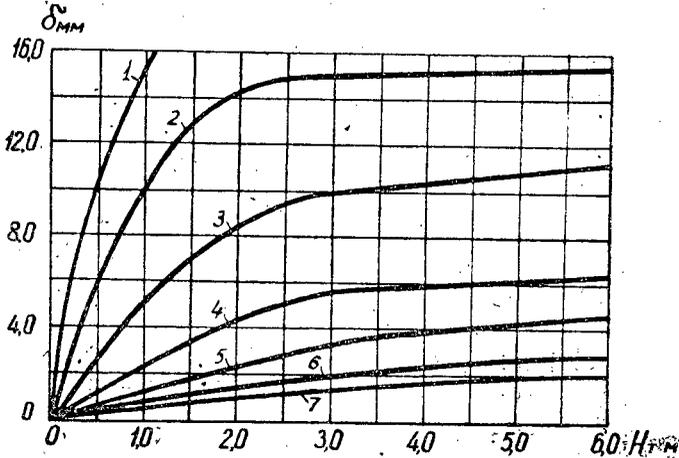


Рис. 3. Зависимость упругих осадок (δ) дорог от толщины слоя торфа под дорогой $n_{\text{т}}$ и приведенной толщины слоя насыпного грунта $h_{\text{н}}$.

1 — 0,5; 2 — 0,7; 3 — 1,0; 4 — 2,0; 5 — 3,0; 6 — 4,0; 7 — 5,0 м.

Затем была определена предельно допускаемая упругая осадка при двух интенсивностях движения: в 2000 и 200 автомашин в сутки. Далее путем использования графиков, приведенных на рис. 3, были построены графики необходимой приведенной толщины слоя насыпного грунта в зависимости от толщины слоя торфа под насыпью. Эти графики были построены из условия, чтобы максимальная упругая осадка при нагрузке Н-13 не превышала допускаемой.

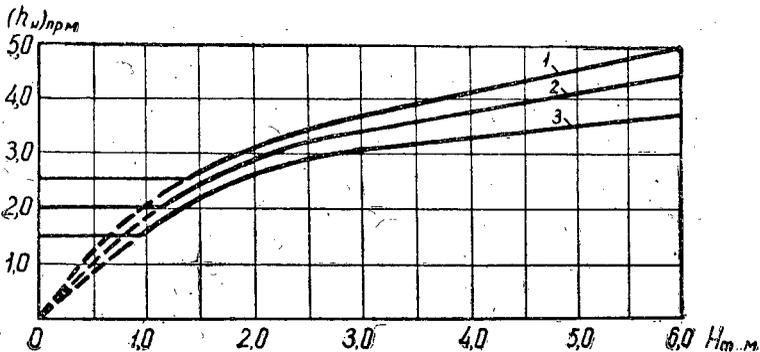


Рис. 4. Зависимость необходимой приведенной толщины насыпного грунта $(h_{\text{н}})_{\text{пр}}$ от толщины торфа под ним $H_{\text{т}}$ для различных типов покрытий.

1 — асфальтно-бетонные; 2 — черные; 3 — щебеночные и гравийные, каменные мостовые.

На рис. 4 приводятся такие графики при интенсивности движения 2000 машин в сутки, характерной для магистральных артерий города. Для интенсивности 200 машин в сутки были построены аналогичные графики, которые предназначены для проездов, не имеющих транзитного значения. Были также проведены опыты по изучению деформации торфа во времени при устройстве свай-дрен. Как показали исследования, они уменьшают абсолютную величину осадки основания дороги и, следовательно, затрудняют создание насыпного слоя грунта. Поэтому применение их при устройстве городских дорог неэффективно и даже вредно.

В отличие от проектирования дорог, проходящих вне населенных пунктов, когда основным моментом является определение величины осадки насыпи, при проектировании дорог в городе главным должно быть создание в основании дороги слоя грунта, обеспечивающего нормальную работу покрытия.

Решение этой задачи затрудняется тем, что вертикальное положение поверхности дороги определяется условиями вертикальной планировки городской территории. Городские дороги, как правило, не должны возвышаться над уровнем планировки кварталов; наоборот, для отвода поверхностной воды отметки их покрытия должны быть ниже отметок прилегающих кварталов.

С точки зрения строительства и реконструкции дорог городские территории по степени и срокам освоения могут быть разбиты на следующие пять групп:

1) Неосушенное болото в естественном состоянии. Осушка в ближайшие годы (10—15 лет) не планируется.

2) Неосушенное болото; осушка его планируется в ближайшие годы.

3) Осушка территории произведена, но культурный и насыпной слой отсутствуют.

4) Осушка территории произведена, торфяной грунт прикрыт сверху культурным и насыпным слоем грунта.

5) На торфяном грунте существует подлежащая реконструкции дорога с каменным покрытием.

Для каждой из перечисленных групп территории может быть намечен определенный конструктивный тип дорожного основания.

Для I группы следует применять конструктивные поперечные профили оснований дорог, разработанные нами ранее для автомобильных дорог, проходящих по болотам, которые находятся в естественном состоянии.

Для II группы следует рекомендовать устройство временных деревянных дорог или дорог с покрытием из сборных железобетонных плит при толщине слоя насыпного грунта не более 1,0—1,5 м. При более толстом слое насыпного грунта дорога после проведения осушки оказалась бы значительно выше окружающей поверхности, что нарушает требования вертикальной планировки территории.

Кроме того, при устройстве дороги вдоль трассы осушительного коллектора дорога выступает в роли плотины и затрудняет его работу по осушке прилегающих участков.

Для III группы территорий схема поперечного профиля дороги приведена на рис. 5. Требуемая толщина насыпного слоя грунта в этом случае может быть определена из выражения

$$h_n = (h_n)_{np} - h_n \left(\sqrt[2,5]{\frac{E_n}{E_n}} - 1 \right), \quad (1)$$

Наконец, в случае 5, если проводится реконструкция дороги, величина h_n также определяется из выражения (1), но при этом должно быть выполнено условие

$$h_n \leq h_{\text{раб}} + H_d \frac{A}{100} + h_d,$$

где $h_{\text{раб}}$ — рабочая отметка планировки при реконструкции;

A — процент осадки по рис. 2. В этом случае h_k принимается равным толщине насыпного слоя до реконструкции дороги (h_d).

Таковы принципы проектирования городских дорог в зависимости от степени освоения территории.

Поступила в редакцию
29 сентября 1961 г.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ, СВЯЗАННЫЕ С ПУСКОМ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Н. П. ПРОТОПОВ

Старший преподаватель

(Сибирский технологический институт)

В текущем семилетии перед работниками лесной промышленности стоит задача — резко увеличить объем вывозки деловой древесины, в которой остро нуждается народное хозяйство нашей страны.

Для выполнения этой задачи лесозаготовительные предприятия получили большое количество автомобилей ЗИЛ-150 (151) и МАЗ-200 (501). Содержание их требует наличия теплых гаражей, которых в леспрохозах не хватает. Гаражи временного типа имеют плохое отопление или совсем не отапливаются, поэтому автомобили, хранящиеся в них, перед запуском в зимний период требуют предварительного разогрева. Пуск непрогретого двигателя при низких температурах затрудняется, в основном, по следующим причинам:

1) резко возрастают усилия, необходимые для проворачивания коленчатого вала двигателя, вследствие значительного увеличения вязкости масла;

2) ухудшаются условия смесеобразования из-за плохого испарения бензина в холодном двигателе;

3) нагрев воздуха, поступающего в цилиндры дизельного двигателя, уменьшается из-за большой теплоотдачи холодным стенкам цилиндра и большой утечки воздуха через зазор между поршнем и цилиндром;

4) емкость аккумуляторной батареи понижается, одновременно падает напряжение под нагрузкой на ее зажимах, ухудшается искрообразование.

Кроме этого, при пуске холодного двигателя, вследствие нарушения режима смазки, повышается износ деталей и снижается срок их службы.

Сопротивление проворачиванию коленчатого вала

Большое количество проведенных опытов показало, что для надежного пуска необходима скорость вращения коленчатого вала: у карбюраторного двигателя — не менее 35—50 об/мин и у дизельного — не менее 100—120 об/мин.

Во время испытания двигателя ЗИС-5 оказалось, что при провертывании коленчатого вала со скоростью 30 об/мин момент сопротивле-

ния трению сильно возрастает с понижением температуры двигателя. Так; понижение температуры с -3° до -20° приводит к возрастанию величины крутящего момента вала почти в четыре раза.

Основной причиной, влияющей на величину момента сопротивления; является изменение вязкости масла, которая при понижении температуры быстро возрастает.

Вместе с тем установлено, что при одинаковой вязкости масел, но различной их сортности, момент сопротивления двигателя вращению может изменяться в среднем в 1,5 раза. Это говорит о том, что сопротивление двигателя при запуске зависит не только от вязкости масла, но и от других факторов. К ним Баррингтон и Лютвич относят скорость повертывания вала.

Некоторые исследователи в своих работах установили эмпирические формулы зависимости условного давления трения от числа оборотов коленчатого вала и абсолютной вязкости масла (И. С. Хвошев [3]) или от кинематического коэффициента вязкости масла и тактности двигателя (М. Л. Минкин [2]). Однако эти формулы дают величину момента сопротивления с учетом только рабочего объема двигателя, но не его конструктивных особенностей.

При более точном определении момента сопротивления для каждого типа автомобилей пользуются эмпирическими формулами, учитывающими трущиеся поверхности кривошипно-шатунного механизма, ход поршня и другие факторы.

Подготовка рабочей смеси

Для обеспечения запуска карбюраторного двигателя в смеси должно быть не менее 5% паров топлива. Коэффициент избытка воздуха при этом составляет 1,25.

Зимой, при возрастании удельного веса топлива, увеличивается подача его в единицу времени, увеличение же вязкости приводит к уменьшению скорости его истечения.

Удельный вес топлива изменяется мало — в пределах $0,725 \div 0,775$ при колебаниях температуры от $+40^{\circ}$ до -40° С.

Вязкость же топлива изменяется значительно. Так, при снижении температуры от 0° до -30° С вязкость бензина возрастает от 0,780 до 1,220 *спз*, то есть увеличивается на 57%.

Из теории гидродинамики известно, что при ламинарном движении жидкости (что наблюдается на малых и средних оборотах двигателя) скорость истечения жидкости обратно пропорциональна ее вязкости.

На основании этого можно сделать вывод, что зимой подача топлива при неизменной регулировке карбюратора уменьшается. Это уменьшение будет значительным лишь на малых и средних оборотах двигателя.

Увеличение подачи воздуха прямо пропорционально возрастанию его удельного веса. Увеличение же вязкости воздуха приводит к уменьшению скорости его движения; это в свою очередь, уменьшает подачу воздуха.

При перепаде температур летом и зимой с $+40^{\circ}$ до -40° С удельный вес воздуха повышается с 1,12 до 1,51, то есть на 35%. Это дает увеличение подачи воздуха (по весу) в карбюратор на 35%. В действительности это увеличение будет несколько меньше, так как параллельно увеличивается и вязкость воздуха, которая снижает скорость его движения.

Процесс образования рабочей смеси в основном зависит от тонкости распыления топлива и испарения его в потоке воздуха.

Тонкость распыления, которая характеризуется величиной среднего диаметра получаемых капель, зависит от скорости движения воздуха и от коэффициента поверхностного натяжения топлива.

Скорость движения воздуха в диффузоре и скорость истечения топлива из жиклера определяются величиной разрежения во всасывающей системе.

Скорость воздушного потока в диффузоре при запуске двигателя в 40—50 раз меньше по сравнению с рабочими режимами, так как пусковые обороты ($20 \div 100$ об/мин) не могут создать необходимую скорость воздушного потока. В результате этого распыление топлива происходит неудовлетворительно.

При малых скоростях воздуха образуются крупные капли топлива, которые не могут быть перенесены воздушным потоком в цилиндры. Эти капли оседают на внутренней стенке всасывающего коллектора в виде пленки.

Наряду с этим на скорость и полноту испарения существенно влияют диффузия паров (то есть проникновение паров топлива в воздух), температура топлива и воздуха, скрытая теплота испарения топлива и упругость его паров.

Для обеспечения пуска дизельного двигателя необходимо, чтобы температура воздуха при сжатии была выше температуры самовоспламенения топлива.

Минимальная температура, при которой дизельное топливо может еще самовоспламениться в сжатом до $28 \div 30$ кг/см² воздухе, составляет примерно 205°С, но при этих условиях очень велик период запаздывания воспламенения топлива.

При впрыске дизельного топлива в сжатый воздух, имеющий температуру 260°С, топливо воспламеняется только через 3,5 сек, при 350°С — через 0,08 сек и при 380°С — через 0,04 сек.

Для того, чтобы топливо успело воспламениться в положенное время, важна не минимальная температура самовоспламенения, а так называемая рабочая.

При пуске дизеля со скоростью вращения коленчатого вала 100 об/мин время на подготовку топлива к сгоранию составляет 0,04—0,05 сек. Для того, чтобы топливо самовоспламенилось, температура сжатого воздуха должна быть не ниже 400°С.

Некоторые авторы указывают, что для самовоспламенения дизельных топлив температура сжатого воздуха в современных дизелях должна быть не ниже 700°С. Чтобы нагреть воздух до такой температуры, его нужно сжать до $30 \div 35$ кг/см².

В зимнее время даже высокое давление часто не обеспечивает необходимого нагрева воздуха, так как всасываемый в цилиндры воздух во время впуска проходит вдоль холодных стенок цилиндров. Кроме того, во время сжатия происходит большая утечка воздуха через зазор между поршнем и цилиндром. Этот зазор в холодных двигателях достигает 0,4 мм.

Утечка воздуха будет тем больше, чем больше зазоры и чем медленнее движется поршень. Если при 200 об/мин коленчатого вала утечка воздуха под поршень в холодном двигателе достигает 5%, то при 50 об/мин эта утечка составляет 17%.

И, наконец, при пуске холодного двигателя, когда стенки цилиндров еще не прогреты, повышение температуры сжимаемого воздуха замедляется из-за отдачи тепла стенкам цилиндров. Отдача тепла будет

возрастать с увеличением разности температур сжимаемого воздуха и стенок цилиндров.

При впрыске топлива в цилиндры дизельного двигателя в струе топлива возникают вихревые движения его частиц со скоростью 150—200 м/сек.

В результате быстрого поступательного и вращательного движения отдельные частицы отрываются друг от друга по выходе из сопла и струя топлива разбивается на мелкие частицы. Частицы топлива, сталкиваясь с частицами сжатого воздуха, дробятся на еще более мелкие частицы, имеющие в среднем диаметр от 0,005 до 0,05 мм. Чем более тонкое распыливание дает форсунка, тем легче будет пуск двигателя. Тонкость распыливания зависит от формы и размеров сопла форсунки, от свойств топлива, давления впрыска и состояния воздушной среды.

В результате снижения давления и температуры воздуха в цилиндрах двигателя ухудшается испарение топлива, а также затрудняется его воспламенение.

Для работы двигателя, а также для облегчения пуска, большое значение имеет смесеобразование.

Хорошее перемешивание топлива с воздухом зависит не только от формы камеры сгорания, но и от скорости движения поршня. Чем меньше число оборотов коленчатого вала двигателя при пуске и меньше скорость поршня, тем хуже смесеобразование.

Распыливание топлива зимой также ухудшается из-за повышения вязкости топлива вследствие увеличения сил молекулярного сцепления между частицами топлива.

И, наконец, более холодное топливо хуже испаряется.

Для того, чтобы избежать действия вышеуказанных причин на пуск холодных двигателей при безгаражном содержании автомобилей, прибегают к предварительному разогреву их двигателей.

Падение емкости и напряжения аккумуляторных батарей

Аккумуляторные батареи при понижении температуры значительно снижают свою емкость, особенно при разряде их током большой силы. Так, например, при снижении температуры электролита от +30 до -18°С емкость аккумуляторной батареи при большом разрядном токе уменьшается в 4 раза, а число оборотов коленчатого вала, вращаемого стартером, примерно в 2 раза.

Основной причиной падения емкости аккумуляторной батареи при пониженных температурах является увеличение вязкости электролита.

Вязкость раствора серной кислоты в основном зависит от температуры.

Так, при изменении температуры от 30° до -30°С абсолютная вязкость 30%-ного раствора H_2SO_4 увеличивается от 1,546 до 12,2 *снз*.

Работоспособность аккумуляторной батареи ухудшается вследствие падения напряжения на зажимах.

При понижении температуры батареи с 20° до -70°С ЭДС на элемент падает с 2,116 до 2,081 *в*.

Значительно падает напряжение на зажимах аккумуляторной батареи при ее стартерном разряде.

Это падение в основном зависит от внутреннего сопротивления электролита. Так, для электролита с удельным весом 1,3 *г/см³* при изменении температуры от 40° до -18°С, оно увеличивается от 0,89 до 2,39 *ом/см*.

Падение напряжения аккумуляторной батареи может быть настолько большим, что делает невозможным запуск двигателя.

Для устранения этого явления аккумуляторы при зимней эксплуатации машин необходимо утеплять.

Износ деталей двигателя в момент его запуска

Работа двигателя при пониженной температуре приводит к чрезмерному износу его деталей. Особенно велики пусковые износы.

Многие авторы утверждают, что износы двигателя при пусковых режимах таковы же, как при эксплуатационных режимах (или даже превышают их). По опытам академика Е. А. Чудакова, у карбюраторного двигателя до 60% общей величины износа приходится на время пуска холодного двигателя. К этому же выводу пришли Н. В. Брусянец, Е. Г. Семенидо и ряд других исследователей. Некоторые авторы утверждают, что один пуск-прогрев двигателя при температуре стенок цилиндров — 18°С эквивалентен (по износу) пробегу автомобиля в 210 км. Н. П. Воинов [1] на основании проведенных им опытов пришел к выводу, что за один пуск при —25°С и при пробеге автомобиля ГАЗ-АА 260 км двигатель изнашивается на 0,40 г железа, а за пуск при 5°С при таком же пробеге — на 0,13 г железа.

При испытаниях автолов в НИИАТ было установлено, что пусковые износы двигателя ГАЗ-ММ при температурах окружающего воздуха —3°С за 1 час составляли 0,094 г железа, а с предварительным разогревом — 0,059 г/час, то есть на 37% меньше. В обоих случаях двигатель был заправлен одним и тем же автолом.

Несмотря на большое количество опубликованных работ, до настоящего времени нет исчерпывающей ясности в количественной оценке пусковых износов. Однако в среднем можно считать, что доля износов, приходящаяся на пусковой период, составляет около 50%.

Заключение

На основании вышеизложенного можно сказать следующее:

1) с понижением температуры холодного двигателя возрастает вязкость картерного масла. Это, в свою очередь, затрудняет проворачивание коленчатого вала двигателя при его запуске. Кроме этого, повышение вязкости масел нарушает смазку трущихся деталей двигателя, что приводит к повышенному износу двигателя;

2) приготовление рабочей смеси в карбюраторе холодного двигателя ухудшается из-за плохой испаряемости топлива и ухудшения смесеобразования.

При запуске холодного дизельного двигателя снижается температура сжимаемого в цилиндрах воздуха, что ухудшает процесс самовоспламенения впрыскиваемого топлива;

3) при низких температурах снижается емкость аккумуляторной батареи и напряжение на ее зажимах, ухудшается искрообразование.

Все эти причины затрудняют запуск холодного двигателя.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. П. Воинов. Как определить срок смены масла в автотракторных двигателях. Гостоптехиздат, М., 1946. [2]. М. Л. Минкин. Пуск автотракторных дизелей. Машгиз, М., 1948. [3]. И. С. Хвощев. Исследование пусковых свойств быстроходных дизелей. ОНТИ НКТП, М., 1938.

Поступила в редакцию
14 июня 1961 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

НОРМЫ РАСХОДА ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА
ДЛЯ ЯЩИЧНЫХ, ДОМОСТРОИТЕЛЬНЫХ И МЕБЕЛЬНЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ АРХАНГЕЛЬСКОГО СОВНАРХОЗА

Сообщение 2

Н. Е. КОНДРАТОВИЧ

Доцент, кандидат технических наук

Ю. И. ЮРЬЕВ

Доцент, кандидат технических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Для деревообрабатывающих предприятий Архангельского совнархоза характерны следующие особенности:

1) использование в качестве сырья, в основном, так называемых отходов от экспорта, то есть экспортных пиломатериалов, отбракованных из-за наличия некоторых дефектов;

2) широкий ассортимент вырабатываемой продукции, включая продукцию для экспорта.

Эти специфические условия оказывают непосредственное влияние на условия работы режущего инструмента и на его расход, и должны быть учтены при разработке зональных норм расхода инструмента. В данной статье приводятся нормы расхода дереворежущего инструмента для ящичных, мебельных и домостроительных предприятий Архангельского совнархоза*.

Наблюдения проводились на следующих базовых предприятиях: 1) в ящичных цехах ЛДК № 4 им. Ленина, Цигломенского ЛДК и ЛДК № 1; 2) в домостроительных цехах лесозавода № 2 «Красный Октябрь» и Котласского домостроительного комбината; 3) на мебельной фабрике Архбумкомбината.

Результаты наблюдений и расчет норм расхода основных видов дереворежущего инструмента приведены в табл. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

Расчет норм расхода дереворежущего инструмента произведен отдельно для каждого деревообрабатывающего производства. Однако условия работы станков в ящичном и домостроительном производствах примерно одинаковы; кроме того, как показывают данные наблюдений, при выполнении работ одного и того же характера расход инструмента также примерно одинаков.

* Методика разработки норм, а также нормы расхода режущего инструмента для лесопильных предприятий Архангельского совнархоза, рассмотрены в предыдущей статье (см. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1962).

Таблица 1

Расход ножей и фрез четырехсторонних строгальных станков

Показатели	Единицы измерения	Ящичное производство		Домостроительное производство		
		ножи тонкие	фрезы	ножи		фрезы
				тонкие	толстые	
Средний расход ножа (фрезы) на заточку и истирание	<i>мм</i>	0,42	0,09	0,33	0,259	0,09
Среднее время работы инструмента между заточками	<i>смен</i>	3,0	0,5	2,0	1,0	0,5
Средний расход ножа (фрезы) на станкосмену	<i>мм</i>	0,140	0,18	0,155	0,259	0,18
Число ножей (фрез), устанавливаемых в станок	<i>шт.</i>	12	2	12	4	2
Ширина ножей (диаметр фрез)						
максимальная	<i>мм</i>	35	180	35	100	180
минимальная	"	15	160	15	60	160
Нормальный расход ножей (фрез) на станкосмену	<i>шт.</i>	0,084	0,018	0,099	0,051	0,018

Таблица 2

Расход ножей и фрез рейсмусовых, фуговальных и фрезерных станков

Показатели	Единицы измерения	Домостроительное производство			Мебельное производство		
		ножи станков		фрезы	ножи станков		фрезы
		рейсмусовых	фуговальных		рейсмусовых	фуговальных	
Средний расход ножа (фрезы) на заточку и истирание при обработке деталей							
хвойных	<i>мм</i>	0,35	0,277	0,200	0,372	0,372	0,036
твердолиственных	"	—	—	—	0,375	0,472	0,05
хвойных клееных	"	0,60	—	—	—	—	—
Среднее время работы инструментов между заточками при обработке деталей							
хвойных	<i>смен</i>	3	2	2	3	2	0,28
твердолиственных	"	—	—	—	2	2,5	0,25
хвойных клееных	"	2	—	—	—	—	—
Средний расход ножа (фрезы) на станкосмену при обработке деталей							
хвойных	<i>мм</i>	0,116	0,138	0,100	0,124	0,124	0,128
твердолиственных	"	—	—	—	0,187	0,190	0,200
хвойных клееных	"	0,30	—	—	—	—	—
Число ножей (фрез), устанавливаемых в станок	<i>шт.</i>	4	2	1	4	2	1
Ширина ножей (диаметр фрез)							
максимальная	<i>мм</i>	35	35	180	35	35	120
минимальная	"	15	15	160	15	15	100
Нормальный расход ножей (фрез) на станкосмену при обработке деталей							
хвойных	<i>шт.</i>	0,0232	0,0138	0,05	0,025	0,0125	0,064
твердолиственных	"	—	—	—	0,037	0,019	0,01
хвойных клееных	"	0,06	—	—	—	—	—

Мебельное производство имеет много особенностей — применение твердых пород и т. п. Однако и здесь работа однотипных станков во многих случаях не имеет резких отличий от работы их в ящичных и

Таблица 3

Расход пил ленточных делительных и столярных

Показатели	Единицы измерения	Производство	
		ящичное	домостроительное
Средний расход на истирание при обработке деталей			
хвойных	<i>мм</i>	0,090	—
твердолиственных	"	—	—
Средний расход на заточку без плющения при обработке деталей			
хвойных	"	0,220	0,209
твердолиственных	"	—	0,218
Средний расход на заточку с плющением при обработке хвойных	"	0,89	—
Средняя периодичность заточки при обработке деталей			
хвойных	<i>смен</i>	0,5	0,615
твердолиственных	"	—	0,425
Средняя периодичность плющения при обработке хвойных	"	3,5	—
Средний расход пил на станкосмену при обработке деталей			
хвойных	<i>мм</i>	0,81	0,34
твердолиственных	"	—	0,51
Ширина пил			
максимальная	"	150	50
минимальная	"	75	25
Нормальный расход пил на станкосмену при обработке			
хвойных	<i>пог. м</i>	0,092	0,082
твердолиственных	"	—	0,122

Примечание. Для столярных пил средний расход на истирание из-за его незначительности объединен с расходом на заточку.

Таблица 4

Расход круглых пил ребровых станков

Показатели	Единицы измерения	Производство	
		ящичное	домостроительное
Средний расход на заточку и истирание по диаметру	<i>мм</i>	0,88	0,92
Средняя длительность работы пил между заточками	<i>смен</i>	0,5	0,5
Средний расход пил на станкосмену	<i>мм</i>	1,76	1,85
Диаметр пил			
максимальный	"	750	750
минимальный	"	450	450
Нормальный расход пил на станкосмену	"	0,0059	0,0062

Продолжение табл. 8

Показатели	Норма расхода, шт.	Аварийные потери, %	Полная норма расхода на станко-смену, шт.
твердолиственных	0,037	20	0,0445
хвойных клееных	0,060	20	0,072
Фуговальные станки			
ножи при обработке деталей			
хвойных	0,0125	20	0,015
твердолиственных	0,019	20	0,0228
хвойных клееных	0,030	20	0,036
Фрезерные станки			
фрезы при обработке деталей			
хвойных	0,0050	20	0,0060
твердолиственных	0,0100	20	0,0120
сборных узлов хвойных пород	0,0064	20	0,0077
Ленточно-пильные станки			
делительные			
пилы при обработке деталей			
хвойных	0,092	20	0,110
твердолиственных	0,138	20	0,165
столярные			
пилы при обработке деталей			
хвойных	0,082	—	0,60
твердолиственных	0,122	—	0,89
Круглопильные станки			
ребровые			
пилы при обработке деталей			
хвойных	0,0060	7,0	0,0064
твердолиственных	0,0090	7,0	0,0096
прирезные			
пилы при обработке деталей			
хвойных	0,0094	7,0	0,0100
твердолиственных	0,0141	7,0	0,0151
многопильные			
пилы при обработке деталей			
хвойных	0,048	7,0	0,051
твердолиственных	0,072	7,0	0,077
торцовочные			
педальные			
пилы при торцовке деталей			
хвойных	0,0012	56	0,0019
твердолиственных	0,0018	56	0,0028
типа ЦП и ЦПА			
пилы при обработке деталей			
хвойных	0,0023	15	0,0027
твердолиственных	0,0035	15	0,0040
концеранвители двухпильные			
пилы при обработке деталей			
хвойных	0,0031	15	0,0035
твердолиственных	0,0047	15	0,0054
концеранвители трехпильные			
пилы при обработке деталей			
хвойных	0,0046	15	0,0053
твердолиственных	0,0069	15	0,0079
круглопильные с ручной подачей Ц-5			
пилы при продольном раскрое пород			
хвойных	0,006	7,0	0,0064
твердолиственных	0,009	7,0	0,0096
пилы при раскрое			
фанеры	0,009	7,0	0,0096
древесно-стружечных плит	0,009	7,0	0,0096

О величине аварийного расхода дереворежущего инструмента

Ножи строгальных станков. Наблюдением за аварийным расходом ножей установлены следующие виды аварий: поломки (1,64 мм на станкосмену) и выкрашивание лезвий (0,98 мм на станкосмену), что составляет 156% нормального расхода.

Основной причиной поломок ножей является неправильное закрепление их при установке в валах. Аварийный расход по этой причине, составляющий по данным наблюдений 1,56 мм на станкосмену, должен быть исключен из нормы расхода.

Причинами выкрашивания лезвий являются инородные включения в древесине и дефекты подготовки.

Инородные включения в древесине вызвали расход 0,26 мм на станкосмену. Этот расход является неизбежным и должен быть включен в норму.

Таким образом, из всего аварийного расхода только расход, равный 0,34 мм, может быть признан неизбежным, подлежащим включению в норму. От нормального расхода пил он составляет 20%.

Фрезы. Аварийный расход фрез по данным наблюдений составил 0,15 мм на станкосмену, или 41,5 от нормального расхода.

Из всего аварийного расхода только расход, вызванный инородными включениями в древесине и составляющий 0,07 мм на станкосмену (или 20% от нормального), может быть признан неизбежным и включен в норму.

Ленточные делительные пилы. По данным наблюдений средний расход пил из-за аварий в связи с обрывом полотен, обрывом и фуговкой зубьев составляет 0,8 мм на станкосмену, или 99% от величины нормального расхода.

При определении нормы аварийного расхода из результатов наблюдений исключены аварии по следующим причинам: обрыв полотен пил по месту спая, обрыв узких пил шириной менее 85 мм.

Остальной аварийный расход, составляющий 0,16 мм на станкосмену, или 20% от нормального, подлежит включению в нормы.

Пилы ленточные столярные. Средний расход пил из-за аварий в связи с обрывом полотен и зубьев по данным наблюдений равен 2,14 мм на станкосмену, что к нормальному расходу составляет 630%.

Основной причиной аварий (главным образом, обрыва полотен) является низкое качество пил. В условиях, когда предприятиям поставляются пилы низкого качества, правильное нормирование расхода их затруднено. В настоящее время норма расхода столярных ленточных пил может быть установлена лишь с учетом полной величины аварийного расхода, определенной опытным путем.

Пилы педальных торцовочных станков. Аварийный расход из-за поломки дисков и обрыва зубьев составляет 0,13 мм на станкосмену, или 56% от нормального.

Причинами поломок дисков являются поперечные колебания их, приводящие к усталостным изломам. В педальных торцовочных станках с большими диаметрами пильных дисков при недостаточно жестких станинах этот расход неизбежен. Причинами обрыва зубьев являются металлические включения в древесине. Таким образом, для педальных торцовочных станков весь аварийный расход следует включать в норму расхода.

Пилы концевых торцовочных станков типа ЦПА. У данной группы станков пилы значительно меньших диаметров, станины достаточно жесткие, и поломка дисков не имеет места. В нормах подлежит

учету расход в результате поломки периферийной части и обрыва зубьев из-за металлических включений в древесине. Этот расход составляет 0,039 мм на станкосмену, или 15% от нормального.

Пилы станков для продольной распиловки. В круглопильных станках для продольной распиловки имеют место все виды аварий с пилами — поломка дисков, излом периферийной части и обрыв зубьев. Аварийный расход по этим причинам следует считать неизбежным, подлежащим учету в нормах расхода.

Этот расход составляет 0,13 мм на станкосмену, или 7% от нормального.

Вопрос о нормах расхода дереворежущих инструментов для ящичных, мебельных и домостроительных предприятий других экономических районов страны может быть решен после проведения аналогичной работы в этих районах. Результаты позволят решить, можно ли установить единые нормы для всех зон или же специфические условия различных экономических районов должны быть учтены введением поправочных коэффициентов.

Поступила в редакцию
25 декабря 1961 г.

ИЗУЧЕНИЕ ЛОЖНОГО ЯДРА КАВКАЗСКОГО БУКА

Б. К. ФЛЕРОВ

Доктор биологических наук

(Москва)

Изучение ядра двух близких видов бука (*Fagus orientalis* Lipsky и *F. silvatica* L.) продолжается уже свыше 100 лет. Начало ему было положено работами Т. Гартига [9], Р. Гартига [10, [11], [12] и Е. Германна [14]; несмотря на то, что исследования в этом направлении продолжаютя и до сих пор, данный вопрос никоим образом нельзя считать окончательно разрешенным.

Бук считают породой спелодревесной. Однако уже давно было известно, что у буковых деревьев, особенно старых, почти всегда можно различать резко очерченное бурое ядро и светлую заболонь.

Е. Германн [14] впервые высказал предположение, что это ядро, названное ложным, представляет собою защитную реакцию древесины против проникающих в нее грибных гиф. Наиболее подробно ложное ядро исследовали И. Тужон [19] и Е. Мюнх [17]. Они пришли к заключению, что ложное ядро представляет собой патологическое явление, возникающее под влиянием различных грибов. Этой точки зрения придерживались И. Лизе [15], Р. Гавелик [13], С. Ванин [2] и многие другие.

Микроскопические картины древесины, ложного ядра и заболони во многом различны (Б. Флеров и Н. Шемаханова [5]). Сосуды ядра всегда густо заполнены тиллами (рис. 1). Встречаются также грибные гифы, которые обычно сосредоточены в сосудах. В паренхиматических клетках и древесных волокнах заметно скопление особого бурого пигмента, имеющего вид неправильно очерченных зернышек. Никаких патологических изменений в тканях древесины ложного ядра, не имеющего гнили, обнаружить не удается.

По мнению Мюнха и некоторых других авторов, основной причиной образования тилл являются грибы. Согласно их точки зрения тиллы представляют собой своего рода защитное приспособление, противостоящее внедрению в ткани древесины грибных гиф.

По данным Е. Эбеса [8] тиллы могут образовываться и без гриба. Опытами автора этой статьи установлено, что

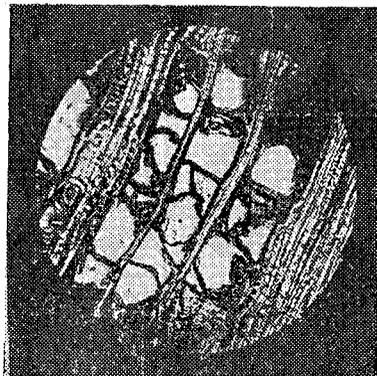


Рис. 1. Микроскопическая картина древесины ложного ядра. В сосудах видны тиллы.

тиллы образуются лишь при определенной влажности воздуха. Наиболее благоприятна для их развития относительная влажность воздуха около 50%, при 70% тиллы образуются в меньшем количестве; при влажности же воздуха, близкой к насыщению (90—95%), развитие их полностью прекращается. Таким образом, возникновение тилл следует рассматривать как своего рода защитную реакцию древесины против высыхания, а не против грибного поражения.

Как установлено нами [6], бурый камедоподобный пигмент представляет собой свернувшийся протопласт отмершей клетки. Подобное побурение происходит при воздействии на клетки самых разнообразных факторов: грибных токсинов, ядов, медленной усушки. Более поздними работами, проведенными в этом направлении, полностью отвергнуто толкование ложного ядра как образования паразитарного характера.

Еще в прошлом столетии один из первых исследователей бука Р. Гартиг высказал мнение, что причиной образования ложного ядра бука является воздух, проникающий в толщу древесины через открытые раны.

Более чем через 40 лет эту точку зрения подтвердил Б. Флеров [6], который на основании своих исследований пришел к убеждению, что ложное ядро следует рассматривать как образование непаразитарное. Подобные же взгляды позднее высказал Г. Циха [20] и некоторые другие.

И. Чернцов и М. Акиндинов [7] считают, что биологическая сущность и природа процессов ядрообразования у всех древесных пород едины. На основании этого они утверждают, что ядро бука и некоторых других лиственных пород следует признать не ложным, а нормальным, идентичным ядрам всех других древесных пород. По Чернцову и Акиндинову сущность процессов ядрообразования состоит в возрастной дифференциации тканей ствола, приводящей к отклонению от источников питания слоев древесины, уже утративших свое физиологическое значение. В этих слоях откладываются особые, так называемые «ядровые», вещества, повышающие стойкость их против грибов.

По данным В. Нечесаны [18] в стволе бука следует различать заболонь, спелую древесину и ядро. Ядро образуется у деревьев сравнительно старых, — возрастом в 120—180 лет. Образуется оно не всегда и в некоторых насаждениях не наблюдается. Появление его всецело связано с условиями произрастания бука. Ложное ядро бука никоим образом нельзя рассматривать как явление обязательное, и поэтому для него вполне целесообразно сохранить название «ложное».

Большое народнохозяйственное значение освоения огромных массивов буковой древесины Кавказа побудили автора заняться изучением некоторых, еще недостаточно освещенных, вопросов природы образования ложного ядра кавказского бука — *Fagus orientalis* Lipsky.

Цель настоящих исследований в основном сводилась к выяснению сущности ложного ядра и уточнению вопроса о рациональном использовании ядровой древесины.

Для этого в ряде районов Северного Кавказа и Закавказья выяснялись зависимость размера и внешнего вида ядра от возраста деревьев, а также влияние очистки дерева от сучьев на размеры ложного ядра. Изучалась также грибная флора различных деревьев с целью установления зависимости формы и цвета ложного ядра от присутствия в нем тех или иных грибов.

В разные годы исследования производились в следующих лесных массивах: лесная дача Тквибия в окрестностях Кутаиси; Теделет-Карз-

линская дача в Осетии; дача Зилахара в окрестностях Алагир; дача Мезмай Краснодарского края; Саурская лесная дача в Осетии и Баговская дача Краснодарского края.

Для выяснения связи между возрастом деревьев и внешним видом ложного ядра в разных дачах было подвергнуто анализу 291 дерево.

Методика работ сводилась к следующему: после валки опытных деревьев определялся их возраст, замерялся общий диаметр всего ствола и диаметр ложного ядра, производилось описание и фотографирование внешнего вида ложного ядра, а также выделение грибных культур.

Анализ полученного материала показал, что ложное ядро, несмотря на большое разнообразие его размеров и форм, по своему существу довольно однородно. Ориентировочно можно наметить три следующих типа ложного ядра:

1) простое ядро, однотонное, однородное, без прожилок, темно-красное, коричневатое, бурое, без всяких светлых участков, резко отграниченное от заболони;

2) мозаичное ядро, состоящее из различно окрашенных участков, располагающихся вокруг оси ствола, вследствие чего ядро имеет своеобразный «мозаичный» вид. Отдельные участки отграничиваются друг от друга и от заболони узкой темной полосой. Цвет участков весьма разнообразен: серый, темно-коричневый, почти черный (рис. 2, 3, 4);

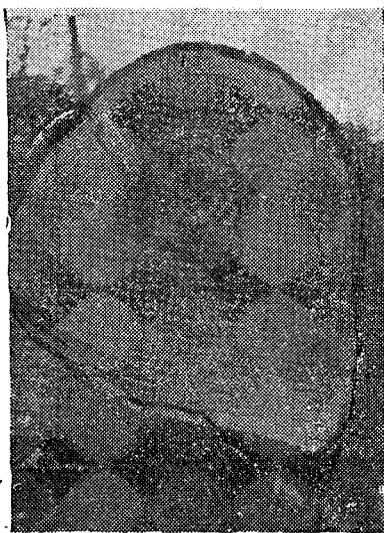


Рис. 2. Молодое ложное ядро мозаичного типа.

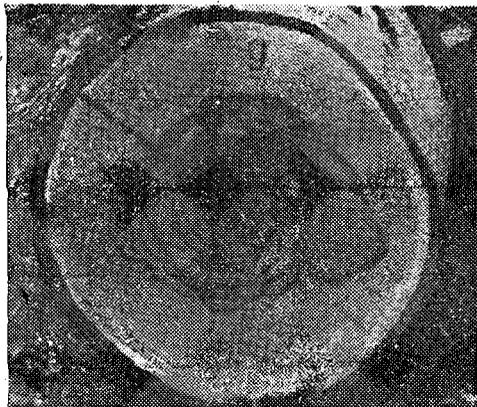


Рис. 3. Вполне развитое ложное ядро мозаичного типа.

3) старое ядро (самое большое по размерам), имеет неправильную форму с многочисленными отростками, заходящими острыми зубцами в заболонь. Резкой границы между отдельными участками, а также ядром и заболонью, нет; ядро занимает большую часть объема ствола, оставляя лишь узкую полосу заболони. В ядре этого типа, почти как правило, наблюдаются белые выцветы, представляющие собою начальную стадию гнили (рис. 5).

Большинство авторов, изучавших ложное ядро, также разбивало его по внешнему виду на несколько групп. Такие группировки приводятся Л. Зактрегером [3], Е. Германном [14], В. Нечесаны [18], Т. Ва-

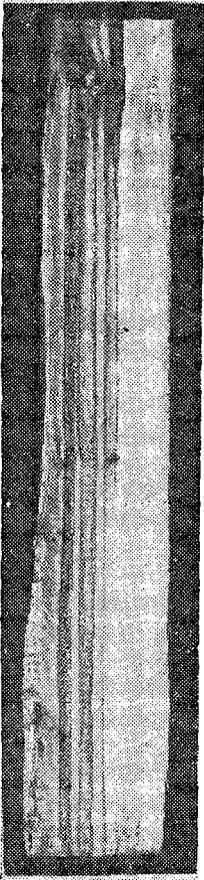


Рис. 4. Ложное ядро мозаичного типа. Продольный разрез ствола.

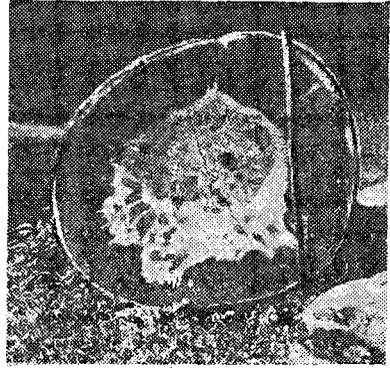


Рис. 5. Старое ложное ядро.

Таблица 1

Возраст деревьев в годах	Число деревьев с различными типами ложного ядра			
	I	II	III	без ядра
100—120	3	—	—	4
121—140	5	8	—	4
141—160	2	9	—	2
161—180	6	37	—	6
181—200	—	53	—	3
201—220	—	51	—	—
221—240	—	24	—	—
241—260	—	23	1	—
261—280	—	22	2	—
281—300	—	2	15	—
301—320	—	—	3	—
321—340	—	—	3	—
341—360	—	—	1	—
361 и выше	—	—	2	—
Итого	16	229	27	19

киным с соавторами [1]. Все эти группировки очень близки друг к другу и к составленной нами.

В изученных лесных массивах наибольший процент деревьев имеет возраст 180—300 лет. Сравнительно молодых деревьев (до 120 лет) немного. Перестойные деревья (возрастом свыше 300 лет) встречаются единично. В табл. 1 представлена связь между возрастом деревьев и типом ложного ядра. При анализе этой таблицы прежде всего бросается в глаза, что деревьев без ложного ядра обнаружено очень мало — 6,5% от их общего числа.

Без ядра встречаются лишь более молодые деревья, возрастом до 200 лет. Деревья старше 200 лет уже все имеют ложное ядро.

Процент деревьев с ложным ядром, приводимый для кавказского бука Л. Закрегером близок к нашему (около 95%). Большинство авторов, исследовавших западный бук (*Fagus silvatica*) — И. Тужон [19], Е. Мюнх [17], В. Нечессаны [18], — встречало меньшее количество деревьев с наличием ложного ядра. Объясняется это, в первую очередь, тем, что указанные авторы имели дело с более молодыми насаждениями.

Из описанных нами типов ложного ядра наибольшее распространение имеет второй тип — мозаичное ядро (84,2%). Первый тип встре-

чается лишь у более молодых деревьев, возрастом до 180 лет. Третий тип наблюдается только у старых деревьев, насчитывающих более 280 лет.

Ложное ядро образуется через глубокие раны, главным образом через отмершие сучья (рис. 6). В. Тунев [4], Р. Гавелик [13] и др. отмечали, что ложное ядро в большинстве случаев бывает связано не с одним сучком, а с несколькими (рис. 7). Побурения, вызванные несколькими ранами, появившимися в разные сроки, сливаются вместе, вследствие чего ложное ядро всегда состоит из отдельных различной величины участков (рис. 8). Размер каждого участка зависит от диаметра образовавшей его раны.

По мере роста дерева в толщину и образования на его стволе новых ран добавляются новые сегменты мозаики, и ложное ядро увеличивается в размере. Однако по данным Е. Мората [20] каждый отдельный сегмент далеко не всегда бывает связан с особой раной.

Таким образом, разница во внешнем виде ядра всецело зависит от стадии его развития. В виду того, что в однотипных насаждениях ложное ядро в основной своей массе образуется у деревьев одного и того же возраста, мы предположили, что должна существовать известная зависимость между возрастом деревьев и размерами ядра.

Для разрешения этого вопроса в Баговской и Саурской дачах было подвергнуто специальному анализу 542 дерева.

Производилось определение возраста деревьев, и на высоте 6 м от уровня земли измерялся диаметр ложного ядра. Высота в 6 м была принята за стандартную по тем соображениям, что на этом уровне ложное ядро обычно достигает наибольшего диаметра; к вершине же и комлю его размеры уменьшаются.



Рис. 6. Продольный разрез ствола. Видна связь ложного ядра с отмершим сучком.

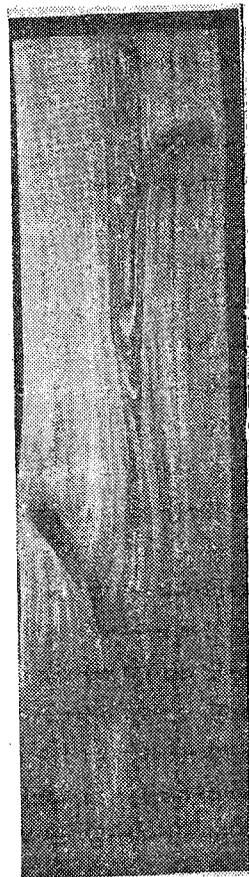


Рис. 7. Продольный разрез ствола. Видна связь ложного ядра с двумя сучками.

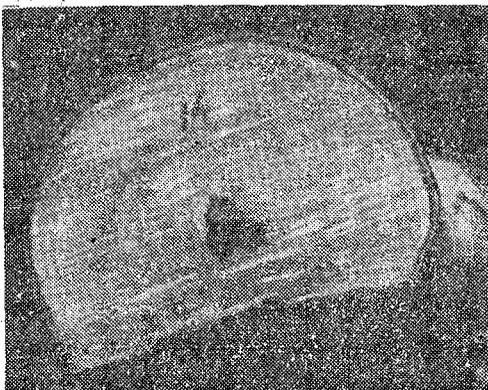


Рис. 8. Начальная стадия образования ложного ядра.

Итоги обработки этих данных помещены в табл. 2.

Таким образом, диаметр ложного ядра с повышением возраста деревьев увеличивается вполне закономерно.

Таблица 2

Возраст деревьев, лет	Диаметр ложного ядра, см	Число деревьев
100—150	13,7	112
151—200	23,0	272
201—250	31,0	138
251—300	37,4	20

Весьма интересная зависимость имеется между диаметром ложного ядра и очисткой стволов от сучьев (табл. 3).

Таблица 3

Длина кроны, м	Диаметр ложного ядра, см
23,0	19,5
19,4	24,8
15,3	31,0
14,2	37,2
13,1	34,4

Для наблюдения были выбраны деревья почти одного и того же возраста (около 200 лет).

Следовательно, с уменьшением длины кроны, то есть с большей очисткой деревьев от сучьев, диаметр ложного ядра увеличивается. Это обстоятельство вполне объяснимо. По мере очистки от сучьев, в стволе появляются свежие раны, что приводит к образованию новых ядерных сегментов, присоединяющихся к старому ядру.

Зараженное ложного ядра теми или иными грибами устанавливалась выделением грибных культур. Эта работа была приурочена ко времени валки деревьев.

Грибы выделялись на сусловую агаровую среду. Всего в разных дачах было произведено выделение из 300 деревьев. Перед этой операцией деревья подробно анализировались — определялся их возраст, описывался внешний вид ложного ядра.

После тщательной очистки и систематизации в выделенных культурах было установлено наличие свыше сорока штаммов различных грибов как несовершенных, так и базидиальных — типичных дереворазрушителей.

Многие грибы удалось определить, в том числе несовершенные и сумчатые — в том случае, если они давали в культурах спороношение.

Базидиальные грибы определялись путем сравнения развивавшейся в культурах грибницы с растущими в таких же условиях известными грибами, выделенными из плодовых тел.

Плодовые тела собирались с живых деревьев, пней и валежника. Анализ полученного материала показывает, что ложное ядро деревьев различного возраста значительно отличается друг от друга по своей микологической флоре. В противоположность этому одновозрастные деревья имеют в своем ложном ядре очень близкий видовой состав грибов.

В ложном ядре более молодых деревьев (не свыше 200 лет) не обнаружено ни одного опасного дереворазрушителя. Грибы, выделяемые из таких деревьев, в основной своей массе относятся к сравнительно безвредным несовершенным и сумчатым грибам, которые вызывают окраску древесины, но не ослабляют ее механическую прочность. Из базидиальных выделялся только сравнительно слабый дереворазрушающий гриб *Schizophyllum commune*.

В ядре более старых деревьев (200—250 лет), помимо деревоокрашивающих, встречаются и некоторые типичные дереворазрушающие грибы.

И, наконец, наиболее старые стволы в отдельных случаях оказываются пораженными уже самыми интенсивными дереворазрушителями: *Fomes applanatus*, *Fomitopsis pinicola*, *Coriolus versicolor*, *C. Zonatus*, *Daedalla gibbosa* *Stereum hirsutum*.

Многие деревья поражены сердцевинной гнилью. В то же время обследования, произведенные в разных районах Северного Кавказа и Закавказья, показали, что, несмотря на перестойность буковых лесов, количество деревьев, на которых развились плодовые тела дереворазрушающих грибов, ничтожно. Это как будто противоречит данным о том, что буковые деревья при достижении определенного возраста бывают в сильной степени заражены.

Однако следует учесть, что грибы встречались только в ядровой части древесины, заболонь же грибницы не содержала. Грибы, проникающие в стволы через отмершие сучья, проходя сквозь заболонные слои, по которым происходит сокодвижение и которые богаты влагой, но бедны воздухом, не задерживаются в них, идут дальше и поселяются лишь в ядре.

Наблюдения над сваленными деревьями показывают, что примерно через месяц после валки на торцах их ложного ядра вырастают плодовые тела различных грибов: *Pholiota*, *Stereum*, *Coriolus* и др. Это свидетельствует о том, что грибы, заключенные в ядре, достаточно сильно развились и вполне способны образовывать плодовые тела. Однако на живом дереве они не могут образоваться по той причине, что слои древесины, содержащие грибницу, окружены непроходимым для грибов футляром из заболони.

Лишь в том случае, когда деревья по той или иной причине ослабевают, что отражается на силе их транспирационного тока, многие грибы, в частности *Fomes fomentarius*, имеют возможность распространиться из ядра и в заболонные слои. После того как грибница укрепится в заболони, на поверхности стволов появляются и плодовые тела.

В подавляющем большинстве случаев разрушение грибами заболони буковых стволов не является первопричиной повреждения деревьев; гриб является лишь заключительным звеном цепной реакции.

В свете изложенных данных при процессе ядрообразования у бука следует различать два основных момента, не связанных друг с другом, но зачастую друг другу сопутствующих; это — проникновение в толщу ствола воздуха, следствием чего является развитие тилл, и в некоторых случаях — попадание в ядро грибной инфекции.

Это дает основание заключить, что ложное ядро бука следует рассматривать как образование не паразитарное. Оно представляет собой измененные под влиянием воздействия воздуха части ствола, состоящие из слоев древесины, утративших свои физиологические функции. Количество и размеры этих частей всецело зависят от количества глубоких ран на поверхности ствола.

На наш взгляд, вполне прав В. Нечессаны [21], который считает, что для ядра бука следует сохранить термин «ложное». Его никак нельзя признать вполне идентичным ядрам других, типично ядерных древесных пород, у которого ядро, как правило, всегда появляется при достижении деревом определенного возраста. У бука же ядро возникает не всегда. Правда, в очень редких случаях, но все же наблюдаются высокоразвитые безъядерные деревья (рис. 9).

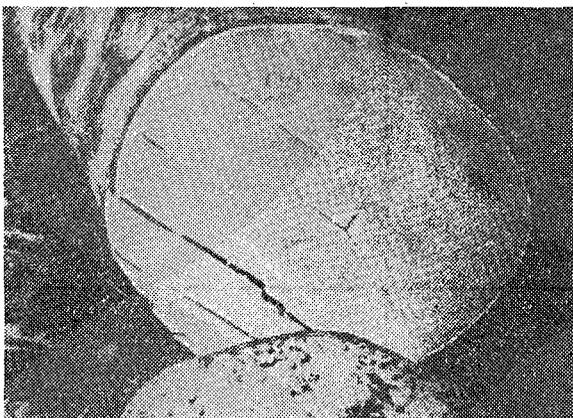


Рис. 9. Ствол бука без ложного ядра.

Поэтому никоим образом нельзя считать, что при достижении определенного возраста у всех буковых деревьев обязательно должно появиться ядро. Возникновение ядерных элементов и размеры образующегося ядра у бука не закономерны и зависят от причин более или менее случайного характера, в частности, они в сильной степени связаны с очисткой стволов от сучьев. Вполне понятно, что в разных насаждениях процесс этот может протекать по-разному и с различной скоростью.

Переходя теперь к вопросу о практическом использовании древесины ложного ядра, можно утверждать, что ввиду непаразитарного характера данного образования не встречается никаких принципиальных возражений против использования этой древесины для большинства изделий наравне с заболонью.

Физико-механические свойства ядровой древесины, как показали многочисленные исследования, не ниже заболонной.

Естественно, что все это относится лишь к вполне здоровому ядру без всяких признаков хотя бы начальных стадий гнили.

Отбраковать фаутовое ядро бука легче, чем какой-либо другой древесной породы, так как в ложном ядре бука уже при начальной стадии загнивания, когда еще незаметно почти никакого снижения механической прочности древесины, появляются отдельные белые выцветы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Т. Вакин, И. А. Чернцов и М. В. Акиндинов. Исследования ложного и морозного ядра из Закарпатской области. Труды института леса АН СССР, т. XVI, 1954. [2]. С. И. Ванин. Грибные повреждения бука и влияние их на качество древесины. Сборник Ленинградского института инженеров путей сообщения, вып. СХІ, 1932. [3]. Л. Зактрегер. Бук восточный в промышленности и строительстве. Закгиз, Тифлис, 1936. [4]. В. Тунев. Что такое красный бук. Журн. «Лесопромышленное дело» № 7, 1929. [5]. Б. К. Флеров и Н. М. Шемаханов.

ва. Болезни Закавказского бука. Сборник института материалов НКПС № 8, М., 1931. [6]. Б. К. Флеров. Грибные повреждения Кавказского бука. (Диссертация доктора наук. Защищена в 1940 г.). [7]. И. А. Чернцов и М. В. Акиндинов. О природе ядрообразования у бука. Сборник трудов ЦНИИМОД «Физико-механические свойства древесины», Гослесбумиздат, 1953. [8]. E. Ebes. Vorming van thyllen in geveld benkenhout. Wegeningen, 1938. [9]. Th. Hartig. Naturgeschichte d. forstlichen Kulturpflanzen, 1851. [10]. R. Hartig. Untersuchungen aus d. Forstbotan. Inst. München, 2, 1882. [11]. R. Hartig. Holzuntersuchungen, Altes und Neues, Berlin, 1901. [12]. R. Hartig und R. Weber. Das Holz der Rotbuche in anatomisch-physiologischer, chemischer und forstlicher Richtung. Berlin, 1888. [13]. R. Havelik. Warum ist der falsche Kern der Buche nicht von Jahresringen begrenzt wie der natürliche Kern des ander. Bäumen. Berichte d. Deutschen Botan. Gesellschaft XLIII, H. 3, 1925. [14]. E. Hermann. Über die Kernbildung bei der Rotbuche. Zeitschr. f. Forst und Jagdwesen, 1902. [15]. Y. Liese. Eigenartige Rotkernbildung der Buche, Forstarchiv, 9, 1930. [16]. E. Mörath. Der Frostkern der Buche. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung H. 13, 1931, Wien [17]. E. Münch. über krankhafte Kernbildung. Naturwissensch. Zeitschr. f. Forst- und Landwirtschaft, 8, 1910. [18]. V. Necessary. Yadro Bucu. Bratislava, 1958. [19]. Y. Tuzson. Anatomische und mycologische Untersuchungen über d. Zersetzung und Konservierung d. Rotbuchenholzes. Berlin, 1905. [20]. H. Zycha. Über die Kernbildung und Vorgänge im Holz d. Rotbuche. Forst—Wissenschaftliches Centralblatt, 1948, 80—109.

Поступила в редакцию
10 ноября 1960 г.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМА ТОЧЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАДАННОГО КЛАССА ЧИСТОТЫ ПОВЕРХНОСТИ

А. А. ПИЖУРИН

Кандидат технических наук

(Московский лесотехнический институт)

Одним из главнейших показателей процесса резания древесины является качество получаемой поверхности.

Проблема чистоты обработанной поверхности стала настолько актуальной, что ни одно исследование по резанию древесины в настоящее время не может быть проведено без количественной оценки микронеровностей.

На основе работ, проведенных доктором технических наук, проф. Б. М. Буглаем [1], [2], [3], был составлен ГОСТ на чистоту поверхности древесины.

Классификация неровностей обработки и критерий оценки чистоты поверхности по ГОСТу 7016—54 могут быть успешно использованы при всех видах резания древесины, в том числе и точении.

Поэтому количественная оценка чистоты поверхности как при продольном (осевом), так и тангенциальном точении производилась автором с учетом всех видов неровностей, перечисленных в ГОСТе.

Зависимости чистоты обработки от основных технологических и геометрических параметров точения описаны автором ранее [4], [5], [6] и поэтому в данной статье не приводятся.

Здесь рассмотрим зависимости кинематических неровностей от некоторых параметров резцов и технологических факторов, а также опишем метод выбора режима точения, исходя из заданного класса чистоты поверхности.

Кинематические неровности на поверхности, обработанной точением, в первом приближении есть не что иное, как след резца в результате вращательного движения и поступательного движения подачи.

На поверхности, обработанной на токарном станке, можно наблюдать невооруженным глазом ряд чередующихся выступов и впадин в виде «резьбы». Очевидно, наличие «резьбы», расположенной по винтовой линии, не зависит от формы резца: последняя может повлиять, в основном, на вид винтовой поверхности.

Если рассечь поверхность тела вращения (рис. 1), то мы обнаружим волны в виде ряда выступов и впадин, напоминающих по форме вершину резца.

Расстояние между двумя соседними вершинами выступов характеризует длину кинематической волны, которая при продольном точении определится величиной подачи U_n на один оборот детали (или по-

дачей на один резец U_z), а при тангенциальном точении с поперечной подачей резца — отношением $\frac{U_{n_0}}{\text{tg } \varepsilon_0}$ (при $\varepsilon_0 \neq 0^\circ$).*

При рассматривании поверхности тела вращения в направлении движения резания, в сечении обнаружили линию, близкую к окружности, но с небольшими неровностями, характеризующими профиль продольной шероховатости. Наличие вибраций приводит к получению профиля с правильными волнами синусоидальной формы, характеризующими продольную волнистость поверхности. В случае отсутствия вибраций поперечная шероховатость будет значительно больше продольной.

При точении теоретическая высота кинематической волны зависит, в основном, от формы режущих лезвий резцов и от подачи. Очевидно с увеличением подачи при всех прочих равных условиях высота кинематической волны H_b будет возрастать. Изменение главного и вспомогательного углов встречи в плане φ и φ_1 также повлияет на величину высоты волны: увеличение их приведет к возрастанию H_b . Закругление вершины резца приводит к изменению не только величины, но и формы гребешков на обработанной поверхности. Увеличение радиуса закругления вершины резца ведет к уменьшению H_b .

С целью снижения H_b при точении целесообразно принимать возможно меньшие величины подачи $U_n \frac{\text{мм}}{\text{об}}$ углов φ и φ_1 и возможно большее закругление вершины резца.

Расчет теоретической высоты волны H_b при осевом точении целесообразно производить в зависимости от условий и основных параметров по следующим формулам.

1. При точении резцом, вершина которого не имеет закругления ($r=0$),

$$H_b = U_n \frac{\text{tg } \varphi \cdot \text{tg } \varphi_1}{\text{tg } \varphi + \text{tg } \varphi_1}, \quad (1)$$

где H_b — максимальная высота гребешка (кинематической волны), мм;

U_n — подача в мм на один оборот детали при точении одним резцом, (или U_z — подача на резец, или при точении несколькими резцами одновременно);

φ — главный угол встречи в плане;

φ_1 — вспомогательный угол встречи в плане.

2. При точении резцом, вершина которого закруглена некоторым радиусом r , а величина подачи меньше радиуса закругления ($r > 0$; $U_n < r$)

$$H_b = r - \sqrt{r^2 - \frac{U_n^2}{4}} \quad (2)$$

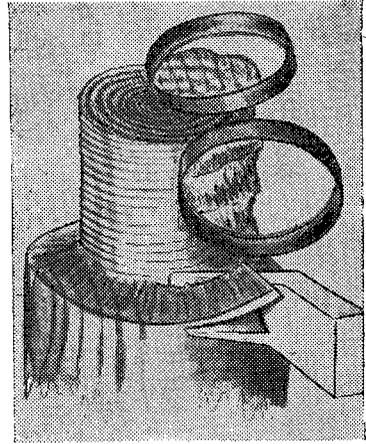


Рис. 1. Неровности обработки при точении древесины.

* ε_0 — угол скоса режущего лезвия резца [6].

или

$$\frac{U_n^2}{4} = 2H_b \cdot r - H_b^2.$$

Так как H_b^2 мала по сравнению с $2H_b \cdot r$, можно написать приближенно

$$H_b = \frac{U_n^2}{8r}. \quad (3)$$

3. В случае точения резцом с прямыми режущими кромками и углами встречи в плане φ и φ_1 с учетом радиуса закругления вершины резца r в мм, но для $r < U_n$.

$$H_b = \frac{\left(U_n - r \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2} - r \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} \right) \sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi}{\sin (\varphi_1 + \varphi)}. \quad (4)$$

При осевом точении целесообразно главный угол встречи в плане принимать равным 45° , так как при меньшем значении его будет преобладать поперечное резание, сопровождающееся значительными неровностями и разрушения. Чтобы снизить неровности кинематического происхождения, угол φ_1 должен быть не менее 5° .

Проведенные автором опыты показали, что угол φ_1 , больший 5° , не приводит к улучшению чистоты обработанной поверхности, а кинематические неровности существенно возрастают. Например, для $\varphi = 45^\circ$ и $\varphi_1 = 5^\circ$, при $U_n = 0,6$ мм/об высота кинематической волны H_b будет 64,4 мк, а при тех же условиях, но при $\varphi_1 = 10^\circ$, максимальная высота волны будет равна 80 мк, то есть увеличивается на 28%.

Таким образом, при точении резцом с радиусом вершины, равным нулю, угол φ_1 следует принимать не более 5° .

Величина ожидаемой теоретической высоты волны, рассчитанная по формулам (1), (3) и (4) для шести ступеней подач, представлена в табл. 1.

Таблица 1

Длина волны l , мм	$H_b = l \frac{\operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi}$	$H_b = \frac{l^2}{8r}$ при r , равном			$H_b = \frac{\left(l - r \operatorname{tg} \frac{\varphi_1}{2} - r \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} \right) \sin \varphi \cdot \sin \varphi_1}{\sin (\varphi_1 + \varphi)}$ при $r = 0,2$ мм
		1 мм	2 мм	3 мм	
0,2	16,1	5,0	2,5	1,66	8,0
0,4	32,2	20,0	10,0	6,66	24,0
0,6	48,3	45,0	22,5	15,0	40,0
0,8	64,4	70,0	45,0	26,0	56,0
1,0	80,45	125,0	62,5	41,2	72,0
1,2	96,54	180,0	90,0	60,0	88,0

Из таблицы видно, что наименьшая высота волны при прочих равных условиях обеспечивается резцом с закругленной вершиной.

Зависимость теоретической высоты волны от длины волны и различных величин радиуса вершины резца представлена на рис. 2.

Из графиков следует, что наиболее благоприятным радиусом закругления является $r = 3$ мм. Из того же рисунка видно, что H_b в зависимости от l наиболее круто возрастает при r , меньшем 1 мм.

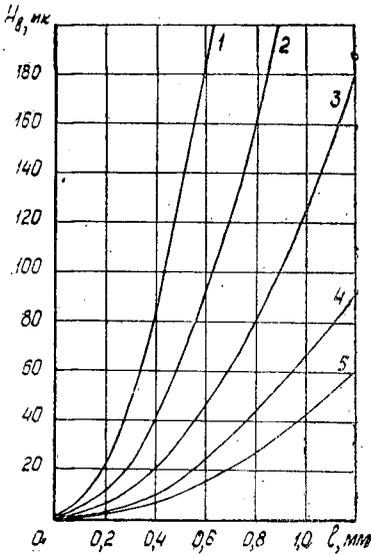


Рис. 2. Зависимость высоты волны от длины волны и радиуса закругления вершины реза при осевом точении древесины.
 1 — $r = 0,25$; 2 — $r = 0,5$; 3 — $r = 1,0$;
 4 — $r = 2,0$; 5 — $r = 3,0$.

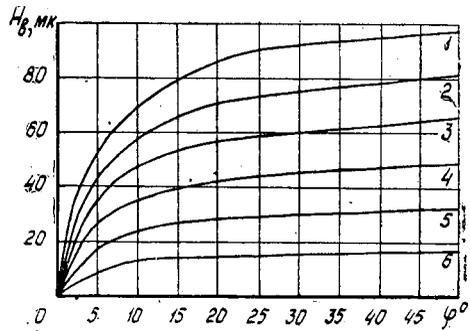


Рис. 3. Зависимость высоты волны от угла встречи в плане и длины волны при осевом точении древесины.
 $\varphi_1 = 5^\circ$.
 1 — $l = 1,2$; 2 — $l = 1,0$; 3 — $l = 0,8$;
 4 — $l = 0,6$; 5 — $l = 0,4$; 6 — $l = 0,2$.

На рис. 3 представлена зависимость теоретической высоты волны от главного угла встречи в плане для различных значений длины волны.

Согласно диаграмме, наиболее круто H_b возрастает в пределах изменения угла φ до 10° . Дальнейшее увеличение φ не оказывает существенного влияния на H_b , а при длине волны $l = 0,4$ и меньше это влияние совершенно прекращается уже при $20-25^\circ$.

Из диаграммы следует, что с точки зрения получения минимальной высоты волны целесообразно применять по возможности меньшие углы встречи в плане.

При тангенциальном точении с осевой или поперечной подачей, при расположении режущего лезвия реза под углом скоса $\varepsilon_0 > 0^\circ$, подсчет теоретической высоты волны необходимо приводить по формуле

$$H_b = \sqrt{r_0^2 + \frac{U_{n_0}^2}{4}} - r_0, \tag{5}$$

где r_0 — радиус готовой детали, мм;

U_{n_0} — поперечная подача реза на один оборот изделия, мм/об.

Разлагая в ряд Фурье и отбрасывая второй член из-за незначительности его, получим более простую формулу

$$H_b = \frac{U_{n_0}^2}{8r_0}. \tag{6}$$

Значения длины кинематической волны при тангенциальном точении с поперечной подачей от угла скоса лезвия реза ε_0 для различных величин подачи представлены на рис. 4. Из графиков видно, что с увеличением угла ε_0 длина волны уменьшается по некоторой кривой второго порядка. Наиболее интенсивное падение кривых наблюдается

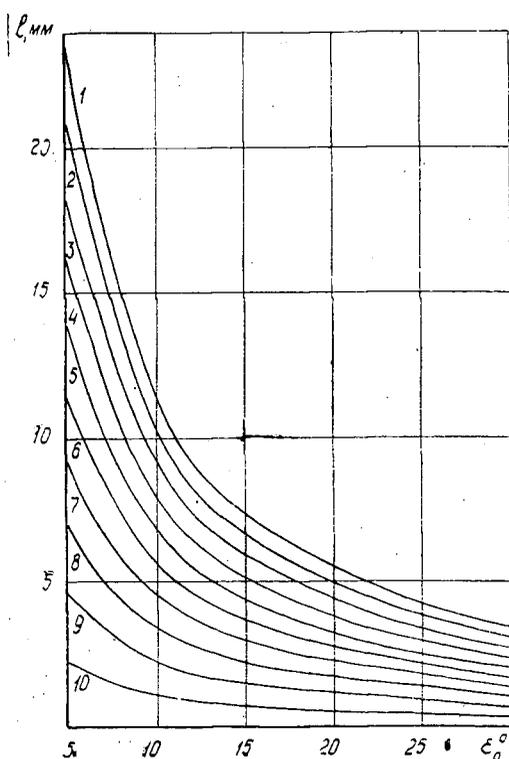


Рис. 4. Зависимость длины волны от угла скоса режущего лезвия и величины подачи при тангенциальном точении с поперечной подачей.

- 1 — $U_{n_0} = 2,0$; 2 — $U_{n_0} = 1,8$; 3 — $U_{n_0} = 1,6$;
 4 — $U_{n_0} = 1,4$; 5 — $U_{n_0} = 1,2$; 6 — $U_{n_0} = 1,0$;
 7 — $U_{n_0} = 0,8$; 8 — $U_{n_0} = 0,6$; 9 — $U_{n_0} = 0,4$; 10 — $U_{n_0} = 0,2$.

в пределах угла скоса до $10-12^\circ$. В дальнейшем с увеличением угла ε_0 , H_b уменьшается незначительно. При подачах, меньших $0,6-0,4$ мм/об, эта тенденция проявляется в большей степени.

Теоретическая высота волны H_b при тангенциальном точении в зависимости от подачи U_{n_0} для различных значений радиусов обработанных изделий (деталей) может быть определена из рис. 5.

Согласно графику наибольшая высота волны достигает 50 мк для подачи $U_{n_0} = 2$ мм/об при обточке детали радиусом $r_0 = 10$ мм (наиболее неблагоприятный случай). Для подачи $U_n = 1,2$ мм/об при осевом точении и наиболее благоприятной форме резца высота волны достигает 60 мк. Из сравнения осевого и тангенциального точения следует, что с точки зрения кинематических неровностей необходимо отдать предпочтение последнему.

Осевое точение является несвободным (закрытым) процессом резания, тангенциальное же с поперечной подачей при $\varepsilon_0 > 0^\circ$ — открытым, но так же, как и осевое, сложным процессом. Здесь резание происходит в поперечно-продольно-торцовом направлении с преобладанием поперечного резания. Хорошо известно, что резание поперек волокон сопровождается обычно вырывом частиц древесины — часто ниже плоскости обработки. Такие вырывы значительно превосходят

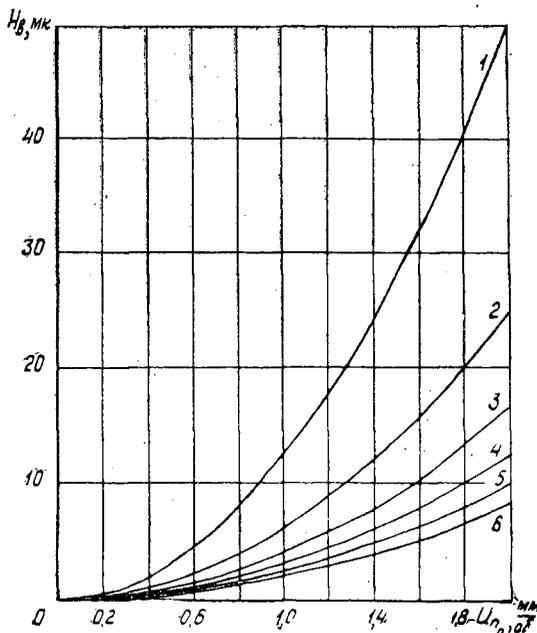


Рис. 5. Зависимость высоты волны от величины подачи и радиуса обработанной детали при тангенциальном точении с поперечной подачей.

1 — $r = 10$; 2 — $r = 20$; 3 — $r = 30$; 4 — $r = 40$;
5 — $r = 50$; 6 — $r = 60$.

по своим размерам высоты кинематических волн. Следовательно, при точении вообще, а тангенциальном в особенности, кинематические неровности могут быть величиной второго порядка.

Исходя из изложенного, при установлении режима точения по заданному классу чистоты необходимо наряду с кинематическими неровностями установить, при каких геометрических и технологических параметрах величина неровностей разрушения будет соответствовать желаемому классу чистоты обработки согласно ГОСТу 7016—54.

На рис. 6 представлена номограмма, позволяющая установить основные геометрические параметры резца, а также важнейшие технологические факторы, необходимые для обеспечения заданного класса чистоты обработанной поверхности. Необходимо отметить, что 10 и 9 классы чистоты могут быть получены лишь при обточке конусов, когда угол $\psi > 0^\circ$.

Рассмотрим на примере порядок выбора исходных параметров продольного и тангенциального точения для получения готовых деталей, соответствующих желаемому классу чистоты поверхности.

Пример 1. Требуется определить основные параметры при осевом точении для получения 8 класса чистоты поверхности.

Из номограммы (рис. 6) на оси ординат видим, что 8-й класс чистоты обработки может быть получен, если угол резания δ будет находиться в пределах $25-50^\circ$, подача — не более $0,3 \text{ мм/об}$ и т. п. (Таким образом, проверяем все необходимые технологические и геометрические параметры резца). При других значениях δ , U_n и др. чистота обработки будет иной. Так, $\delta = 60^\circ$, $U_n = 0,6 \text{ мм/об}$ соответствуют $\nabla 07$, а, например, при $U_n > 0,8 \text{ мм/об}$ чистота обработки резко ухудшается.

Может оказаться, что при данных параметрах кинематические волны имеют большее значение; тогда окончательно уточняем необходимые величины с учетом кинема-

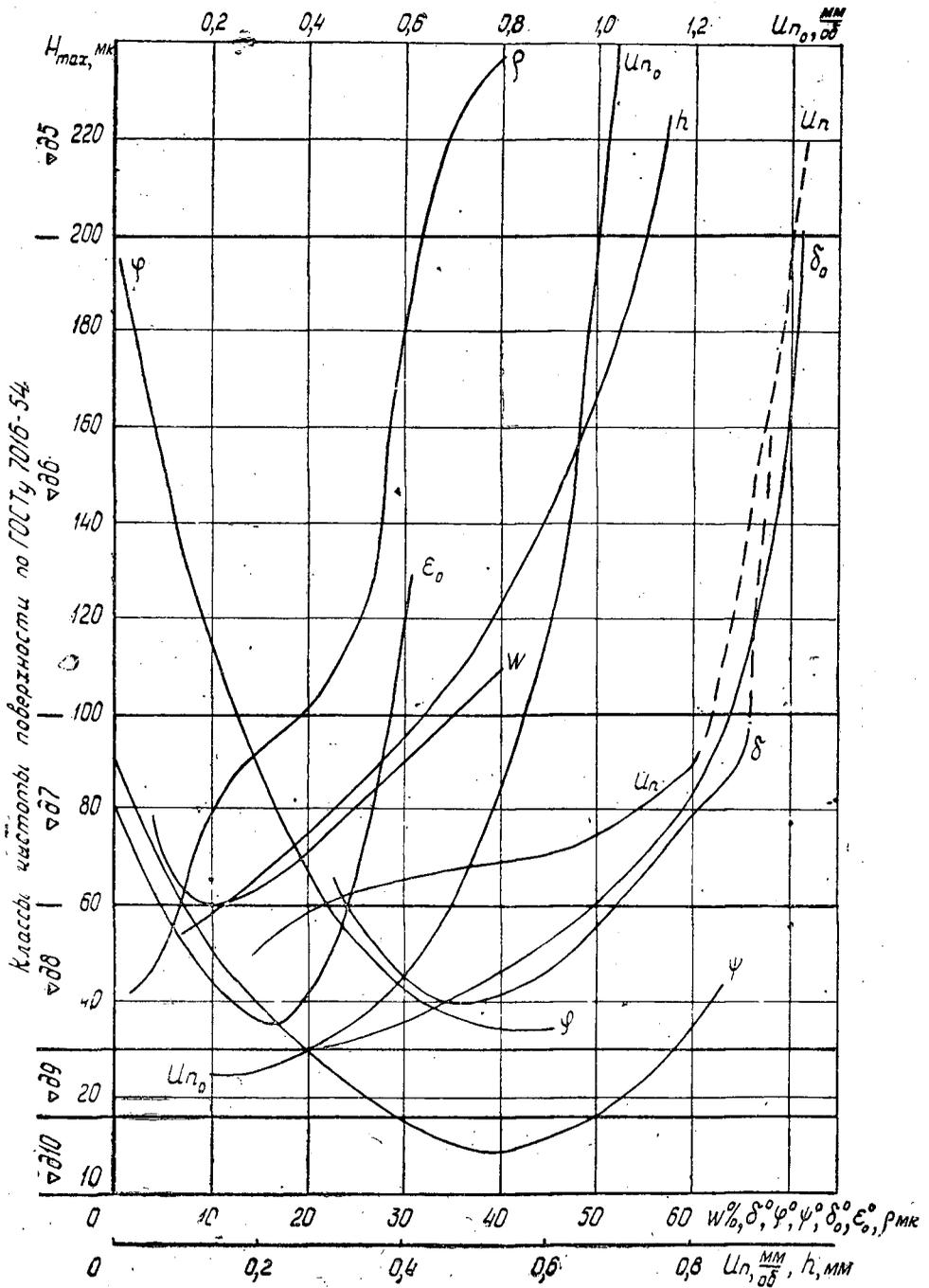


Рис. 6. Зависимость чистоты обработки H_{max} от основных параметров резания при осевом и тангенциальном точении древесины.

тических неровностей обработки по графикам 2 и 3 для осевого точения и 4 и 5 — для тангенциального.

Например, из графика $H_b = f(l, r)$ видно, что высота волны, соответствующая 8-му классу чистоты (до 60 мк), может быть получена при точении резцом с закругленной вершиной радиусом $r = 0,25$ мм при длине волны l (или подаче) не более 0,32 мм; при $r = 2$ мм l может быть равной 0,95 мм, при $r = 3$ мм, подача может быть увеличена до 1,2 мм.

Из графика $H_b = f(\varphi, e)$ находим, что высота волны $H_b = 60$ мк может быть получена при $l = 1,2$ мм; при этом угол встречи в плане должен быть не более 7° . Это определяем таким образом: от значения 60 мк на оси ординат параллельно оси абсцисс проводим линию до пересечения с кривой $l = 1,2$ мм, от точки пересечения опускаем перпендикуляр, и на оси абсцисс находим угол $\varphi = 7^\circ$. Если этот угол не подходит с точки зрения неровностей разрушения, то подбираем другой, более близкий к значению φ , найденному по номограмме. Для получения 8 класса чистоты поверхности из рис. 6 находим, что φ должен быть не менее 25° ; но наиболее высокий класс чистоты обработки будет при $\varphi = 40-50^\circ$. Чтобы высота волны соответствовала этому классу (см. рис. 3), необходимо подачу (или длину волны) брать не более 0,8 мм/об.

Пример 2. Для обеспечения 9 класса чистоты поверхности при тангенциальном точении с поперечной подачей находим из графиков 4 и 5, что величина подачи при обточке детали радиусом 10 мм и более должна быть до 1,2 мм/об (рис. 4), а угол скоса ϵ_0 должен быть не менее 5° (рис. 5).

Окончательно параметры обработки устанавливаем по номограмме (рис. 6).

Из номограммы следует, что 9 класс чистоты поверхности может быть обеспечен только при угле встречи с волокнами ψ в пределах от 20 до 58° .

Опыты показали, что при $\psi > 0^\circ$ остальные параметры обработки должны быть: U_{n_0} не более 0,8—1 мм/об; $\delta_0 = 40^\circ$; $\epsilon_0 = 30^\circ$ и $\rho = 5-10$ мк.

Пример 3. При черновом осевом точении древесины необходимо, чтобы неровности обработки не превышали 5 класса чистоты поверхности.

Для обеспечения данного класса чистоты нет необходимости обращаться к рис. 2 и 3, так как высота кинематической волны в этом случае является величиной второго и даже третьего порядка по сравнению с H_{\max} .

Поэтому из рис. 6 окончательно устанавливаем основные параметры, которые должны обеспечить обработку не ниже 5 класса чистоты, а именно:

- 1) подача U_n до 3 мм/об;
- 2) влажность W от 0 до 100%;
- 3) угол резания δ до 70° ;
- 4) угол встречи в плане φ от нуля до 90° ;
- 5) толщина стружки не более 0,6 мм;
- 6) радиус затупления резца ρ не более 30 мк.

Таким образом, имея разработанные основные нормативы чистоты обработки, можно грамотно управлять процессом точения древесины в производственных условиях и активно воздействовать на этот процесс.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. М. Буглай. Методы исследования и контроля чистоты обработки поверхности древесины. Научные труды МЛТИ, сб. 2. ГЛБИ, 1952. [2]. Б. М. Буглай. Новый прибор для оценки чистоты поверхности древесины. «Деревообрабатывающая промышленность» № 6, 1953. [3]. Б. М. Буглай. Исследование и нормализация чистоты поверхности древесины. Диссертация, МЛТИ, 1957. [4]. А. А. Пижурин. Влияние основных параметров резания на усилия резания и чистоту обработки при осевом точении древесины. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 3, 1959. [5]. А. А. Пижурин. О чистоте поверхности при точении древесины. «Деревообрабатывающая промышленность» № 9, 1959. [6]. А. А. Пижурин. Влияние геометрических параметров резца на усилия резания и чистоту обработки при тангенциальном точении древесины. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1960.

О ПРЕССОВАНИИ ПРОФИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ СТАНОЧНОЙ СТРУЖКИ

В. А. КУЛИКОВ

Доцент, кандидат технических наук

Т. В. МАЛИНОВСКАЯ

Инженер

(Ленинградская лесотехническая академия)

Различным деревообрабатывающим производствам довольно часто приходится заниматься изготовлением профильных погонажных изделий, таких как штапики, раскладки, обкладки и т. д.

Вследствие высоких требований, предъявляемых к качеству древесины таких деталей, выход последних из сырья оказывается очень незначительным. К тому же невысокое качество механической обработки поверхностей деталей требует значительных затрат труда на их дополнительную обработку и отделку для получения удовлетворительного внешнего вида.

В связи с этим нами еще в 1955 г.* была предпринята попытка получить подобные детали прессованием стружки хвойных пород. Первые опыты показали, что это не представляет особых трудностей, так как здесь могут быть применены закономерности, установленные для случая изготовления стружечных плит.

Однако потребовалось выяснить условия, при которых качество поверхности прессованных деталей может быть наилучшим.

Все исследования проводились на образцах, размеры и форма поперечных сечений которых показаны на рис. 1. Длина опытных образцов была равна 300 мм.

Выбор указанных профилей диктовался желанием проверить возможность чистого формования сравнительно острых углов. Для получения прессованных деталей с чистыми лицевыми поверхностями рабочие поверхности прессформы подвергались тонкой шлифовке и хромированию (9 класс чистоты по ГОСТу 2789—59).

Особенностью конструкции прессформы являлось отсутствие у нее торцовых стенок, что облегчало выход влаги из прессуемого материала. Нагрев осуществлялся электрическим током.

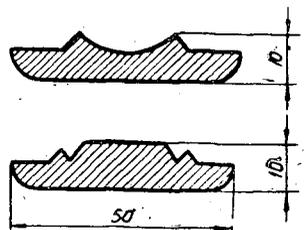


Рис. 1. Поперечное сечение опытных деталей.

* В проведении данного исследования, на его первом этапе, участвовала Н. Гуляева.

В качестве связующего была выбрана мочевино-формальдегидная смола МФ-17; отвердителем являлся хлористый аммоний (2% от веса смолы). Количество вводимого в стружку связующего было принято равным 10% (считая на сухой остаток) от веса абс. сухой стружки. Основанием для этого послужили результаты разведывательных опытов, которые показали, что при меньшем содержании его прочность деталей оказывалась недостаточной, а при большем — клей сильно выступал на лицевые поверхности изделий, крайне затрудняя последующую их отделку.

Качество поверхности деталей при увеличении количества клея заметно не улучшалось. Вводилось связующее в стружку путем распыления при одновременном перемешивании в барабанном смесителе в течение $5 \div 7$ мин.

Для выяснения вопроса о влиянии концентрации смолы на качество прессованных изделий был проведен специальный опыт, результаты которого представлены на рис. 2.

Из графика видно, что с увеличением концентрации смолы предел прочности деталей при статическом изгибе заметно снижается; причиной этого, по-видимому, являлось ухудшение равномерности распределения клея по поверхности стружки. Чистота поверхности прессованных деталей практически не изменялась при использовании клеев различной концентрации.

На этом основании все дальнейшие опыты проводились нами на смоле 50%-ной концентрации, имевшей вязкость $21 \div 23$ сек по ВЗ-4.

Чтобы установить оптимальные размеры станочной стружки, прессовали образцы из стружки разной величины, после чего с помощью двойного микроскопа МИС-11 или ТСП-4 определяли высоту микронеровностей на лицевых поверхностях прессованных деталей. Из рис. 3 видно, что наиболее гладкая поверхность получается при использовании стружки длиной $5 \div 7$ мм. Четкость формирования углов профиля при таких размерах древесных частиц оказалась также вполне удовлетворительной.

Применение станочной стружки меньшей длины не приводило к улучшению качества поверхности, очевидно, из-за плохого распределения смолы и отставания некоторых частиц от поверхности деталей; прочность последних при этом заметно снижалась. Длинные стружки также оказались мало пригодными; по-видимому, из-за возрастания разницы в толщине их концов.

Нами исследовалось также влияние удельного давления прессования на качество поверхности изготавливаемых деталей. Результаты этих опытов представлены на рис. 4.

Как видно из графика, высота микронеровностей уменьшается с увеличением удельного давления на прессуемый материал. Учитывая, однако, производственные возможности прессового оборудования, по нашему мнению, следует изготавливать профильные детали при удельных давлениях около 200 кг/см^2 , что обеспечивает получение поверхностей 8 класса чистоты по ГОСТу 7016—54.

Заметим, что для прессования профильного погоняжа могут быть использованы многопролетные клейильные прессы, у которых плиты заменены прессформами (при соответствующем уменьшении их числа). Возможно также применение для этой цели специальных экструзионных прессов*.

* Над последним вопросом в настоящее время работает кафедра теории механизмов и машин ЛТА им. С. М. Кирова под руководством проф. М. С. Мовнина.

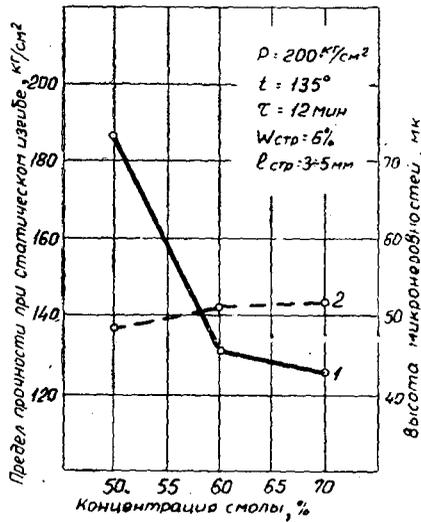


Рис. 2. Влияние концентрации смолы на прочность прессованных деталей 1 и чистоту их поверхности 2.

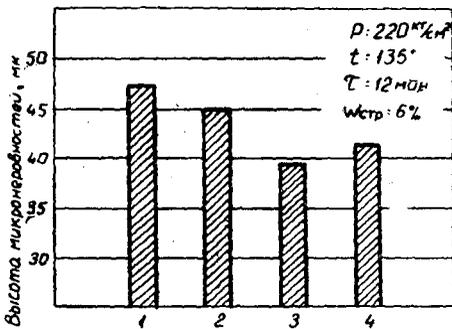


Рис. 3. Влияние размера древесных частиц на чистоту поверхности готовой детали.

1 — наружный слой из древесной муки; 2 — стружка длиной 3—5 мм; 3 — 5—7 мм; 4 — 15—20 мм.

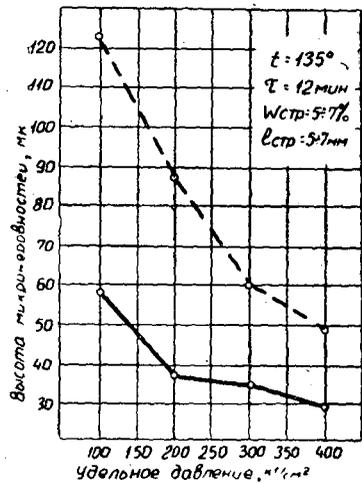


Рис. 4. Влияние удельного давления на чистоту поверхности прессованных деталей:

1 — чистота поверхности прессформы ∇ 9; 2 — ∇ 6.

Нами проверена возможность улучшения качества поверхности и внешнего вида прессуемых деталей путем применения для наружных слоев специальной бумаги, пропитанной мочевино-меламиновой смолой. Нам удалось получить изделия с хорошим качеством поверхности, но при условии использования для нижележащих слоев мелких фракций стружки и отсутствия у деталей острых выступающих углов. Чтобы бумага не разрывалась на вершинах углов профиля, применяют 2—3-слойное бумажное покрытие.

Была исследована также возможность использования отходов, об-

разующихся после химической переработки хвойной лапки. Этот материал, как показали первые опыты, обладает в нагретом состоянии достаточно большой текучестью, что обеспечивает четкую отработку всех элементов сложных профилей. Качество получаемых поверхностей соответствует 8 ÷ 9 классам чистоты, и поэтому для окончательной зачистки требуется лишь незначительная шлифовка.

Все описанные опыты проводились без предварительной подпрессовки пресскомпозиции, загружаемой в форму. Время загрузки и подъема давления не превышало 1 ÷ 1,5 мин. После окончания выдержки деталей под давлением производился медленный спуск давления, при этом спрессованные профили оставались в зажатом состоянии и не охлаждались.

Для облегчения выхода влаги из прессуемой детали считаем целесообразным помещать на дно прессформы специальную пластину, имеющую ряд мелких отверстий.

Благотворное влияние на качество изделий оказывает предварительная подсушка пресскомпозиции.

В результате проделанной работы выяснены условия, соблюдение которых позволяет получить прессованные детали достаточной прочности и с чистой поверхностью не ниже восьмого класса:

Длина станочной стружки	5 ÷ 7 мм
Влажность стружки	5 ÷ 6 %
Содержание смолы	до 10%
Концентрация смолы	50%
Вязкость смолы по ВЗ-4	21—23 сек
Удельное давление прессования	около 200 кг/см ²

Время прессования определяется видом применяемого клея, толщиной прессуемой детали и температурой нагрева прессформы.

Изготавливаемые путем прессования профили, вследствие их большой плотности (объемный вес $\gamma = 0,9 \div 1,1$), с трудом приклеиваются к другим деталям и узлам. Поэтому их следует рекомендовать в тех случаях, когда прикрепление производится с помощью винтов. Примером может являться вагостроение, где замена профильного погоняжа из твердых лиственных пород древесины прессованными деталями из сосновой стружки позволит снизить себестоимость последних не менее, чем на 50 ÷ 70% и сэкономить значительное количество твердодлиственной древесины. Ощутимый экономический эффект получается, прежде всего, в результате того, что на изготовление 1 м³ изделий в первом случае требуется около 10 м³ относительно дорогой твердой лиственной древесины, а во втором — около 2,2 м³ дешевой станочной стружки из сосновой древесины. Вследствие этого во втором случае затраты на сырье (станочная стружка + связующее) оказываются в 6 ÷ 8 раз ниже стоимости пиломатериалов твердых лиственных пород.

В заключение укажем, что проведенная работа не решает всей проблемы использования станочной стружки для изготовления прессованных деталей; необходимо ее продолжить как в направлении совершенствования технологии, так и отработки рациональных форм профилей таких деталей.

ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ РАЗНОГО СПОСОБА ПРЕССОВАНИЯ

П. Н. ХУХРЯНСКИЙ

Профессор, доктор технических наук

(Воронежский лесотехнический институт)

Для определения износостойкости прессованной древесины был применен «способ шлифовального диска» [1], [3]. Использовался наждачный круг диаметром 50 мм, зернистостью «60», делающий 200 об/мин при удельном давлении 8 кг/см². Частицы измельченного материала непрерывно удалялись тонкой струей керосина, который, как известно [2], не вызывает изменения формы древесины и, как показали наши наблюдения, не влияет на прочность прессованной древесины.

На износостойкость испытывалась древесина березы трех видов прессования: контурного и одноосного в радиальном и тангентальном направлениях [4].

Испытания велись в трех плоскостях, в каждой плоскости — в двух взаимно перпендикулярных направлениях: торцовое — по радиусу и вдоль годовичных слоев, радиальное и тангентальное — вдоль и поперек волокон.

Для каждого вида испытаний бралось по три образца с площадью трения 2,1—2,2 см²; всего испытано 54 образца.

Основные показатели истирания прессованной древесины о наждачный круг приведены в табл. 1 (линейный износ, то есть толщина снятого слоя древесины в мм, дан в пересчете на 100 м длины пути истирания).

Таблица 1

Способ прессования	Истираемая поверхность и направление движения					
	торец		вдоль волокон		поперек волокон	
	по радиусу	вдоль годовичных слоев	радиальная	тангентальная	радиальная	тангентальная
Линейный износ U мм/100 м						
Одноосное радиальное	5,77	5,74	9,30	9,97	17,03	19,28
тангентальное	4,89	5,14	9,70	9,43	17,63	16,17
Контурное	5,70	5,48	11,77	9,72	19,13	18,12
Среднее	5,45		9,98		17,79	

Продолжение табл. 1

Способы производства	Истираемая поверхность и направление движения					
	торец		вдоль волокон		поперек волокон	
	по радиусу	вдоль годовичных слоев	радиальная	тангентальная	радиальная	тангентальная
Коэффициенты трения μ при истирании						
Одноосное радиальное	0,416	0,426	0,358	0,346	0,365	0,381
тангентальное	0,416	0,429	0,361	0,369	0,358	0,388
Контурное	0,410	0,415	0,376	0,365	0,370	0,381
Среднее	0,418		0,362		0,372	
Сила трения F кг						
Одноосное радиальное	7,79	7,99	6,70	6,47	6,84	7,13
тангентальное	7,78	7,90	6,77	6,91	7,03	7,07
Контурное	7,76	7,76	7,03	6,83	6,91	7,13
Среднее	7,83		6,78		7,02	

Как видно из табл. 1, способ прессования мало влияет на линейный износ и практически не влияет на силу трения и коэффициент трения при истирании. Линейный износ в большей степени зависит от направления движения наждачного круга по отношению к волокнам; при истирании в разных направлениях он может быть выражен следующим отношением:

$$U_a : U_{\parallel} : U_{\perp} = 1 : 2 : 3,$$

где U_a — линейный износ торцевой поверхности;
 U_{\parallel} и U_{\perp} — линейный износ вдоль и поперек волокон.

Коэффициент трения μ и сила трения F древесины, прессованной разными способами, мало зависят от направления движения наждачного круга по отношению к волокнам. Эти величины при истирании в разных направлениях выражаются одним и тем же отношением, так как площадь истирания и нормальное давление были практически одни и те же при всех испытаниях:

$$\mu : \mu_{\parallel} : \mu_{\perp} = F_a : F_{\parallel} : F_{\perp} = 1 : 0,85 : 0,90.$$

Из рис. 1 видно, как влияет способ прессования на износостойкость древесины или, иначе, на удельную работу a , затраченную при истирании. Износостойкость определена по формуле

$$a = \frac{F \cdot l}{U \omega} \text{ кг} \cdot \text{м} / \text{см}^3,$$

где l — длина пути истирания, м;
 F — сила трения, кг;
 U — линейный износ, см;
 ω — площадь истирания образца, см².

Так же, как и на линейный износ, большое влияние на износостойкость оказывает направление движения наждачного круга по отношению к волокнам.

$$a_a : a_{\parallel} : a_{\perp} = 4 : 2 : 1.$$

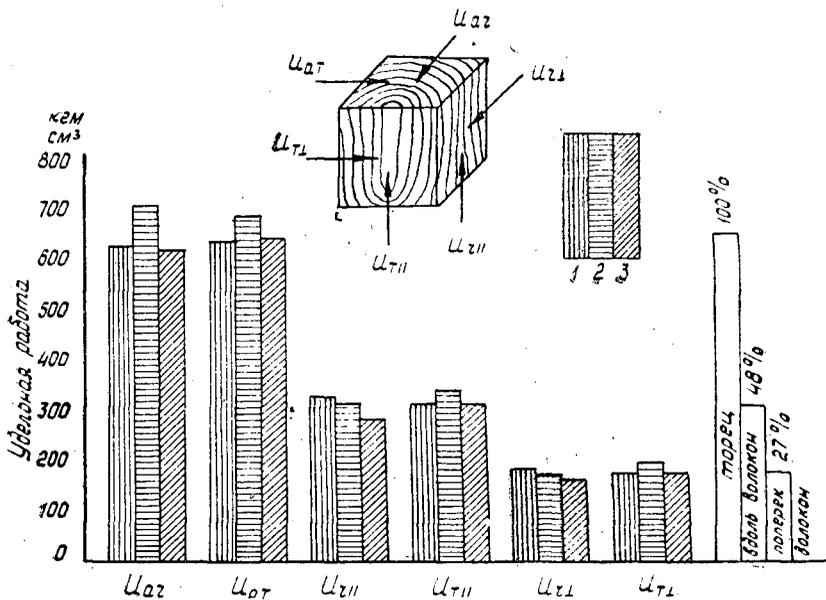


Рис. 1. Влияние способа прессования на удельную работу при истирании древесины о наждачный круг.

Способы прессования; 1 — одноосное радиальное; 2 — одноосное тангентальное; 3 — контурное.

Способ прессования также влияет на износостойкость древесины, причем при истирании торцевой поверхности это влияние более сильно, чем при истирании радиальной и тангентальной поверхностей.

При истирании торцевой и тангентальной поверхностей наиболее стойкой оказалась древесина одноосного радиального прессования, а при истирании радиальной поверхности — древесина одноосного тангентального прессования. Древесина контурного прессования по износостойкости (за исключением истирания радиальной поверхности) равноценна древесине одноосного радиального прессования.

Влияние способа прессования на износостойкость древесины связано, главным образом, с изменением ширины и конфигурации сердцевинных лучей.

При одноосном радиальном прессовании сердцевинные лучи, изгибаясь зигзагообразно, не изменяют своей первоначальной ширины; при тангентальном же они сжимаются, не изменяя своего первоначального направления. У древесины контурного прессования сердцевинные лучи частично сжаты и в то же время зигзагообразно изогнуты.

В результате такой деформации древесины при разных способах прессования наименьшая площадь, занятая сердцевинными лучами, приходится на торцевую и тангентальную поверхности древесины одноосного тангентального прессования и на радиальную поверхность — радиального прессования. Конфигурация сердцевинных лучей древесины контурного и одноосного радиального прессования аналогична.

Серцевинные лучи, как известно, состоят из рыхлой и слабой в механическом отношении паренхимной ткани; поэтому можно сделать следующий вывод: с увеличением площади, занимаемой сердцевинными лучами на трущейся поверхности, износостойкость древесины уменьшается.

Выводы

1. Износостойкость прессованной древесины в сильной степени зависит от истираемой плоскости и направления движения по отношению к волокнам.
2. Износостойкость истираемой плоскости древесины будет наибольшей при том способе прессования, при котором на этой поверхности площадь, занятая сердцевинными лучами, будет наименьшей.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Д. Кузнецов. Физика твердого тела, т. IV, Томск, 1947. [2]. Л. М. Перельгин. Древесиноведение. М., 1957. [3]. П. Н. Хухрянский. Износостойкость древесины прессованной (ДП), древеснослоистого пластика (ДСП) и текстолита. Журн. «Лесоинженерное дело» № 3, 1958. [4]. П. Н. Хухрянский. Прессование и гнутье древесины. М., Гослесбумиздат, 1956.

Поступила в редакцию
18 марта 1959 г.

СТРОЕНИЕ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В КАРПАТАХ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА

Г. Л. ТЫШКЕВИЧ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Институт леса и лесохимии Государственного комитета Совета
Министров РСФСР по координации научно-исследовательских работ)

Изучение влияния возраста на строение и свойства древесины имеет большое значение, в частности для установления возраста рубки. Работ по изучению влияния возраста на свойства древесины мало, и, в основном, они показывают изменение свойств по радиусу ствола. По результатам таких исследований нельзя судить о свойствах древесины в разных возрастах. Исследования Л. М. Перельгина [1] для сосны и ели Московской области показали, что с изменением возраста наблюдается повышение всех испытанных свойств древесины.

С целью изучения влияния возраста на строение и свойства древесины карпатской ели нами было заложено (согласно ОСТу НКЛес — 196) четыре пробных площади во влажной карпатской пихтовой-буковой рамени (лесокомбинат «Советские Карпаты»). С каждой пробной площади было взято по 6 модельных деревьев, из которых выпиливались кряжи длиной 2 м с высоты 1,3 м. Разделка кряжей и изготовление образцов производилось по ГОСТу 6336—52.

Характеристика пробных площадей дана в табл. 1.

Таблица 1

Возраст, лет	Состав древостоя	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Бонитет	Полнота	Запас древесины на 1 га, м ³	Высота над уровнем моря, м, экспозиция, крутизна склона
40	10Е+Пх+Бк	21,2	22,5	16	0,8	464	860, С — В, 12°
58	9Е1Пх+Бк	29,8	31,6	16	0,8	674	920, С, 18°
81	8Е1Пх1Бк+Яв	34,6	37,4	16	0,8	765	880, С — З, 15°
103	8Е2Пх ед. Бк, Яв	39,8	43,2	16	0,7	800	780, С, 14°

В табл. 2 приводятся результаты исследования строения и физико-механических свойств древесины карпатской ели по возрасту (при 15% влажности). В молодом возрасте ель имеет широкие годовичные слои и меньше содержит поздней древесины. Это подчеркивают и другие исследователи [3], [4], [5], [6]. Молодая ель имеет более тонкостенные и широкополостные трахеиды. Так, разница в толщине стенок поздних трахеид между 40-летней и 58-летней елью составляет 0,97 мк, между 58-летней и 81-летней — 0,66 мк, между 81-летней и 103-летней — 0,21 мк.

Таблица 2

Наименование свойств	Единицы измерения	Возраст, лет			
		40 <i>M ± m</i>	58 <i>M ± m</i>	81 <i>M ± m</i>	103 <i>M ± m</i>
Диаметр трахенд					
ранних	мм	39,06 ± 0,359	41,31 ± 0,366	41,81 ± 0,357	41,95 ± 0,336
поздних	"	12,71 ± 0,266	15,31 ± 0,308	16,47 ± 0,314	17,04 ± 0,292
Толщина стенок трахенд					
ранних	"	2,24 ± 0,019	2,67 ± 0,023	2,75 ± 0,025	2,87 ± 0,027
поздних	"	4,21 ± 0,041	5,18 ± 0,049	5,84 ± 0,059	6,05 ± 0,058
Число годичных слоев					
в 1 см	шт.	3,55 ± 0,162	3,80 ± 0,186	4,20 ± 0,136	4,50 ± 0,130
Процент поздней древесины	%	21 ± 0,782	24 ± 0,760	26 ± 0,885	27 ± 0,788
Объемный вес	г/см ³	0,38 ± 0,004	0,42 ± 0,003	0,43 ± 0,004	0,45 ± 0,003
Предел прочности при сжатии вдоль волокон статическом изгибе в тангентальном направлении	кгс/см ²	324 ± 3,42	366 ± 4,245	385 ± 4,812	394 ± 5,678
растяжении вдоль волокон	"	605 ± 12,270	663 ± 10,34	719 ± 13,68	749 ± 10,80
скальвании вдоль волокон в тангентальном направлении	"	724 ± 18,51	887 ± 16,43	958 ± 18,99	1022 ± 20,79
Удельная работа при ударном изгибе в тангентальном направлении	кгс.м/см ³	45 ± 1,233	46 ± 0,881	53 ± 1,286	56 ± 1,148
Твердость торцовая	кгс/см ²	0,22 ± 0,008	0,21 ± 0,006	0,23 ± 0,006	0,24 ± 0,008
		191 ± 3,432	220 ± 2,293	238 ± 3,631	248 ± 3,666

У 40-летней ели механические свойства ниже, чем у 103-летней в среднем на 9—29%. Различия по всем свойствам вполне достоверны. Исключение составляет только удельная работа при ударном изгибе.

Особенно ощутимое повышение механических свойств наблюдается в период от 40 до 58 лет. От 58 до 81 года нарастание механических свойств идет с меньшей интенсивностью, и от 81 года до 103 лет прочность древесины изменяется мало.

Как было показано в нашей работе [2], ель во влажной карпатской пихтово-буковой рамени уже в 50—60 лет достигает возраста технической спелости. Материалы данной статьи подтверждают, что в этом возрасте древесина карпатской ели имеет достаточно высокие физико-механические свойства и может найти применение в народном хозяйстве.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. М. Перельгин. Физико-механические свойства древесины сосны и березы Московской области и изменение их по классам развития и возраста. Научные труды Московского лесотехнического института, вып. 4, 1955. [2]. Г. Л. Тышкевич. О возрасте рубки в еловых лесах Карпат. «Лесная промышленность» № 5, 1957. [3]. Bertog. Untersuchungen über den Wuchs und das Holz der Weisstanne und Fichte. Forstl. Naturwiss. Zeitschr., Nr. 3 1895. [4]. A. Cieslar. Studien über die Qualität rasch erwachsenen Fichtenholzes. Centrbl. f. d. ges. Forstw., XXVIII, Yg., 8—9 Heft, 1902. [5]. R. Trendelenburg. Aufbau und Eigenschaften des Fichtenholzes und anderer Zellstoffhölzer. Der Papier-Fabrikant, Zeitschrift für die Papier-Pappen, Holz-Stroh-und Zellstoff-Fabrikation, XXXIV, Jahrgang, Heft 43, 44, 45, 46, 47, 1936. [6]. L. Vorreiter. Bau und Festigkeitseigenschaften des Holzes der Glatzer Schneebergfichte. Tharandter Forstl. Jahrbuch, Heft 2, 4, 5, 1937.

КОРРЕЛЯЦИОННАЯ ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ ПРЕДЕЛОМ ПРОЧНОСТИ И МОДУЛЕМ УПРУГОСТИ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ ПРИ СЖАТИИ ВДОЛЬ ВОЛОКОН ОБРАЗЦОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ

Ю. С. СОБОЛЕВ

Кандидат технических наук.

(Московский лесотехнический институт)

При испытании древесины наблюдается определенная зависимость предела прочности и модуля упругости от объемного веса, влажности, угла наклона усилия сжатия к направлению волокон и т. д.

Н. Л. Леонтьев [2] установил, что между пределом прочности и модулем упругости древесины сосны при сжатии вдоль волокон существует довольно тесная корреляционная связь (коэффициент корреляции $r = 0,81$).

Определение модуля упругости и предела прочности мы осуществляли по ГОСТу 6336—52, который предусматривает испытание только малых образцов с различным соотношением ширины a и высоты h (1:1,5 при определении предела прочности и 1:3 — для модуля упругости).

Так как древесина является неоднородным материалом, значения предела прочности [1] и модуля упругости [3] изменяются в зависимости от размеров образцов. Можно предположить, что соотношение между этими показателями и корреляционная связь при этом также изменяются.

Установление надежной корреляционной связи между пределом прочности и модулем упругости для образцов строительных размеров позволит, с одной стороны, при испытании на разрушение определить модуль упругости, не усложняя процесса испытания применением тензометрии; с другой стороны, по определенному значению модуля упругости можно, в известной степени, судить о величине предела прочности (что необходимо в случае проведения испытаний на машинах малой мощности и тогда, когда нежелательно разрушение образцов).

С целью установления указанной корреляционной связи были проведены соответствующие эксперименты. Для этого из краевой диаметром $d = 40$ см и длиной $l = 2$ м изготавливали образцы размерами $9 \times 9 \times 27$ см, которые могли быть разрушены на машине УИМ-50.

Отношение $\frac{a}{h} = \frac{1}{3}$ взято для уменьшения нежелательного влияния сил трения на торцах образцов, особенно при определении модуля упругости. Все образцы имели радиус среднего годичного слоя примерно 10 см.

Измерение деформаций производилось электрическими тензометрами в восьми точках среднего (по высоте) сечения образца [5]. При испытании использовались датчики с базой 10 мм и сопротивлением 200 Ом, присоединенные к клеммам электронного прибора для измерения статических деформаций с ценой деления реохорда $2 \cdot 10^{-51}$ дел.

Испытание проводилось в следующей последовательности: а) устанавливалась деформация образцов при шестикратном нагружении от 25 кг/см^2 до 100 кг/см^2 ; б) образец доводился до разрушения, и определялась величина разрушающего груза; в) определялась влажность весовым методом. Всего было испытано 19 образцов.

Среднее значение модуля упругости получилось равным $E_a = 1,206 \cdot 10^5 \text{ кг/см}^2$; предела прочности — $\sigma_{пр} = 484 \text{ кг/см}^2$; влажности — $W = 10,2\%$.

Характер разрушения образцов (рис. 1) показывает, что полученные величины разрушающих напряжений можно принять за предел прочности на сжатие.

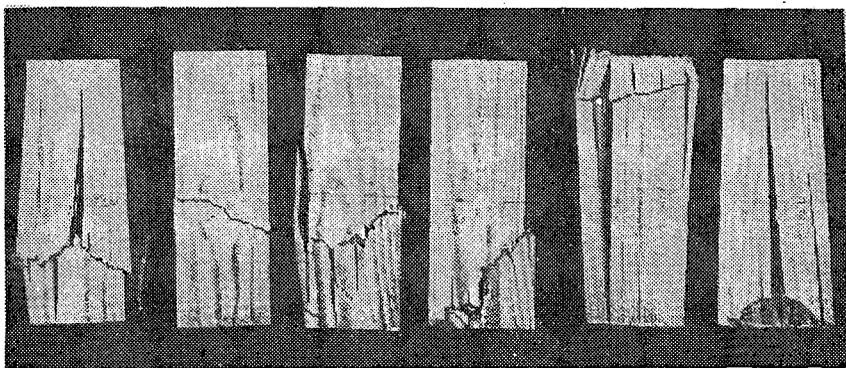


Рис. 1.

В результате испытания получен ряд точек в координатной системе «предел прочности» — «модуль упругости» (рис. 2) и «модуль упругости» — «предел прочности» (рис. 3)

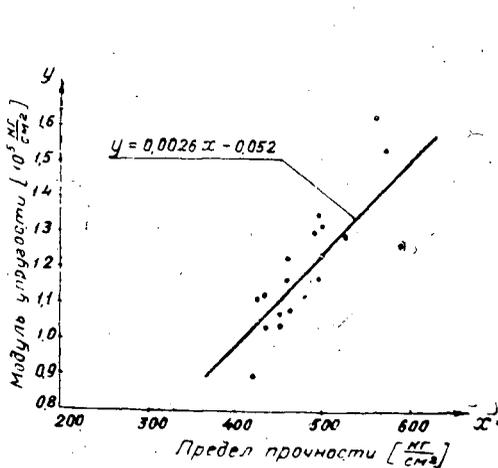


Рис. 2.

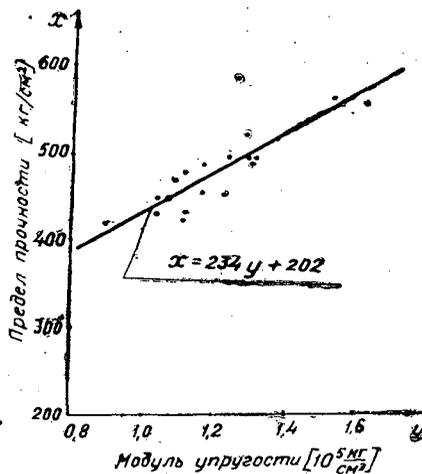


Рис. 3.

Коэффициент корреляции между этими величинами r оказался равным 0,78, а его ошибка $m_r = \pm 0,09$.

Так как $\frac{r}{m_r} = 8,67 > 4$, то наличие линейной зависимости модуля упругости от предела прочности (и наоборот) можно считать доказанным для образцов древесины сосны строительных размеров.

Используя критерий Фишера, мы нашли, что с вероятностью, равной 0,63, истинный коэффициент корреляции находится в пределах $0,675 < r_0 < 0,854$; а с вероятностью 0,95 — в пределах $0,509 < r_0 < 0,911$.

Уравнения связи рассматриваемых признаков получены в следующем виде:

$$y = 0,0026 x - 0,052 \quad (a)$$

с средней ошибкой при вычислениях по данному уравнению $m_{yx} = \pm 0,106 \cdot 10^5 \text{ кг/см}^2$.

$$x = 234y + 202 \quad (б)$$

при средней ошибке $m_{xy} = \pm 31,6 \text{ кг/см}^2$.

Выводы

1: Корреляционная связь между пределом прочности и модулем упругости древесины сосны при сжатии вдоль волокон образцов строительных размеров существует, является положительной и весьма тесной.

2: Для практических расчетов коэффициент корреляции может быть принят равным $r = 0,78$ с ошибкой $m_r = \pm 0,09$.

3: Истинное значение коэффициента корреляции r_0 с вероятностью 0,63 находится в пределах $0,675 < r_0 < 0,854$ и с вероятностью 0,95 — в пределах $0,509 < r_0 < 0,911$.

4: Корреляционная связь как прямая, так и обратная, между пределом прочности и модулем упругости может быть использована при проведении различных испытаний элементов деревянных конструкций, работающих на сжатие.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Б. Губенко, В. Е. Шишкин. Исследования по деревянным конструкциям. Сб. ЦНИПС, Стройиздат, 1950. [2]. И. Л. Леонтьев. Упругие деформации древесины. Гослесбумиздат, 1952. [3]. Ю. С. Соболев. Исследование постоянных упругости древесины. «Лесоинженерное дело» № 4, 1957.

Поступила в редакцию
9 февраля 1961 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

НЕПРЕРЫВНЫЙ ГИДРОЛИЗ ДРЕВЕСИНЫ 46—48%-НОЙ
СОЛЯНОЙ КИСЛОТОЙ*Н. В. ЧАЛОВ*

Кандидат технических наук

А. Е. ЛЕЩУК

И. о. старшего научного сотрудника

(Государственный научно-исследовательский институт гидролизной
и сульфитно-спиртовой промышленности)

Как было показано нашими исследованиями, процесс гидролиза полисахаридов древесины так же, как и любой другой растительной ткани, можно осуществить за 3 ÷ 6 час, если применять соляную кислоту концентрацией 46—48% [8], [9], [10]. Поскольку кислоту такой концентрации при атмосферном давлении и обычной температуре получить невозможно, древесину, предварительно пропитанную соляной кислотой, насыщают газообразным хлористым водородом. В результате образования соединений хлористого водорода с полисахаридами, лигнином и продуктами гидролиза полисахаридов, парциальная упругость его понижается, и становится возможным создать в смеси высокую концентрацию соляной кислоты при атмосферном давлении и температуре 20—25°. Однако при насыщении растительной ткани, пропитанной соляной кислотой, выделяется значительное количество тепла абсорбции хлористого водорода. Вследствие малой теплопроводности гидролизуемой массы отвод этого тепла встречает значительные технические трудности [11], [12], [13], [14], [15], [16], [18].

Дело в том, что древесина или другая растительная ткань в процессе гидролиза полисахаридов теряет свои первоначальные механические свойства, начальная форма частиц изменяется, гидролизуемая масса уплотняется.

Внутренние поры частиц растительной ткани заполняются соляной кислотой, концентрация которой недостаточна для быстрого завершения гидролиза, и в то же время является настолько высокой, что может препятствовать быстрой диффузии поглощаемого хлористого водорода внутрь гидролизуемой ткани. Сам процесс пропитки растительной ткани в значительной степени ухудшается из-за содержащегося во внутренних порах воздуха, количество которого составляет 60—70% от объема каждой частицы. В связи с этим проникновение кислоты и газа внутрь частичек замедляется.

По мере гидролиза полисахаридов во внутренних порах частичек образуется гидролизат с высокой вязкостью, что также замедляет процесс диффузии хлористого водорода внутрь частичек. Кроме того, вследствие уплотнения гидролизуемой массы, проход его между части-

цами растительной ткани затрудняется, а при слое выше 500 мм прекращается практически полностью.

Положение коренным образом изменяется, если подвергать насыщению хлористым водородом не пропитанную, а сухую растительную ткань, и только после этого смешивать с соляной кислотой. Тогда хлористый водород легко проникает во внутренние поры частичек древесины, адсорбируется их широко развитой поверхностью, которая, как известно, достигает огромной величины и составляет 200000—300000 м² на 1 кг древесины [3], [4], [5]. Одновременно с этим из внутренних пор вытесняется воздух, который замещается хлористым водородом, что ускоряет пропитку материала кислотой. При проникновении концентрированной HCl в частички растительной ткани будет образовываться соляная кислота высокой концентрации, и процесс гидролиза полисахаридов пойдет быстро. На этих принципах и основан технологический процесс нового непрерывного метода гидролиза полисахаридов растительной ткани, разработанный нами.

Описание технологической схемы

Сухие опилки влажностью 4—6% подаются в непрерывно действующий аппарат 1, где подвергаются обработке HCl-газом во взвешенном (псевдооживленном) состоянии (рис. 1). Хлористый водород адсорбируется древесиной, при этом выделяется тепло. Для осуществления процесса во взвешенном состоянии, а также для отвода тепла адсорбции, через насытитель 1 производится рециркуляция HCl-газа. Выходящий из насытителя хлористый водород поступает в циклон 2 для отделения механически унесенных опилок, после чего охлаждается в холодильнико-конденсаторе 3.

Небольшое количество конденсата, представляющего собой концентрированную соляную кислоту, отделяется в разделителе 4, а охлажденный газ вентилятором 5 вновь подается в насытитель 1. Для поддержания постоянного количества хлористого водорода, циркулирующего в системе, в насытитель непрерывно подается такое количество его, которое равно поглощенному древесиной и выведенному с конденсатом. В конденсат переходит влага поступающего на насыщение хлористого водорода и часть влаги опилок.

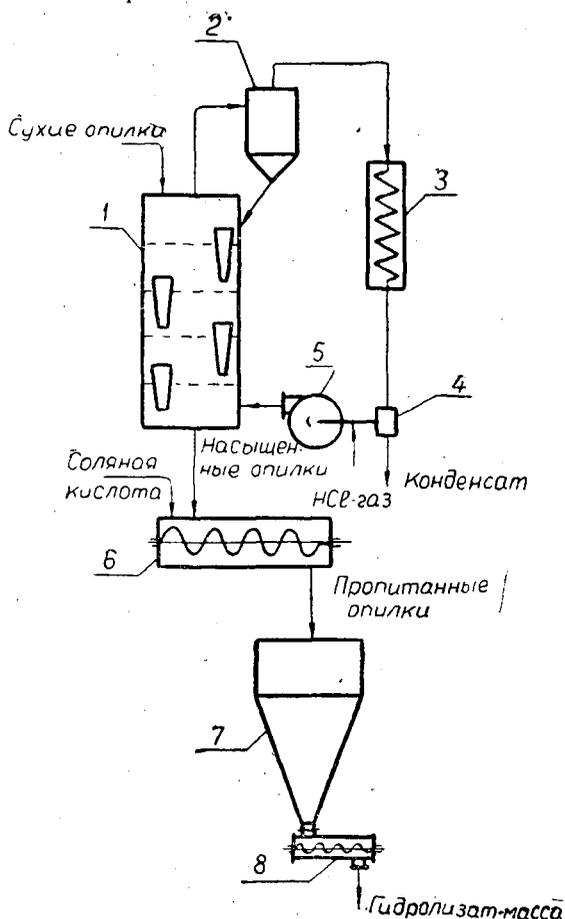


Рис. 1. Принципиальная схема непрерывного гидролиза.

Древесные опилки, насыщенные хлористым водородом, из насытителя поступают в смеситель 6, где смешиваются с охлажденной высококонцентрированной соляной кислотой. При этом происходит разогревание смеси, поэтому подаваемая в смеситель соляная кислота предварительно охлаждается с таким расчетом, чтобы температура смеси была не выше 25°. Из смесителя пропитанные кислотой опилки поступают в выдерживатель 7 для завершения процесса гидролиза полисахаридов, а затем с помощью выгрузителя 8 гидролизат-масса идет на экстракцию для извлечения сахаров и соляной кислоты.

Обоснование основных стадий технологической схемы

На рис. 2 представлены определенные нами экспериментально показатели сорбции хлористого водорода опилками. Как видим, даже абсолютно сухая древесина сорбирует значительное количество его: при 0° — 10,8 и при 70° — 7,6% от веса а. с. д. Опилки с абсолютной влажностью 5% сорбируют хлористого водорода еще больше: при 0° — 19,5% и при 50° — 13,0% от веса а. с. д. С дальнейшим повышением влажности древесины эта величина еще более возрастает, и при $W=12,6\%$ достигает, соответственно, 31 и 22%. Количество хлористого водорода, сорбируемое древесиной, было определено при давлении

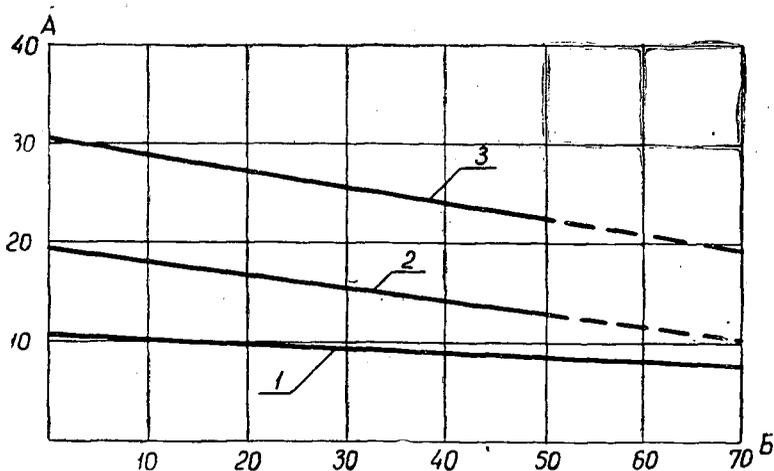


Рис. 2. Количество хлористого водорода, сорбируемого древесиной сосны при давлении 760 мм рт. ст.

А — количество хлористого водорода, % от а. с. д.; Б — температура, °C;
1 — абс. сухая древесина; 2 — древесина с влажностью 5% абс.; 3 — древесина с влажностью 12,6% абс.

нии газа 760 мм рт. ст. Для древесины влажностью 5 и 12,6% абс. определения ограничивались температурным интервалом 0—50°, но с большей достоверностью эти данные могут быть экстраполированы и для более высоких температур, так как зависимость между количеством хлористого водорода, сорбируемого древесиной, и температурой подчиняется уравнению прямой линии.

Исследования показали, что сорбция хлористого водорода представляет собой капиллярную конденсацию, которая сопровождается выделением большого количества тепла. По экспериментальным данным, определенным с точностью ± 40 ккал, количество выделяющегося тепла равно теплоте испарения хлористого водорода и составляет

440 ккал на 1 кг поглощенного газа. Температура древесины при быстром насыщении ее HCl-газом повышается до 100° и более.

Скорость поглощения хлористого водорода древесиной весьма значительна и зависит от размера частиц. Так как при этом выделяется тепло, скорость поглощения может быть определена по температуре насыщаемого растительного материала.

Исследования показали, что при насыщении опилок поглощение хлористого водорода происходит за время, не превышающее одной минуты.

Поскольку в последующем насыщенные опилки должны быть смешаны с концентрированной соляной кислотой, а количество сорбируемого хлористого водорода зависит от температуры, процесс насыщения опилок необходимо проводить в условиях отвода тепла сорбции, который можно осуществить путем рециркуляции хлористого водорода и охлаждения в холодильнике, установленном вне аппарата [11]. Техническая возможность и целесообразность этого способа внутреннего отвода тепла была показана ранее [12].

Следует отметить, что насыщение опилок хлористым водородом может быть проведено как в слое, так и во взвешенном состоянии.

При осуществлении процесса насыщения во взвешенном состоянии были приняты допущения, обозначенные на рис. 3. Применение четырех тарелок обуславливается стремлением увеличить температурный перепад циркулирующего хлористого водорода и привести его количество, проходящее через аппарат, в соответствие с условиями создания взвешенного слоя.

На основе эмпирического уравнения [17] вычислялись коэффициенты теплопередачи от опилок к газу. Было установлено, что время, необходимое для охлаждения опилок в каждой ступени, составит 0,62—0,64 мин (всего 2,5 мин). Согласно опытным данным для создания псевдооживленного слоя опилок с оптимальной высотой его 0,5 м на каждой тарелке скорость газа должна быть 0,32 м/сек. Плотность псевдооживленного слоя — 54 кг/м³. При этих условиях среднее время пребывания опилок на каждой тарелке оказалось равным 2,5 мин, а суммарное время пребывания их в аппарате — 10 мин. Отсюда следует, что в четырехтарельчатом аппарате будет обеспечено практически полное, близкое к равновесному, насыщение опилок хлористым водородом и отведено тепло сорбции.

При температуре опилок после насыщения 35° и их абс. влажности 5%, по графику на рис. 2, количество поглощенного хлористого водорода составит 15% от абс. сухой древесины. Согласно вычислениям концентрация соляной кислоты, образующейся с гигроскопической влагой древесины, будет 75%. Но по данным, представленным на том же графике, абсолютно сухая древесина сорбирует 9% хлористого водорода от своего веса. С учетом этого, с гигроскопической водой древесины образуется 54,5%-ная соляная кислота.

Как известно, многие процессы в псевдооживленном состоянии уже давно проводятся

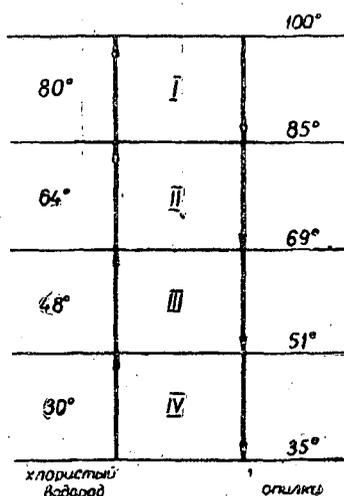


Рис. 3. Условия осуществления процесса насыщения опилок хлористым водородом во взвешенном состоянии.

I — IV — ступени процесса.

в условиях производства. Поэтому промышленное осуществление процесса насыщения сухих опилок в псевдооживленном состоянии не встретит затруднений.

Отметим, что поскольку при насыщении древесных опилок хлористым водородом гидролиз полисахаридов весьма незначителен и не доходит до образования мономеров, разрушения полисахаридов не происходит.

Процесс гидролиза начинается на следующей стадии — смешении насыщенных хлористым водородом опилок с охлажденной высококонцентрированной соляной кислотой. Согласно опытным данным [10], полная пропитка опилок происходит в том случае, когда с соляной кислотой вносится 0,9—1,1 весовых частей воды на одну весовую часть абс. сухой древесины. Одновременно с этим для обеспечения быстрого и полного гидролиза всех полисахаридов концентрация соляной кислоты в гидролизат-массе должна быть 46—48% весовых. Соблюдение этих условий возможно в том случае, когда для пропитки опилок будет подаваться соляная кислота концентрацией 43,5%. Получение такой кислоты, как показал производственный опыт, не представляет технических трудностей [1] и может быть осуществлено в дископленочном абсорбере [2].

При смешении опилок с соляной кислотой происходит быстрое набухание древесины. Выделяющееся при этом тепло — 34 ккал/кг — так же, как и 2,2 ккал, образующиеся при охлаждении древесины с 35 до 25° (оптимальная температура гидролиза) — необходимо отвести. Поэтому 43,5%-ная HCl должна подаваться в смеситель с температурой — 6,4°. Тогда при смешении опилок с соляной кислотой температура гидролизуемой массы не превысит 25°. Такой технологический прием отвода тепла набухания полисахаридов проведен экспериментально как в лабораторных [10], так и в камеральных условиях [7].

Как показали исследования, пропитка 43,5%-ной HCl опилок, насыщенных хлористым водородом, идет быстро. Этому благоприятствует практически полное отсутствие воздуха во внутренних порах частиц древесины, который при насыщении замещается хлористым водородом. При равномерном распределении соляной кислоты на опилках процесс пропитки, в основном, заканчивается за 15 мин. За это же время не только в основном завершается набухание древесины, но и интенсивно идет процесс гидролиза. Происходит значительное увеличение объемного веса гидролизуемого материала. Так, если опилки до смешения с кислотой имеют объемный вес 110—130 кг/м³, то после смешения — 200—260 кг/м³, считая по абс. сухой древесине.

Поскольку количество соляной кислоты составляет 1,6—1,9 модуля, то не представляет технической трудности осуществление равномерного распределения ее на опилках, тем более, что имеется достаточный опыт и необходимая аппаратура [6].

Согласно опытным данным [7], [10], [12], после смешения опилок с кислотой гидролиз полисахаридов полностью завершается за 6 час. В этот период не требуется перемешивания гидролизат-массы. Процесс основного гидролиза может происходить в бункере, куда поступают опилки из смесителя. Устройство бункера-выдерживателя не представляет технической трудности.

Как следует из приведенного выше, гидролиз опилок идет всего за 6,5 час, что в 5—6 раз быстрее гидролиза древесины 41%-ной HCl в диффузионной батарее. Весь процесс осуществляется в аппаратуре непрерывного действия.

Если пропитку вести соляной кислотой, имеющей температуру

6—10°, то вследствие выделения тепла набухания масса разогревается до 35—40°, гидролиз полисахаридов значительно ускоряется и может быть завершен в течение 30 мин. Тогда весь процесс может осуществиться в течение одного часа. В результате этого резко сократятся капиталовложения на строительство отделения гидролиза. На основании полученных нами первичных экспериментальных результатов был составлен материальный баланс процесса (рис. 4). Условно принято, что в гидролизате содержатся моносахариды, и не учтено наличие продуктов реверсии. Это отражается только на распределении воды в гидролизат-массе, что не имеет значения в данном случае.

Как следует из материального баланса, общее количество хлористого водорода, которое необходимо ввести в процесс, составляет 91% от а. с. д.; это на 10—20% меньше, чем его вводится с 41%-ной соляной кислотой при гидролизе древесины в диффузионной батарее. В случае применения двухфазного гидролиза удельный расход HCl-газа

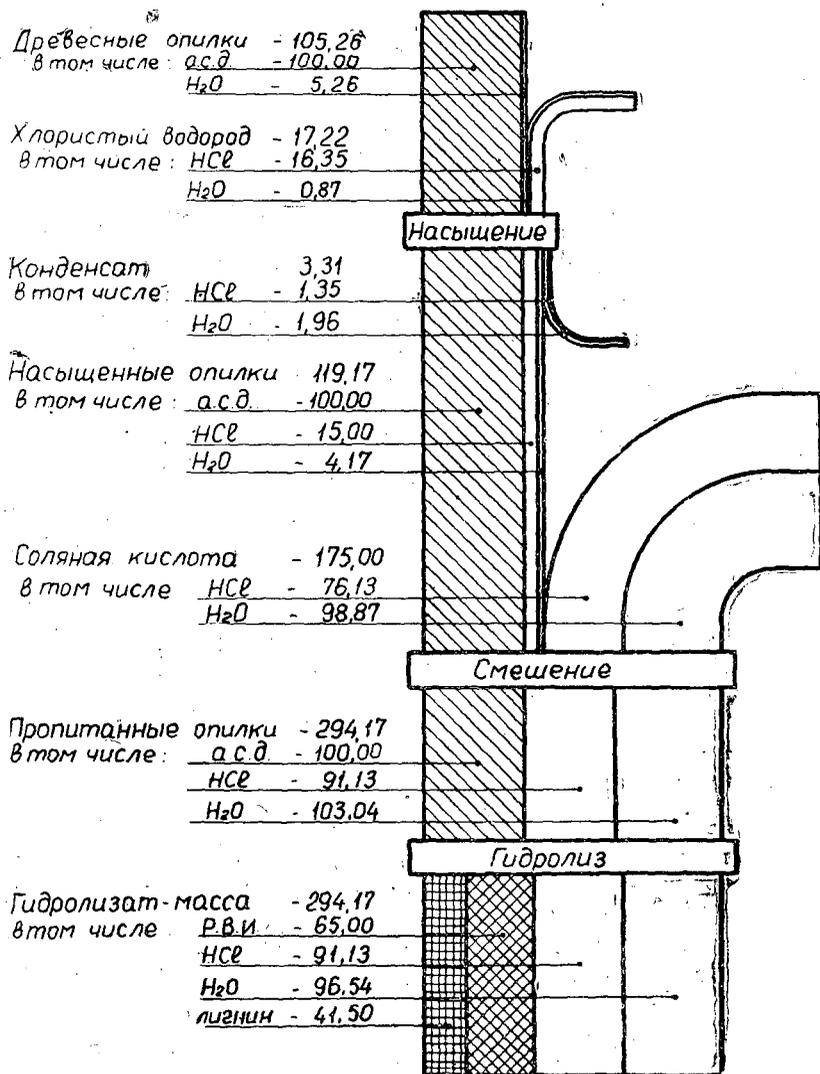


Рис. 4. Материальный баланс процесса непрерывного гидролиза.

уменьшается пропорционально выходу целлолигнина, то есть на 20—25%. Тогда общее количество его составит 0,70—0,75 т. на 1 т а. с. д. Концентрация сахаров (вычислено по моносахаридам) в гидролизат-массе составляет 22,1%, а в гидролизате — 25,7% весовых. По этим показателям новый метод превосходит другие методы.

Из материального баланса также видно, что концентрация соляной кислоты в гидролизуемом материале после смешения его с кислотой составляет 46,9%. В процессе гидролиза часть воды взаимодействует с полисахаридами, и концентрация соляной кислоты в гидролизат-массе увеличивается, приближаясь к 48%. Это показывает, что данный материальный баланс обеспечивает условия, необходимые для осуществления процесса на описанных выше принципах.

Выводы

1. Предложен и обоснован теоретически и первичными экспериментальными данными новый непрерывный метод гидролиза полисахаридов древесины в виде опилок соляной кислотой концентрацией 46—48%.

2. Получение соляной кислоты концентрацией 46—48% в гидролизуемом сырье обеспечивается путем насыщения сухих опилок газообразным хлористым водородом и последующим смешением с 43,5%-ной соляной кислотой, охлажденной до -6°C .

3. Для осуществления процесса предложено использование аппаратуры, применяющейся в промышленности.

4. По новому непрерывному способу процесс гидролиза происходит в течение 6,5 час, что в 6 раз быстрее, чем в диффузионной батарее. Концентрация сахаров (по моносахаридам) в гидролизате достигает 25,7% весовых.

Количество хлористого водорода, вводимого в процесс в газообразном виде и в виде концентрированной соляной кислоты, по новому методу на 10—20% меньше, чем при гидролизе древесины 41%-ной соляной кислотой в диффузионной батарее.

5. Благодаря значительному ускорению процесса гидролиза представляется возможным сократить капиталовложения на строительство гидролизных цехов по сравнению с методом гидролиза древесины в диффузионной батарее.

6. Высказано положение о возможности дальнейшего ускорения процесса гидролиза путем осуществления его при несколько повышенной температуре. В данном случае возможно сокращение времени гидролиза до 0,5 часа и уменьшение удельного расхода хлористого водорода.

7. Снижение количества хлористого водорода и соляной кислоты, необходимых для осуществления процесса гидролиза, может быть произведено также путем введения предгидролиза опилок разбавленной кислотой и проведением гидролиза целлолигнина концентрированной соляной кислотой.

8. Благодаря возможности значительного сокращения капиталовложений на строительство гидролизного цеха, уменьшения количества хлористого водорода, вводимого в процесс, а также использования части гидролизата для предгидролиза с применением комбинированного метода, можно ожидать снижения себестоимости сахаров в подготовленном для переработки растворе по сравнению с себестоимостью сахаров, получаемых при осуществлении процесса в диффузионной батарее.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. И. Горохов, И. В. Корсаков. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 5, 1960, 26. [2]. И. М. Гринштейн, О. В. Тыщенко, О. М. Бабина. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 6, 1960, 12. [3]. П. Н. Одинцов. «Известия АН Латвийской ССР» № 1 (126), 1958, 61. [4]. Там же, № 2 (127), 1958, 63. [5]. П. Н. Одинцов, П. Эрниньш. Там же, № 11 (148), 1959, 115. [6]. П. Н. Одинцов, В. К. Кальнина, Г. А. Соболевский. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 1, 1957, 4. [7]. Отчет НИИГС по теме № 339 за 1960 г. [8]. Н. В. Чалов, О. А. Александрова. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 1, 1959, 14. [9]. Н. В. Чалов, О. А. Александрова. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 8, 1959, 12. [10]. Н. В. Чалов, А. Е. Лещук, О. А. Александрова. ЖПХ, XXXIII, № 12, 1960, 2743. [11]. Н. В. Чалов. Авторское свидетельство № 119491, 29. 5. 1958. [12]. Н. В. Чалов, А. Е. Лещук. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1962, 155. [13]. В. И. Шарков. Гидролизное производство, т. III. Гослесбумиздат, М.-Л., 1950. [14]. Е. Е. Шнайдер, С. В. Чепиго, М. Е. Шпунтова. Авторское свидетельство № 123890, 16.1.1959. [15]. G. Geoze. Немецкий патент № 717419, 17.1.1941. [16]. H. Terrisse, M. Levy. Немецкий патент № 391596, 11.1.1920. [17]. I. S. Walton. Ind. Eng. Chem. 44, № 6, 1474, 1952. [18]. C. Warth. Немецкий патент № 714144. 30. 3. 1939.

Поступила в редакцию
28 февраля 1962 г.

ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОЕ ТИТРОВАНИЕ СЛАБЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ И ЛИГНИНА В ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИДЕ (ДМСО)

Б. Д. БОГОМОЛОВ

Доцент, кандидат технических наук

Е. Д. ГЕЛЬФАНД

Аспирант

(Архангельский лесотехнический институт)

В данной работе исследовалось применение ДМСО в качестве среды для титрования слабых органических кислот. В последние годы неводное титрование получает все большее распространение в количественном органическом анализе [8], [13]; предложен ряд растворителей для определения слабых органических кислот и оснований.

ДМСО является сравнительно новым растворителем, привлекающим большое внимание исследователей и работников промышленности.

Предпосылками для постановки данной работы послужили сведения о высокой растворяющей способности ДМСО в отношении многих высокополимеров [9], [10] и лигнина [14], [15], а также нетоксичность его, отсутствие запаха и слабые основные свойства. Наличие в молекуле ДМСО семиполярной связи между серой и кислородом должно придавать ему свойства типичного протонфильного растворителя и вызывать тенденцию к увеличению силы растворенных в нем слабых органических кислот.

В литературе почти не имеется сведений о применении ДМСО для подобных целей. Кроме того, ничего неизвестно о его так называемых дифференцирующих свойствах [8].

Поэтому нами были проведены титрования как однокомпонентных растворов простых веществ в ДМСО, так и смеси из трех компонентов.

Для сравнения результатов подобные же титрования проводились в диметилформамиде (ДМФ), поскольку в использовании последнего для титрования кислых групп лигнина накоплен научный опыт [7], [11], [12].

Экспериментальная часть

В качестве стандартного электрода при титровании использовался насыщенный каломельный электрод, в котором приэлектродная жидкость была заменена метанольным раствором КСl с целью получения более резкого скачка в конечной точке титрования [13]. В качестве индикаторного был использован сурьмяный электрод, приготовленный на-

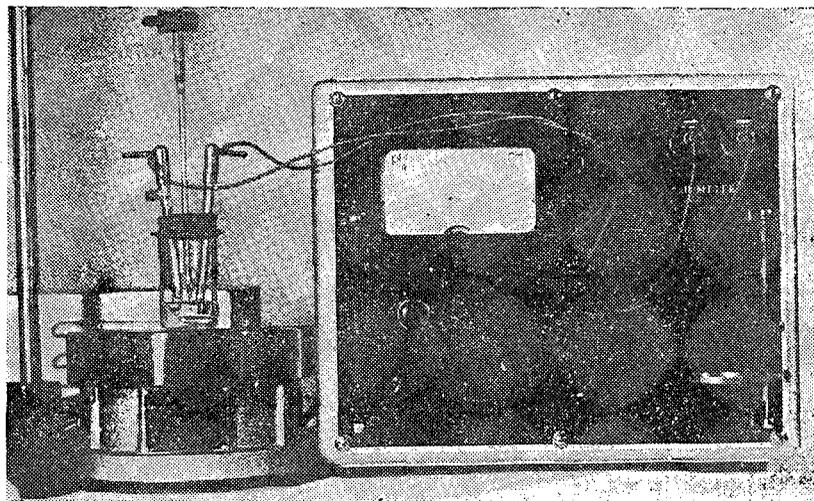


Рис. 1.

ми по прописи [11]. Он более надежен и прост в эксплуатации, чем стеклянный, обычно применяемый для подобных целей. Кроме того, стеклянный электрод при алкалометрическом титровании в неводных средах, в особенности с метилатами Na и K, дает «щелочную ошибку» и подвержен коррозии, а поэтому недолговечен [8].

Титрование проводилось на приборе венгерской фирмы «Orion» типа 2518 — S. Перемешивание жидкости при титровании осуществлялось с помощью магнитной мешалки. Корпус прибора и мешалки во время титрования заземлялся. Конструкция электродной ячейки и внешний вид установки приведены на рис. 1.

Используемый в качестве растворителя ДМСО (приготовлен в Проблемной лаборатории АЛТИ [2]) представляет собой бесцветную маслянистую жидкость, лишенную запаха, с температурой плавления $18,1^{\circ}\text{C}$. (При хранении на дне склянки всегда имелись крупные кристаллы ДМСО); ДМФ — технический, свежеперегнанный (получен из ВНИИВа).

Титрантом служил 0,05 н. раствор метилата калия в бензол-метаноле [7]. Титр раствора устанавливался по бензойной кислоте х. ч. ($\sim 0,05$ г).

Модельными веществами являлись 4-окси-3-метоксипропиофенон (любезно предложен М. И. Чудаковым, НИИГС); эвгенол (предоставлен Н. Н. Шорьгиной, ИОХ им. Н. Д. Зелинского); гидрокоричная кислота (изготовлена в Львовском университете); гваякол (предоставлен А. А. Соколовой, Институт леса и лесохимии Государственного Комитета Совета Министров РСФСР по координации научно-исследовательских работ); фенол — чистый, дважды перегнанный.

Для анализа использовались следующие образцы лигнина.

Щелочной сульфатный лигнин (ЩСЛ). Исследовался лигнин одной из партий, полученных сернокислотным способом сотрудниками Проблемной лаборатории АЛТИ на опытно-промышленной установке Соломбальского БДК. Образец был промыт до нейтральной (по смешанному индикатору [1]) реакции, освобожден от водорастворимых путем двухчасового кипячения с дистиллированной водой при модуле 40 : 1 и обессмолен в аппарате Сокслета экстракцией с петролейным

эфиром. Затем образец подвергался тонкому измельчению, просеивался через сито № 100 и высушивался путем длительного вакуумирования в вакуум-эксикаторе при остаточном давлении 15 мм рт. ст. над прокаленным CaCl_2 .

Характеристика образца: содержание лигнина в лигнине (определенное по способу Класона в модификации Ф. П. Комарова [3]) — 96,4%; кислых и карбоксильных групп (по методу К. И. Сысова и Т. А. Кухаренко [5] в модификации Института леса и лесохимии) — соответственно 4,92 мг-экв/г и 0,95 мг-экв/г; общее содержание гидроксильных групп (по Верлею [6] в модификации Института леса и лесохимии) — 6,12 мг-экв/г, зольность — 0,82%.

Диметилсульфоксидный лигнин выделен аспиранткой О. П. Алексеевой путем делигнификации древесины диметилсульфоксидом.

Общее содержание кислых групп в ДМСО-лигнине составляет 3,03 мг-экв/г, карбоксильных групп — 0,29 мг-экв/г.

Титрование проводилось по методике М. И. Чудакова [7] с той разницей, что во время отсчета потенциала мешалка не выключалась.

В качестве конечной точки титрования принималась точка наибольшей скорости изменения потенциала на кривой $E=f(V)$, где E , мв — потенциал, показываемый прибором, а V , мл — объем прилитого титранта.

В случае нерезких скачков (то есть таких, где максимум скорости изменения E наблюдается в широком интервале значений V) точка эквивалентности находилась как середина участка максимальной и постоянной скорости [4].

Обсуждение результатов

На рис. 2 приведены типичные кривые потенциометрического титрования различных модельных веществ и трехкомпонентной смеси в ДМФ, а на рис. 3 — кривые для тех же веществ в ДМСО.

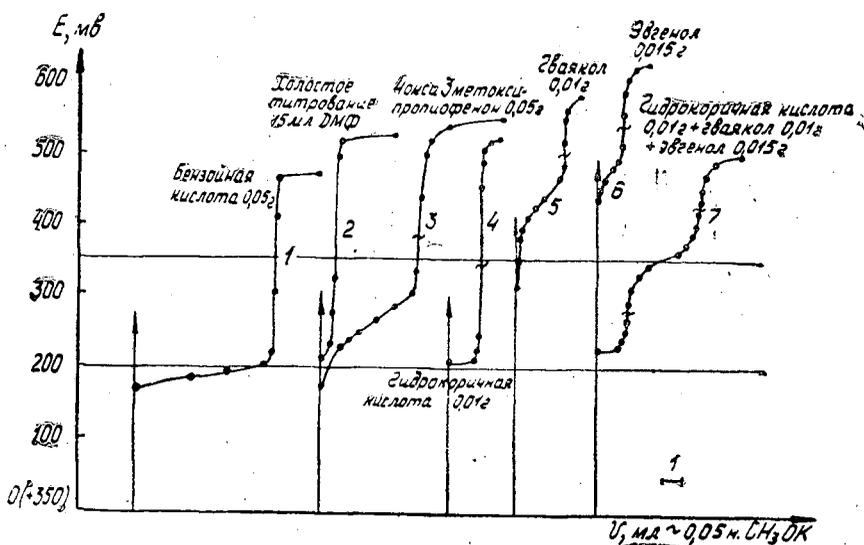


Рис. 2.

В табл. 1 приводятся результаты определений.

Таблица 1

Титруемое вещество	Содержание кислотных групп, мг-экв/г			Величина скачка, мВ		Резкость скачка $U \sim \frac{\Delta E}{\Delta V}, \frac{мВ}{0,1 \text{ мл}}$	
	теоретическое	найденное при титровании в		ДМФ	ДМСО	ДМФ	ДМСО
		ДМФ	ДМСО				
4-окси-3-метоксипропиофенон	5,56	5,72	5,76	130	125	28	75
Гидрокоричная кислота	6,53	7,02	7,07	250	200	206	105
Гваякол	8,06	8,45	8,40	80	100	35	66
Эвгенол	8,27	6,80	6,68	100	85	37	54
Гидрокоричная кислота в смеси веществ	6,53	7,02	7,07	55	25	25	10
Гваякол + эвгенол в смеси веществ				67	70	17	30
Фенол	10,63		10,98		45		11

Примечание. Расхождения в найденных и теоретических значениях объясняются недостаточной чистотой веществ.

Из сопоставления кривых видно, что кислотные свойства фенолов больше проявляются в ДМСО, нежели в ДМФ: в ДМСО они оттитровываются при более низком потенциале, и получается более резкий скачок (об этом свидетельствуют также цифры, приведенные в двух последних графах табл. 1).

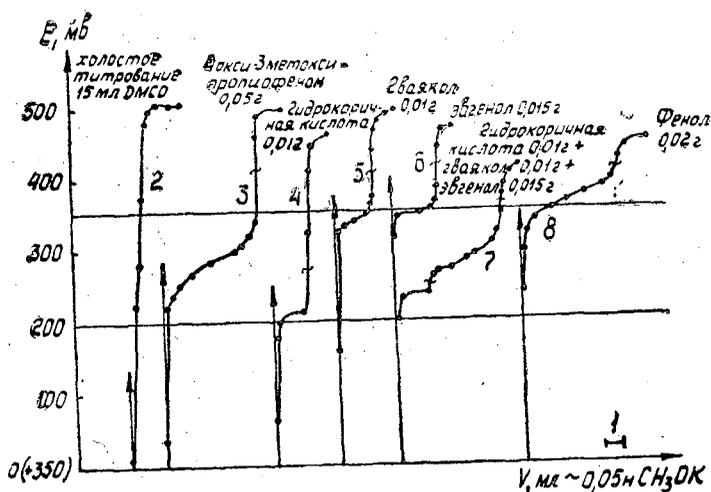


Рис. 3.

Карбоновые кислоты меньше подавляют скачок у фенолов в ДМСО, чем в ДМФ (ср. кривые 7). Следовательно, ДМСО является более подходящей средой для титрования фенолов, чем ДМФ. Хотя гидрокоричная кислота титруется одинаково хорошо в ДМСО и в ДМФ, резкость скачка в последнем почти вдвое выше. Дифференцирующие свойства ДМСО хуже, чем ДМФ, что видно из сравнения кривых 7.

Следовательно, в случае титрования смеси карбоновых кислот и фенолов и при желании их отдельного определения, более пригодным оказывается, по-видимому, ДМФ.

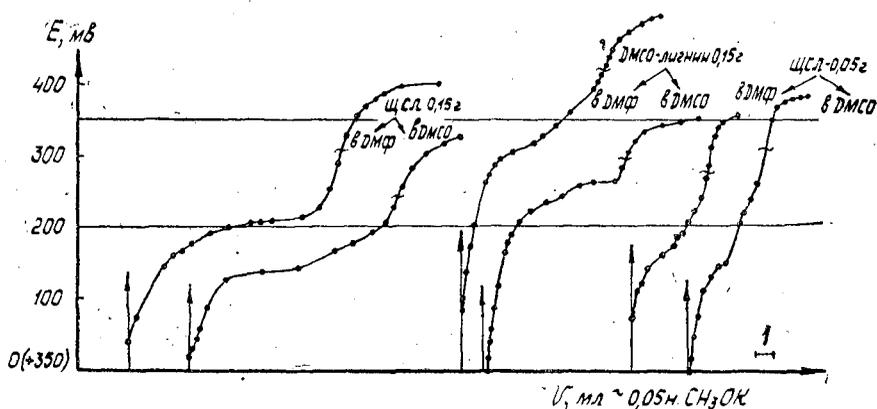


Рис. 4.

На рис. 4. приведены кривые титрования образцов лигнина, а в табл. 2 — результаты определений.

Обращает на себя внимание меньшая резкость скачков в конечной точке при титровании лигнинов, по сравнению с модельными соединениями. Это отчасти может быть объяснено тем, что при титровании образцов № 1 и № 3 (табл. 2) расходовалось в два или несколько раз большее количество раствора метилата калия, чем при титровании модельных соединений; путем уменьшения навески лигнина (образец № 2, табл. 2) резкость скачка удалось несколько повысить, но четкость кривой ухудшилась.

Таблица 2

№ п/п.	Титруемый образец и навеска	Содержание кислотных групп (мг-экв/г), найденное при титровании в		Величина скачка, мВ		Резкость скачка $U \sim \frac{\Delta E}{V \Delta}$, $\frac{мВ}{0,1 мл}$	
		ДФ	ДМСО	ДФ	ДМСО	ДФ	ДМСО
1	ЩСЛ 0,15 г . . .	4,80	4,88	115	90	12	6
2	ЩСЛ 0,05 г . . .	5,10	4,97	80	90	17	10
3	ДМСО-лигнин 0,15 г	2,87	2,91	60	60	7	6

Другой причиной нерезкости скачка является, вероятно, подавляющее действие карбоксигрупп на фенольные гидроксилы, а также разнообразие типов кислотных групп по их силе.

И, наконец, третьей причиной, не менее важной, могут быть явления, связанные с коллоидной природой раствора.

В период завершения данной работы был подобран индикатор ксиленол-блау, который в ДМСО дает две отчетливые точки перехода, соответствующие фенолам и карбоновым кислотам. Окраска индикатора изменяется следующим образом: по мере оттитровывания карбоновых кислот — с желтой на зеленую, по мере оттитровывания фенолов — с зеленой на голубую.

Однако вопрос о том, оттитровываются ли кислые компоненты стехиометрически с данным индикатором, исследован не был. В заключение можно сказать следующее:

- 1) ДМСО пригоден для титрования слабых органических кислот и в особенности фенолов;
- 2) дифференцирующие свойства ДМСО в отношении фенолов и гидрокориичной кислоты несколько хуже, чем ДМФ;

3) результаты определения кислых групп лигнинов методом потенциометрического титрования в ДМФ и ДМСО близко совпадают между собой и с данными определения этих групп хемосорбционным методом.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. М. Агеев, С. Н. Корольков. Химико-технический контроль и учет гидролизного и сульфитно-спиртового производства. ГЛБИ, 1953, стр. 62. [2]. Б. Д. Богомолов, О. Ф. Горбунова, И. В. Хазова, Г. Ф. Прокшин. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1962. [3]. Т. И. Руднева, С. Д. Антоновский. Руководство к практическим работам по химии древесины и целлюлозы. Изд. ЛТА им. Кирова, Л., 1951, стр. 37. [4]. Современные методы эксперимента в органической химии (Перевод с английского под ред. И. Л. Кнуянца). ГХИ, 1960, стр. 584. [5]. К. И. Сысков; Т. А. Кухаренко. Заводская лаборатория, 13, 1, 1947, 25. [6]. A. Verley, F. Bölsing. Ber. 34, 1901, 3354. [7]. М. И. Чудаков, Г. Д. Георгиевская. ЖАХ, XV, 3, 1960, 347—51. [8]. Р. Шанти, Палит, Мехр Натх Дас, Г. Р. Сомаяджулу. Неводное титрование. (Перевод с английского под ред. А. П. Крешкова). ГНТИ химической литературы, М., 1958, стр. 13, 148, 175. [9]. F. A. Abadie-Maumert. Papeterie, 81, 3, 1959, 187, 189, 191, 193, 195. [10]. F. A. Abadie-Maumert. Papeterie, 79, 8, 1957, 519—20, 531. [11]. I. P. Butler and T. P. Gzepiel. Analyt. Chem., 28, 9, 1956, 1468. [12]. T. Enkvist. B. Alma B. Holm, Papper och Trä, No 1, 1956, 1—8. [13]. I. S. Fritz a. G. S. Hammond. Quantitative Organic Analysis. New York, Acad. Press N. Y. 1957, 43. [14]. L. Giermont a. F. Bender. Pulp a. Paper Mag. Can., 62, 1, 1961. [15]. S. Hassain. Pulp a. Paper Mag. Can. 59, 8, 1958.

Поступила в редакцию
16 февраля 1962 г.

О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ДРЕВЕСИНЫ ТОПОЛЯ БАЛЬЗАМИЧЕСКОГО НА УРАЛЕ

Р. Х. БАГРОВА

Доцент, кандидат технических наук

Г. П. БАЛАКИНА

И. о. доцента, кандидат технических наук

В. Н. КОЗЛОВ

Профессор, доктор технических наук

(Уральский лесотехнический институт)

Тополь представляет интерес для целлюлозной, гидролизной и лесохимической промышленности как быстро восстанавливающийся источник древесного сырья. (Топольевые насаждения могут накапливать запасы древесины в 4—6 раз быстрее, чем ель, сосна или дуб [14]).

В суровых климатических условиях Прииртышья и Урала хорошо акклиматизировался и получил широкое распространение бальзамический тополь. По данным Евсеенко [2] в 20-летних лесных полосах он достигает высоты 21—25 м и диаметра на высоте груди от 35 до 45 см.

В Америке, Франции, Германии и других странах тополь широко используется в целлюлозном, спичечном и фанерном производствах.

Так, например, американская целлюлозная промышленность [4] покрывает потребность в древесине на 16% за счет лиственных пород, используя тополь.

Ряд авторов [1], [5], [11], [12], [13] отмечает, что тополь легко перерабатывается на сульфитную и сульфатную целлюлозу и производство такой целлюлозы экономично и целесообразно.

Применение древесины тополя как химического сырья сдерживается недостаточностью сведений о ее химическом составе.

По данным В. И. Шаркова [10] тополевая древесина содержит 70% углеводов, из них до 48% целлюлозы и до 25% пентозанов. Кениг и Беккер [7] определяют содержание пентозанов 22,71%, целлюлозы без пентозанов 47,36%.

Отсутствие сведений в литературе о химическом составе древесины бальзамического тополя, произрастающего на территории Урала, послужило основанием для проведения настоящей работы, целью которой является следующее.

1) Установление влияния на химический состав древесины условий роста отдельных деревьев.

2) Сопоставление химического состава здоровой и пораженной гнилью древесины.

3) Изучение химического состава различных частей дерева (с учетом полной утилизации отходов при химической переработке).

Отбор модельных образцов производился в сентябре 1957 г. в тополевых насаждениях 8 квартала Шарташского лесничества г. Свердловска; использовались образцы тополя вида *Populus Balsamifera* (три дерева здоровых и одно, пораженное гнилью), росшие примерно в одинаковых условиях.

Характеристика места произрастания их следующая: преобладающими являются насаждения сосны VI класса возраста (120 лет), II бонитета, полноты 0,7; в южной части квартала — болото с древостоем состава 8Б2С. Тип лесорастительных условий — бор-брусничник, подлесок — ракитник, можжевельник, рябина. Почва — каменистая (выход гранитов), подпочва — глина, камни; рельеф — слабо волнистый.

Посадка тополей произведена черенками в 1949 г. на площади 2,7 га. Общая площадь квартала 110,0 га. Все срубленные деревья имели возраст 8 лет. Первый тополь рос в последнем ряду посадок в юго-западной части площадки; он был хорошо освещен, так как росту его не мешали соседние деревья, и имел мощную крону.

Второй тополь произрастал на западной стороне роши и затенялся соседними деревьями только с восточной стороны; крона его также была хорошо развита.

Третий находился в середине посадочной площадки, был плотно окружен соседними деревьями (средняя освещенность); крона его менее мощная.

Четвертое дерево росло на юго-восточном краю посадочной площадки; сердцевина нижней части ствола его поражена гнилью ярко-коричневого цвета, в более высоких частях ствола — светло-серого. По данным кафедры древесиноведения УЛТИ, гниль относится к виду *Fomes igniarius* (ложный трутовик); механическую прочность древесины она не нарушает.

Площадь участка, пораженного гнилью на срезах:

У корня	9,3% от площади среза
На высоте 0,2 м от корня	21,9 » » »
» » 1,5 » » »	28,6 » » »
» » 1,9 » » »	31,6 » » »

Далее эта площадь уменьшается и на высоте 4 м исчезает.

Таксационная характеристика модельных деревьев, взятых для исследования химического состава, представлена в табл. 1.

Таблица 1

Образцы деревьев	Возраст, лет	Высота (м) без прироста текущего года	Диаметр на высоте груди, см	Радиус кроны, м	Прирост за текущий год, м	Объем, м ³		Коры
						стволовой древесины	сучковой древесины	
I	8	12,0	18,0	2,5	2,0	0,0571	0,0024	0,0097
II	8	10,0	11,0	2,2	2,0	0,0359	0,0024	0,0043
III	8	9,5	10,5	2,0	1,7	0,0324	0,0013	0,0070
IV	8	9,0	13,0	2,0	1,5	—	—	—

Из таблицы видно, что более благоприятные условия роста первого и второго образцов тополя обеспечили накопление большего объема древесины.

Химическому анализу подвергалась древесина, освобожденная от коры. Из стволовой части дерева через каждые 1,5 м, начиная от

шейки корня и кончая вершиной, выпиливали чурки длиной 0,5 м, которые распиливали на диски высотой 2 см; получающиеся опилки собирали вместе, хорошо перемешивали, высушивали до воздушно-сухого состояния, просеивали на ситах, а затем отбирали среднюю пробу; использовалась фракция от 0,5 до 1 мм.

Анализ проводили по описанным методам [6]. Полученные значения являются средними из двух опытов.

Влажность определяли высушиванием навески опилок до постоянного веса при температуре 100—105°; зольность — путем сжигания в муфельной печи; легкогидролизуемые полисахариды — гидролизом 2,5%-ной серной кислотой в течение 5 час при температуре кипящей водяной бани, трудногидролизуемые — омылением навески древесины (после определения легкогидролизуемых) 80%-ной серной кислотой в течение 2,5 час; РВ определяли по Бертрану.

Содержание веществ, извлекаемых органическими растворителями, находили экстрагированием навески древесины серным эфиром и этиловым спиртом в аппарате Сокслета в течение 5 час, а извлекаемых горячей водой — по убыли в весе навески при экстрагировании обратным холодильником в течение 3 час.

Количество лигнина определяли обработкой образцов древесины, проэкстрагированных органическими растворителями, 72%-ной серной кислотой при температуре 25°.

Содержание целлюлозы устанавливали азотнокислым методом в спиртовой среде, пентозанов — по методу Толленса с осаждением фурфурола флороглюцином. Уроновые кислоты определяли баритовым полумикрометодом с пересчетом на глюкурон; метоксильные группы — бромным методом по Фибеку.

Результаты исследования химического состава древесины ствольной части тополя представлены в табл. 2. В этой же таблице для сравнения приведены данные А. Н. Пономарева [8] для березы и осины.

Таблица 2

Наименование	Тополь				Береза	Осина
	I	II	III	IV		
Вещества, экстрагируемые эфиром	1,69	1,76	2,30	1,64	1,47	1,77
спиртом	2,39	2,22	2,11	2,12	1,15	2,39
водой	7,49	6,65	6,66	6,93	4,25	1,76
Целлюлоза	53,65	50,50	51,65	50,00	47,60	46,10
Пентозаны в целлюлозе	7,46	6,48	7,73	5,40	7,70	4,40
Лигнин	23,70	21,12	22,75	21,70	20,00	17,40
Пентозаны	18,47	23,60	20,13	20,70	26,10	24,90
Легкогидролизуемые	15,11	18,90	15,58	15,40	—	—
Трудногидролизуемые	60,80	52,10	59,03	56,10	—	—
Уроновые кислоты	3,69	3,69	3,53	3,50	3,92	4,08
Метоксильные группы	5,21	—	5,01	4,9	6,05	5,41
Зола	0,54	0,65	0,53	0,82	0,35	0,40

Из таблицы видно, что между освещенностью дерева и химическим составом его древесины нет закономерной связи.

Состав образца древесины тополя, пораженной грибом *Fomes igniarius* в стадии ложного ядра без загнивания, оказался практически таким же, как и состав древесины здоровых деревьев и поэтому древесина тополя с ложным ядром может быть использована в качестве химического сырья.

Содержание веществ, экстрагируемых эфиром и спиртом, мето-

кисильных групп и уроновых кислот в древесине тополя, березы и осины примерно одинаково; целлюлозы, лигнина и веществ, экстрагируемых горячей водой, в древесине тополя больше. Обращает на себя внимание относительно низкое содержание в древесине тополя пентозанов.

Нами был определен химический состав древесины сучьев, вершины, комля, корня, а также коры. Анализировался образец III. Использовали пробы сучьев средних размеров, взятые на высоте 3,5 м от корня. Вершина срезана на высоте 8 м от корня; диаметр торца ее равнялся 3,0 см; корень представлял собой образование в форме цилиндра (высота 28 см и размеры полуосей в среднем сечении 12,0 и 7,5 см), от которого отходили вниз и в стороны мощные и многочисленные ответвления; древесина корня ярко-белая. Объем корневой редьки составлял около 0,01 м³.

Для получения средних образцов древесины сучьев, вершины, комля и корня производились поперечные распилы указанных образцов; получающиеся опилки собирались для анализа.

Метод отбора средних проб и методика химического анализа были те же, что и при анализе стволовой части древесины.

Кора*, снятая со стволовой части тополя III, подсушивалась до воздушно-сухого состояния и измельчалась на мельнице; для анализа брали фракцию с размером частиц от 0,25 до 1 мм.

Результаты анализов приведены в табл. 3.

Таблица 3

Наименование	Тополь (III образец)					
	ствол	корень	комель	вершина	сучья	кора
Вещества, экстрагируемые						
эфиром	2,30	1,96	1,72	1,80	1,75	—
спиртом	2,11	3,31	2,11	3,69	2,86	3,45
водой	6,66	3,01	—	3,47	3,20	25,85
Целлюлоза	51,62	53,79	52,40	50,01	46,20	22,98
Пентозаны в целлюлозе	7,73	5,97	—	6,90	6,69	8,79
Лигнин	22,75	22,83	22,07	24,07	25,10	19,80
Пентозаны	20,13	18,72	19,08	20,90	22,13	15,34
Легкогидролизуемые	15,58	14,95	12,49	9,63	11,65	—
Трудногидролизуемые	59,03	55,63	57,71	56,62	44,10	—
Уроновые кислоты	3,53	3,09	—	4,74	5,07	—
Метоксильные группы	5,01	4,93	—	5,00	5,10	2,60
Зола	0,53	0,68	—	0,70	0,98	3,35

Из табл. 3 видно, что состав древесины различных частей дерева отличается значительным разнообразием. Например, наибольшее количество целлюлозы содержится в древесине корня (53,79%) и наименьшее — в древесине сучьев (46,2%); пентозанов больше всего в сучьях (22,13%) и меньше в корне (18,72%). Лигнина больше в вершине и сучьях и меньше в комлевой части.

Содержание уроновых кислот значительно выше в древесине сучьев (5,07%) и вершины (4,74%). Количество золы наибольшее в вершине и в сучьях. Метоксильных групп в древесине ствола примерно столько же, сколько в древесине корня, вершины и сучьев.

Количество веществ, экстрагируемых эфиром, наибольшее в древесине ствола и корня, наименьшее — в сучьях, а веществ, извлекаемых спиртом, — больше в вершине и корне, меньше — в древесине комля.

Кора по сравнению с древесиной содержит целлюлозы почти в два

* Анализ коры тополя выполнен ассистентом В. И. Коковкиной.

раза меньше, а экстрагируемых веществ и золы значительно больше. Количество же метоксильных групп в коре также резко понижено.

В заключение можно сказать следующее.

Химический состав бальзамического тополя, произрастающего на Урале, близок к среднему составу березы и осины и отличается повышенным содержанием целлюлозы, лигнина и несколько пониженным содержанием пентозанов. Большое количество целлюлозы и пентозанов позволяет использовать тополь в целлюлозной, гидролизной и лесохимической промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Д. Гойер. «Бумажная промышленность» № 6, 1958, 27. [2]. В. И. Евсеев. «Лесное хозяйство» № 8, 1957, 37. [3]. В. Ф. Коренев. «Бумажная промышленность» № 6, 1958, 30. [4]. Крафт. *Das Papier*, 9, № 21—22, 1955, 511—518. [5]. К. Н. Малышкин, С. В. Коротков. «Бумажная промышленность» № 16, 1958, 15. [6]. Н. И. Никитин. Химия древесины. Изд. АН СССР, 1954, 342—374. [7]. Ногин. Сухая перегонка дерева. Гослестехиздат, 1936, 33. [8]. А. Н. Пономарев. Труды Уральского лесотехнического института, вып. 12, 1958, 50. [9]. Ф. Ф. Самусев. «Природа» № 2, 1957, 8. [10]. В. И. Шарков. «Гидролизное производство», т. 1. Гослестехиздат, 1945, 73. [11]. Huittinen and Shafer. «Pulp and Paper Mag. of Canada» № 12, 1955, 140. [12]. Jörg Otto Allgem. «Forstzeitschrift», 8, № 49, 1959, 546. [13]. I. D. Kerr and D. C. Hart. «Pulp and Paper Mag. of Canada» No 4, 1957, 139. [14]. U. Pol, *Zellstoff und Papier*, No 10, 1957, 230.

Поступила в редакцию
28 февраля 1962 г.

О ВИДАХ И ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ НАГРУЗОК СОСНЫ ПРИ ПОДСОЧКЕ *

И. И. ОРЛОВ

Старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук

(Институт биологии Уральского филиала АН СССР)

Рассматривая смолопродуктивность дерева соснового древостоя как надежный признак его жизнестойкости [3], [4], а следовательно, как критерий оценки нагрузки на дерево, мы считаем возможным различать три вида нагрузок.

1. Нормальная (оптимальная) нагрузка, при которой средняя смолопродуктивность карры и дерева уравнивается между первой и второй половинами всего периода подсочки. Эта нагрузка характеризует нормальное состояние соснового древостоя в течение всего планового срока и позволяет вести подсочку после окончания его, если лес почему-либо не поступает в очередную рубку.

2. Ненормальная нагрузка, при которой смолопродуктивность заметно снижается во второй половине всего срока подсочки. Она указывает на ненормальное состояние соснового насаждения, вызванное перегрузкой деревьев. В этом случае исключается возможность продления подсочки. Если ослабленное состояние древостоя вызвано другими причинами (появление энто-фитовредителей, пожары, засуха и т. п.), то при определении вида нагрузки их следует учитывать.

3. Прогрессивная нагрузка, при которой смолопродуктивность повышается во второй половине всего срока подсочки леса [1], [2]. Повышение смолопродуктивности с годами указывает на то, что нагрузка обусловила устойчиво-жизнестойкое состояние соснового насаждения. Чтобы определить, к какому виду относятся нагрузки, данные в инструкции по подсочке леса [2], следовало бы воспользоваться результатами опытной или производственной подсочки за соответствующий ряд лет. К сожалению, этих данных пока не имеется, так как существующая техника и технология подсочки (мелкие и огибающие подновки, широкие карты и т. п.) применяются в СССР с 1957 г. Однако, исходя из сравнения различных показателей (см. табл. 1), можно заключить, что современная технология значительно меньше нарушает водный режим дерева: она рассчитана (за счет мелких подновок) на использование смоляного аппарата наиболее активных периферийных годичных слоев дерева. Поэтому принятая инструкцией нагрузка должна обеспечить более или менее устойчивую смолопродуктивность по годам подсочки, и ее можно отнести к более или менее нормальной нагрузке.

* В порядке обсуждения.

Таблица 1
Сравнительные нагрузки дерева
с диаметром 32 см на высоте груди

Технические показатели	Техника и технология	
	новая	старая
Ширина карры, см	32	24
Количество карр	2	2
Линейная нагрузка, %	64	48
Глубина подновки, см	0,4	0,8
Высота карры, см	30	35
Объемная нагрузка, см ³	768	1344
В %	100	176

Лет через 5—6 будут накоплены фактические данные по смолопродуктивности за 8—10 лет; это позволит более обоснованно определить вид нагрузки, установленной в настоящее время действующей инструкцией по подсочке сосны. Не исключена возможность, что для одних природных условий она окажется нормальной, а для других — ненормальной или прогрессивной. В связи с этим необходимо рассмотреть вопрос о дифференциации нагрузок дерева при подсочке. В практике, к сожалению, дифференциация осуществляется лишь в зависимости от срока подсочки, то есть по категориям [2]. Например, для дерева с диаметром 32 см на высоте груди линейная нагрузка по категориям распределяется так (см. табл. 2):

Таблица 2

Категории	Нагрузки, %
Первая (1—3 года)	75
Вторая (4—6 лет)	66
Третья (7—10 лет)	60
Четвертая (11—15 лет)	44

Такие единые нагрузки для всех географических районов являются, в принципе, неверными, ибо условия подсочки на Украине совсем иные, чем на Северном Урале. Различия географических особенностей, повторяем, требуют своих дифференцированных нагрузок, применительно к региональным условиям жизни сосновых лесов. Более того, в пределах того или иного географического района подсочки нагрузка должна распределяться в зависимости от типа и возраста леса, и даже внутри насаждения по биологическим группам деревьев, различающихся по смолопродуктивности.

Нам представляется целесообразным назначать повышенную нагрузку наиболее смолопродуктивным типам леса, а в пределах каждого типа леса — деревьям высокой смолопродуктивности как более жизнестойким. Деревья меньшей смолопродуктивности как менее жизнестойкие, нагружаются слабее. В данном случае действует закон индивидуальной изменчивости живых организмов, в частности, сосны, обуславливающий и изменение смолопродуктивности отдельных сосновых деревьев. Нарушение этого закона влечет за собой нежелательные для подсочки и лесного хозяйства последствия: перегрузка каррами одних деревьев ведет к ослаблению их жизнедеятельности и снижению смолопродуктивности, а недогрузка биологически сильных деревьев влечет за собой недобор живицы в древостое.

В дифференциации нагрузки и исключения из подсочки малосмолопродуктивных деревьев можно видеть реальные резервы повышения смолопродуктивности среднего дерева и древостоя в целом.

Для условий Урала и Тюменской области возможно повышение смолопродуктивности среднего дерева и древостоя до 25%, в зависимости от типа леса. Это показали расчеты, в основу которых легли наши данные, характеризующие четыре биологические группы деревьев, различающихся по смолопродуктивности (см. табл. 3).

Таблица 3

Группа	Смолопродуктивность на карро-подновку, г	В %*
1	70—90 (весьма высокая)	3
2	35—45 (высокая)	19
3	15—20 (нормальная)	46
4	менее 5 (низкая)	32

Увеличивая на 10—12% (против существующих норм) нагрузку для деревьев высокой жизнестойкости (1 и 2 группы) и исключая из подсочки малосмолопродуктивную группу (четвертую), мы повышаем среднюю смолопродуктивность дерева и древостоя в целом. Это обуславливает и соответствующее увеличение производительности труда.

Смолопродуктивность сосновых лесов можно повысить и дифференциацией нагрузок при подсочке по географическим зонам, по типам леса и возрасту.

Для научного обоснования дифференцированных нагрузок по названным зонам, типам леса и биологическим группам необходимо привлечь силы наших зональных опытных станций подсочки леса, а также соответствующих лабораторий ЦНИЛХИ и отраслевых исследовательских институтов совнархозов. Результаты работ следует представить в виде специальных инструктивных указаний по дифференциации нагрузок на деревья для практического использования в подсочном производстве. Эти научно обоснованные данные позволят более продуктивно использовать сосновые леса для добычи живицы.

* Мы считаем, что количественное соотношение биологических групп будет различно в зависимости от условий местопроизрастания соснового леса.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. И. Гаврилов. Длительная подсочка сосны в СССР. Гослесбумиздат, 1953.
 [2]. Инструкция по использованию лесов СССР для заготовки лесохимического сырья, 1956. [3]. И. И. Орлов. Опыт длительной подсочки сосны. Гослесбумиздат, 1959.
 [4]. Е. П. Проказин. Селекция смолопродуктивных форм сосны обыкновенной. Сборник работ по лесному хозяйству «Опыт и достижения по селекции лесных пород», вып. 38, изд. МСХ СССР, М., 1959.

Поступила в редакцию
8 декабря 1961 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

**О ПРИЧИНАХ МАЛОЙ СОМКНУТОСТИ ПОЛОГА
СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ В ОСТРОВНЫХ БОРАХ
КАЗАХСТАНСКОГО МЕЛКОСОПОЧНИКА****А. П. ЮНОВИДОВ**

Кандидат сельскохозяйственных наук

Б. А. ЮРЧЕНКО

Старший лаборант

(Казахский НИИ лесного хозяйства)

В северной части Казахстанского мелкосопочника расположены островные сосново-березовые леса. Сосна приурочена, главным образом, к выходам гранита.

По характеру рельефа мелкосопочник представляет собой систему округлых возвышенностей и сглаженных денудацией горных хребтов. В области гранитных интрузий местность сохранила горный характер. Абсолютная высота отдельных гор достигает 1050 м.

Климат Северного Казахстана отличается малым количеством осадков и обилием тепла в период вегетации. Важнейшими особенностями климата являются, с одной стороны, его засушливость, и, с другой, — резкая континентальность, выражающаяся в крайне контрастной смене суровой зимы жарким летом. Испарение в течение летнего периода значительно превосходит количество выпадающих осадков. Суховейно-засушливая погода чаще наблюдается в июне. Территория Северного Казахстана открыта со всех сторон влиянию воздушных течений. По количеству ветровой энергии описываемый район занимает одно из первых мест по Советскому Союзу. Наибольшие скорости ветра наблюдаются зимой. Среднее число дней в году со скоростью ветра выше 15 м/сек в Кокчетаве составляет 59, из них на зимние месяцы приходится 28 дней.

В лесах этого района наибольшее распространение имеют каменистые, сухие лишайниковые и свежие мшисто-травяные группы типов леса.

Характерной особенностью местных сосняков является относительно малая сомкнутость их полога. Особенно резко выражено это явление в каменистых и сухих борах. Наблюдаются значительные расхождения в величине полноты и сомкнутости полога. При этом полнота, как правило, значительно превышает сомкнутость полога. Малая сомкнутость наблюдается не только в спелых и в приспевающих, но даже и в средневозрастных насаждениях. Это же отмечает В. Н. Сукачев*.

Факторы, обуславливающие резкое расхождение между показателями полноты и сомкнутости крон, изучены недостаточно.

По мнению В. Н. Сукачева, причинами малой сомкнутости крон в кокчетавских сосняках служит недостаток влаги в почве и несколько повышенная потребность местной сосны в свете.

Наши многолетние наблюдения дают основание утверждать, что, помимо прочих факторов, на степень сомкнутости крон существенное влияние оказывает ветер. Сильные ветры вызывают серьезные повреждения крон. Чаще это наблюдается в зимний период. В условиях морозной погоды ветки сосны становятся очень хрупкими. При раскачивании стволов ветром кроны соседних деревьев задевают одна о другую. В результате значительная часть тонких охвоенных веточек обламывается и падает

* В. Н. Сукачев. Очерк лесной растительности заповедника Боровое. Труды государственного заповедника Боровое, вып. I, 1948.

на землю. Ежегодно весной, после таяния снега, на поверхности почвы можно видеть большое количество обломанных ветвей. В отдельные годы в некоторых древостоях почва бывает сплошь покрыта свежими обломками охвоенных ветвей.

Для определения размера повреждений нами были заложены пробные площади на территории Бармашинского опытного лесхоза в сухом лишайниковом и свежем мшисто-травянистом борах. Весной 1960 г. после исчезновения снежного покрова опавшие за зиму ветви и зеленая хвоя были собраны и взвешены. Пробные образцы хвои и тонких ветвей высушивались при 100—105°С. На пробных площадях были определены все таксационные признаки древостоев.

Результаты обмера и учета представлены в табл. 1.

Таблица 1

№ пробы	Возраст, лет	Класс бонитета	Густота древостоя	Полнота древостоя	Сомкнутость полога	Вес опавшей хвои, кг на 1 га		Вес опавших веточек, кг на 1 га	
						до сушки	абсолютно сухой	до сушки	абсолютно сухих
1	75	II	0,91	1,13	0,70	4680	1800	1220	420
2	60	IV	1,7	1,17	0,55	1300	500	280	100
3	60	IV	1,5	1,10	0,61	1220	470	290	100

Проба № 1 заложена на равнине, в свежем мшисто-травяном бору. После штормового ветра 21—22 октября 1959 г. сомкнутость полога на пробе снизилась на 0,2. Ассимиляционная поверхность при этом уменьшилась примерно на одну треть первоначальной величины. Несмотря на то, что скорость ветра в отдельные сроки наблюдений достигала 30 м/сек, ветровала и бурелома не наблюдалось.

Пробы № 2 и 3 расположены в верхней части северо-западного склона на щебнистых почвах. Тип леса — сухой лишайниковый бор.

Данные табл. 1 наглядно показывают отрицательное влияние ветра на кроны деревьев.

В зависимости от местоположения древостоев кроны деревьев повреждаются ветром неодинаково. Сильнее страдают от ветра насаждения, расположенные на ветродарных склонах, на положительных элементах рельефа. Поэтому в каменистых и сухих лишайниковых сосняках, даже в загущенных древостоях этих типов леса, малая сомкнутость полога встречается чаще, чем в насаждениях свежих и влажных мшисто-травяных боров.

Следует, однако, отметить, что древостои с высокой сомкнутостью крон нередко можно видеть и в условиях сухого бора. Такие насаждения расположены на относительно защищенных от ветра участках.

Поступила в редакцию
4 октября 1960 г.

ОБ ИЗМЕНЕНИИ КАЧЕСТВА СЕМЯН ЛИСТВЕННОЙ ДАУРСКОЙ ПРИ УСИЛЕНИИ КОРНЕВОГО ПИТАНИЯ

Н. В. КРЕЧЕТОВА

Старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук

(Дальневосточный НИИ лесного хозяйства)

Лиственница даурская — порода очень ценная. Ежегодно для нужд народного хозяйства вырубается огромные площади насаждений лиственницы. Для успешного ее возобновления наряду с другими факторами, необходимо обилие семян.

Повышение урожайности и качества семян может быть достигнуто внесением удобрений в почву под плодоносящие деревья. Успешные работы этого характера с различными породами проводились в Белоруссии [5], [6], в Теллермановском лесу [7], в Татарской АССР [4] и др.

В условиях Дальнего Востока, начиная с 1955 г., подобного рода работы ведутся нами. Довольно интересные результаты получены в опытах с лиственницей даурской. Опытные участки были выделены в естественных насаждениях Амурской области и Хабаровского края. Первый из них характеризуется следующими данными. Состав 7Лц2СИБч+Бб*, средний возраст лиственницы 70 лет, средний диаметр 25 см, средняя высота 18 м. Подрост куртинами из лиственницы и сосны, с преобладанием березы и осины. В подлеске лещина разнолистная, леспедеца двуцветная.

Участок в Хехцирском лесхозе, Хабаровского края заложен в редине, типа леса осоко-кочкарниковый лиственничник. Состав 10Лцед.Бб. Средний возраст лиственницы 58 лет, средний диаметр 23 см, средняя высота 16,5 м. Подрост куртинами из лиственницы и березы белой. В подлеске жимолость съедобная, спирея средняя.

Почвы на участках по химическому составу характеризуются данными табл. 1**.

Таблица 1

Место закладки участка	Почвенный горизонт	Рн солевой вытяжки	Гумус по Тюрину	Азот, %	Сумма поглощенных оснований, мг.—экв.	K ₂ O на 100 г почвы	P ₂ O ₅ в мг на 100 г почвы
Амурская область	A ₀	6,4	4,87	0,24	13	6,7	1,25
	A ₁	6,4	0,62	0,03	7,8	6,7	нет
	B ₁	6,4	0,39	0,01	6	5,4	"
	B ₂	6,4	0,23	0,01	нет	5,1	"
Хабаровский край	A ₁	4,2	8,8	0,44	3,45	9,6	"
	AB	4,0	2,76	0,13	0,87	4,2	"
	B	4,2	1,2	0,06	1,56	4,4	"
	C	4,4	0,61	0,03	7,05	4,4	"

Под каждое подопытное дерево вносились удобрения в одинаковых дозах: суперфосфата вносили 1,5 кг, калийной соли 0,850 кг, аммиачной селитры 1,3 кг, извести 0,3 кг. Удобрения рассыпались на площади 10—12 м² и почва перекапывалась на глубину 10—15 см.

Влияние удобрений на повышение качества семян проявилось в первый же год. Энергия прорастания семян с опытных деревьев оказалась на 30% выше. Семена с опытных деревьев имели вес 1000 шт. 3,4—3,56 г, а с контрольных — 2,6—2,65 г.

* Бч — береза черная; Бб — береза белая.

** Химические анализы почв выполнены К. А. Нельзиной.

Удобрения оказали влияние и на сохранение жизнеспособности семян при их длительном хранении. Семена, собранные с опытных и контрольных деревьев обоих участков, хранились в лаборатории ДальНИИЛХА в течение двух лет.

Проверка жизнеспособности после хранения показала, что семена с опытных деревьев имели значительно большую энергию прорастания, чем с контрольных, так как при прорастании используются вещества, поступившие в семена из удобрений [2], [3].

Интересные результаты получены при определении содержания фосфора в семенах с опытных и контрольных деревьев.

В жизни растений фосфор имеет большое значение; он входит в состав веществ, образующих важнейшую составную часть клеточного ядра. Фосфор принимает участие в важнейшем процессе жизнедеятельности растений — фотосинтезе. Установлено большое влияние фосфора на процессе формирования органов плодоношения [1].

Учитывая все это, решено было проследить, как изменяется количество фосфора в семенах при внесении удобрений в почву под деревья. Наличие фосфорной кислоты в золе определяли по методу Левецкого. Анализу подвергались семена, собранные с деревьев разного возраста — 30, 50 и 100 лет (как опытных, так и контрольных). Результаты анализов приводятся в табл. 2.

Таблица 2

Место произрастания деревьев	Дерево	Возраст деревьев, лет	Содержание P_2O_5 в золе семян, %
Амурская область	Опытное	40 - 50	1,90
	Контрольное	40—50	0,91
Хабаровский край	Опытное	20—30	1,09
	Контрольное	20—30	0,55
	Опытное	40—50	0,80
	Контрольное	40—50	0,48
	Опытное	90—100	0,28
	Контрольное	90—100	0,14

Данные, приведенные в таблице, показывают, что в семенах с деревьев разного возраста содержится различное количество фосфора. Наибольшее его количество накапливается в семенах, собранных с молодых деревьев. С увеличением возраста деревьев в семена поступает меньше фосфора. Поступление фосфора в семена находится в прямой зависимости от его содержания в почве.

При внесении суперфосфата под семеносящие деревья повышается количество фосфора в семенах. При этом в семенах с опытных деревьев фосфора оказалось в два раза больше, чем с контрольных. И в опыте молодые деревья поглощали фосфор значительно интенсивней, чем более старые.

В семенах с молодых деревьев накапливается в четыре раза больше фосфора, чем с более старых. А если сравнить подопытное молодое с контрольным старшим, то это отношение выразится числом 8.

Проведенные нами опыты показали, что семена лиственницы даурской следует собирать с более молодых деревьев, дающих высококачественные семена. Внесение удобрений под семеносящие деревья лиственницы даурской повышает качество семян.

На лесосеках для обеспечения обсеменения вырубок следует оставлять семенные куртины из семеносящих деревьев лиственницы даурской в возрасте 30—50 лет.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. И. Васьковский. Повышение медоносности липовых деревьев и организация использования липы на медосборе. Владивосток, 1954. [2]. Л. А. Зуев, П. Ф. Голубева. Использование запасного фосфора семян при прорастании. ДАН СССР, т. 6, 1955. [3]. А. С. Кружилин, З. М. Шведская. Влияние условий минерального питания на изменение свойств растений. Журнал общей биологии, т. XVII, № 6, 1956. [4]. В. Н. Напалков. Опыт повышения урожайности желудей на лесосеменных участках. Сб. статей по лесному хозяйству. Татарское республиканское научно-техническое общество лесной промышленности, вып. 12, 1956. [5]. Н. Д. Нестерович. Влияние минеральных удобрений на урожай плодов у древесных растений. Сб. научных трудов института биологии АН БССР, Минск, 1951. [6]. Н. Д. Нестерович. Плодоношение интродуцированных древесных растений в БССР. Минск, 1955. [7]. А. Ф. Тюлин, К. Г. Щербина. Минеральное питание дуба в Теллермановском опытном лесничестве. Труды института леса АН СССР, т. XXIX, 1955.

**О ПРЕОДОЛЕНИИ ПОКОЯ СЕМЯН БЕРЕСКЛЕТА
ЕВРОПЕЙСКОГО И БОРОДАВЧАТОГО ***

Н. Н. ВАРАСОВА

Старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук

(Ленинградский НИИ лесного хозяйства)

Семена бересклета европейского и бородавчатого так же, как и многие другие семена древесных и кустарниковых растений, не прорастают в год посева; этим семенам свойственен глубокий покой, выход из которого возможен только после длительной подготовки их к прорастанию.

Нами в 1952—1953 гг. была произведена предпосевная подготовка семян бересклета европейского, собранных в середине сентября в Ленинграде. Опыт был поставлен 10 октября после освобождения семян от присемянников и 10 ноября — после месячного подсушивания их в лаборатории с целью получения более позднего срока прорастания семян после стратификации.

Повторность двукратная. В каждой повторности по 1000 семян (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Температурный режим стратификации	Срок страти- фика- ции, мес.	Число проросших семян, %			Число загнив- ших семян, %
		во время страти- фикации	после страти- фикации	общее	
20°	7	0	0	0	21
5°	6	18	0	18	77
20° — 2 мес. + 5° — 3 мес.	5	1	9	10	84
20° — 2 " + 5° — 4 "	6	42	0	42	56
20° — 3 " + 5° — 2 "	5	0	24	24	37
20° — 3 " + 5° — 3 "	6	44	0	44	55
20° — 3 " 0° — 2 "	5	0	55	55	25
20° — 3 " 0° — 4 "	7	0	73	73	26
20° — 2 " 0° — 3 "	5	0	90	90	4
20° — 2 " 0° — 5 "	7	18	43	61	35
20° — 3 " + 5° — 2 "	5	0	2	2	35
20° — 3 " + 5° — 3 "	6	3	20	23	49

В 1952—53 гг. нами были поставлены опыты с семенами бересклета бородавчатого, собранными в Мелекесе Ульяновской области, в Липецке Воронежской области, в Горьковской, Пензенской и Куйбышевской областях и в г. Воткинске Удмуртской АССР.

Все семена дезинфицировались 30 мин в 3% растворе $KMnO_4$, затем отмывались в проточной воде и замачивались на 1 сутки. Стратификация семян проводилась в прокаленном песке, в глиняных вагонах, промытых 3%-ным раствором $KMnO_4$. В каждой повторности было по 1000 семян, повторность двукратная.

Многие авторы указывают, что предпосевной обработкой семян можно ускорить их выход из состояния покоя. Нами производилась обработка семян перед их стра-

* Из работ ЛенНИИЛХа.

тификацией: семена намачивались в растворе тиомочевины (0,1—0,5%), которая способствует выходу из состояния покоя; в растворе кофеина (0,01—0,1%), вызывающего усиленное деление клеток, а также в вытяжках из торфа (10—20%) и проросших семян льна и гороха, имеющих примерно одинаковый состав запасных питательных веществ с семенами бересклета бородавчатого. При прорастании семян количество ферментов в них увеличивается, что может стимулировать и прорастание семян бересклета бородавчатого при их замачивании в полученном фильтрате, так как возможно, что длительное непрорастание семян связано с отсутствием активно работающих ферментов.

После прорастания семена растирались в ступке и заливались водой (1 и 2 мл на проросшее семя). В профильтрованных вытяжках семена бересклета бородавчатого намачивались в течение 15—26 час., вес семени увеличивался на 17—32% от исходного. После замачивания 1000 семян стратифицировалась в песке при переменных температурах (20°—2 мес., +5°—4 мес.). Этот вариант стратификации оказался неудачным, так как семена, собранные в Ульяновской области и служащие контролем к этому опыту, имели всего 5% проросших (табл. 2).

Таблица 2

Способ обработки перед стратификацией	Продолжительность намачивания, час.	Число проросших семян, %			Число загнивших семян, %
		во время стратификации	после стратификации	общее	
Контроль	0	0	5	5	75
Тиомочевина 0,1%	18	7	3	10	69
0,5%	18	4	1	6	78
Кофеин 0,01%	26	5	1	6	76
0,1%	26	6	1	7	71
Вытяжка из торфа 10%	15	19	6	25	49
" 20%	15	17	2	19	56
Вытяжка из гороха 1 мл воды на семя	18	8	2	10	75
Вытяжка из гороха 2 мл воды на семя	18	18	1	19	66
Вытяжка из льна 1 мл воды на семя	20	13	4	17	62

Проведенные нами опыты приводят к следующим выводам.

1. Семенам бересклета европейского необходимы для прорастания переменные температуры, вначале высокие, затем низкие. При одних повышенных температурах (20°) они не прорастают в течение семи и более месяцев. Свежесобранные семена могут прорасти при воздействии только низких температур (5°), но в очень небольшом количестве.

2. Семена бересклета европейского лучше подготавливаются к прорастанию в условиях переменных температур при применении нулевой температуры. В этом случае увеличивается процент проросших семян, и время их подготовки сокращается до 5 мес.

3. При стратификации семян в варианте (20°—2 мес, затем 0°—3 мес.) число проросших семян достигает 90% и прорастание семян не начинается до посева в грунт, что позволяет применить сеялки.

4. Семенам бересклета бородавчатого для прорастания необходимы переменные температуры; при постоянных температурах как высоких, так и низких, семена не прорастают.

5. Семена бересклета бородавчатого подготавливаются к прорастанию за 6 мес. при переменных температурах, вначале высоких—20° в течение 3 мес., затем низких—0° в течение такого же срока. Подготовка семян к прорастанию задерживается, если применяется не нулевая температура, а 5°. В этом случае стратификация семян продолжается 7 мес. (2 в тепле и 5 в холоде).

6. Массовое гниение семян начинается перед их прорастанием или в момент прорастания, что, по-видимому, связано с усилением процесса дыхания. Семена задохнутся из-за недостатка кислорода во влажном песке.

7. Прорастание семян бересклета бородавчатого ускоряется и число проросших семян увеличивается при намачивании их перед стратификацией в вытяжках из торфа и из проросших семян гороха и льна. Возможно, что ускорение прорастания семян связано с усилением активности ферментов под влиянием обработки.

Поступила в редакцию
16 мая 1960 г.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

ВСЕРОССИЙСКОЕ СОВЕЩАНИЕ РАБОТНИКОВ ЛЕСОПИЛЬНОЙ И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Н. В. НИКИТИН

Доцент, кандидат технических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

В марте 1962 г. в Архангельске состоялось Всероссийское совещание работников лесопильной и деревообрабатывающей промышленности. В нем приняли участие представители более 40 совнархозов.

Открывая совещание, начальник главного управления лесной, бумажной и деревообрабатывающей промышленности ВСНХ тов. Н. А. Бочко отметил большое значение выполнения планов производства. В 1961 г. лесная и деревообрабатывающая промышленность не выполнила плана, в результате чего народное хозяйство не получило значительного количества древесины и продуктов ее переработки.

Итогом работы 1961 г. и задачам лесопильно-деревообрабатывающей промышленности в 1962 г. был посвящен доклад В. Ф. Майорова (ВСНХ РСФСР).

Он сообщил, что перспективным планом намечается увеличение объемов производства по лесозаготовкам к 1980 г. до 520 млн. м³ за счет увеличения заготовок в том числе в многолесных районах на 61%; будут сокращены лесозаготовки в малолесных районах.

Производство пиломатериалов к 1980 г. вырастет по СССР до 137 млн. м³ фанеры в 6,5 раза, а в многолесных районах оно увеличится в 13 раз. Выработка древесно-стружечных плит достигнет 26 000 тыс. м³, а древесно-волоконистых плит — 4000 млн. м².

Решение этой грандиозной задачи требует строительства новых предприятий. Осуществление таких темпов развития пойдет по линии комплексной механизации и автоматизации производства.

Лесопильно-деревообрабатывающая промышленность за первые три года семилетнего плана увеличила выпуск пиломатериалов на 12,1% (в том числе

экспортных — на 41%), по производству клееной фанеры — на 17%, по выработке стандартных домов и комплектов деталей для домостроения — на 41,9%.

Предприятия недостаточно используют внутренние резервы производства: выделенные крупные суммы средств по капиталовложениям систематически не осваиваются, что ведет к невыполнению планов по вводу производственных мощностей.

План на 1962 г. по сравнению с 1961 г. предусматривает рост производства пиломатериалов до 107,2%, древесно-волоконистых плит — до 114,5, древесно-стружечных плит — до 172,0, фанеры клееной — до 109,0, технологической щепы — до 200%.

Начальник управления лесопильно-деревообрабатывающей промышленности Архангельского совнархоза М. С. Резвый в содокладе отметил, что лесопильно-деревообрабатывающая промышленность Архангельского совнархоза специализирована, в основном, на выпуске экспортной продукции. За последние пять лет производство экспортных пиломатериалов значительно увеличилось. Планом на 1962 г. предусмотрен выпуск большого количества пиломатериалов общего и экспортного назначения. Заводы Архангельского совнархоза должны выработать большое количество тары, мебели, стандартных домов, древесной муки, этилового спирта, кормовых дрожжей, целлюлозы, бумаги, древесно-волоконистых плит и другой продукции.

Перед лесозаводами ставится задача — довести в 1962 г. общий выход материалов до 60,6% и выход экспортных пиломатериалов — не менее, чем до 40%.

Устаревшая техника заменяется более современной. Так, например, Соломбаль-

ский комбинат в 1961 г. полностью перешел на работу кабельными кранами; будет установлен кабельно-мостовой кран на складе сырья лесопильно-деревообрабатывающего комбината им. Ленина и на экспериментальном заводе ЦНИИМОДа.

Поперечные лесокатки на выгрузке сырья заменяются лебедками для пакетно-рядовой укладки в штабеля. Вместо цепных наземных транспортеров намечено применить гидролотки. Посылочные механизмы лесорам переводятся на гидропривод, а pedalные торцовки — на пневматический привод.

На лесозаводах, где нет пакетно-формировочных машин, укладка экспортных пиломатериалов будет производиться непосредственно у сортировочных площадок в пакеты с реечными прокладками, чтобы этот пакет укладывался на складе в пакетные штабеля автопогрузчиками или башенными кранами. Предполагается в 1962 г. на двух опытных лесозаводах Архангельска ввести окончательную торцовку пиломатериалов после сушки.

В Шангалах строится лесозавод на восемь рам с цехом древесноволокнистых плит; в Цигломени — завод клееных панелей; при лесозаводе № 4 и на Котласском деревообрабатывающем комбинате — цехе древесно-стружечных плит; на Онежском комбинате — цехе древесно-волоконистых плит. Архангельские заводы нуждаются в серьезном улучшении вспомогательных участков производства. Необходимо строительство железобетонных причалов, сушильных цехов, складов готовой продукции, дорог с твердым покрытием на лесозаводах и биржах, а также производство дноуглубительных и рефулерных работ.

О развитии лесопильно-деревообрабатывающей промышленности Карельской республики рассказал И. В. Грачев. В Совнархоз входят 16 лесопильно-деревообрабатывающих предприятий, имеющих 64 лесорамы. Кроме того, в Карелии разные организации располагают 120 мелкими лесозаводами, на которых установлено 277 лесорам. В 1962 г. предприятия Совнархоза должны распилить 2890 тыс. м³ пиловочного сырья и выпилить 1820 тыс. м³ пиломатериалов; выработать 8400 тыс. м² древесноволокнистых плит, 275 тыс. пар лыж, 29 тыс. м³ фанеры, 40 тыс. м³ тары, выпустить много мебели, товаров культурно-бытового обихода.

В результате ряда мероприятий, проведенных Совнархозом, выход пиломатериалов и щепы теперь достигает 75%, а на Сегежском комбинате — 83%.

В докладе было отмечено, что капиталоложения в основном расходовались на строительство производственных цехов, в то время как складское хозяйство недостаточно механизировалось.

О выполнении плана по лесопилению и деревообработке Свердловским совнархозом доложил В. Ф. Наумов.

О состоянии лесопильно-деревообрабатывающей промышленности Красноярского совнархоза рассказал тов. Бушуев.

Красноярский совнархоз включает в себя предприятия, имеющие производственную мощность лесопиления 2496,4 тыс. м³.

План 1961 г. по пиломатериалам и мебели не выполнен. Допущенный перерасход средств привел к повышению себестоимости и убыткам.

Управление Красноярского совнархоза проводит мероприятия по реконструкции действующих и строительству новых предприятий, на которых предполагается полное использование древесины и переработка отходов на целлюлозу, древесно-стружечные и древесно-волоконистые плиты.

В лесопильных цехах автоматизируются окорочные процессы. На складах сырья внедряются электромеханические сбрасыватели бревен. Освоено 15 полуавтоматических линий по обработке деталей и готовых изделий. Изготовлено и внедрено в производство более 40 механических, гидравлических и пневматических вайм, часть из них с электроподогревом. В мебельном производстве применяются лаконаливные машины и плоскополировочные станки. В то же время еще не механизированы работы на складах сырья, пиломатериалов погрузочно-разгрузочные операции внутри цеха.

А. В. Грачев (ЦНИИМОД) отметил, что производительность труда на ряде участков производства явно недостаточна. Большой удельный вес ручных работ сдерживает рост производительности труда.

Решение задачи комплексной механизации тяжелых и трудоемких процессов, а также автоматизация лесопильного потока, позволят поднять производительность до 10—15 м³/чел-день. В этом направлении работает коллектив работников ЦНИИМОДа.

Докладчик считает, что древесина, поступающая на заводы, должна быть рассортирована по породам и размерным группам диаметров. Необходимо, чтобы объем пучка соответствовал грузоподъемности выгрузочных механизмов. На рейдах заводов следует применять гидравлические потокообразователи. Выгрузка леса на склады сырья с объемом более 200 тыс. м³ должна проводиться при помощи кабельных и мостокабельных кранов грузоподъемностью до 20 т; с объемом менее 200 тыс. м³ — большегрузными лебедками.

Организация выгрузки пучками увеличит производительность труда не менее, чем в четыре раза. Необходимо применять дождевание штабелей и ши-

роко использовать на складах гидравлические лотки.

В производственном процессе лесопиления предусматривается 100%-ная окорка пиловочного сырья.

Необходимо специализировать потоки для распиловки определенных размеров групп сырья с учетом лучшего использования лесопильного оборудования.

В лесопильных цехах нужно внедрять впередирамные тележки с дистанционным управлением, манипуляторы для автоматизированной подачи бревен и бруса в лесорамы, автоматическое отделение горбылей, поштучную подачу досок к обрезным станкам. В обрезных станках следует применять преселективное управление. Необходимо использовать управляемые светотеневые аппараты, счетчики для учета сырья и пиломатериалов, а также промышленное телевидение. Устаревшие цепные скребковые транспортеры следует заменить эксгаустерными установками, транспортирующими сыпучие отходы.

Технология лесопиления должна быть построена так, чтобы в лесопильных цехах производилась предварительная автоматизированная торцовка проходным способом и сортировка досок только по размерам поперечного сечения. Окончательную браковку, торцовку, маркировку и сортировку пиломатериалов надо производить после сушки.

В настоящее время в производственном процессе лесопиления на одну рамосмену приходится в среднем около 30 человек. После проведения комплексной механизации и автоматизации потребуется лишь 14 рабочих.

Инж. А. Холмовской (Гипродревпром) ознакомил участников совещания с новыми проектами лесопильно-деревообрабатывающих предприятий для постройки в лесозыбыточных районах. Выпускаемая пилопродукция будет состоять из облагороженных досок и заготовок для различных отраслей промышленности. На предприятии предусмотрено следующее: распиловка 550,0 тыс. м³ сырья в год, 100%-ная искусственная сушка пиломатериалов; переработка всех пиломатериалов на строганные доски и заготовки; выработка древесно-стружечных

плит в объеме 50 тыс. м³ в год, древесно-волоконистых плит — 9,25 млн. м² в год, производство 14 тыс. т кормовых дрожжей в год; энергохимическая установка для переработки древесной коры.

Электроснабжение будет производиться от государственных электрOLIний, теплоснабжение — от собственной котельной, работающей на угле.

В другом варианте проекта предприятия из его состава исключены производство древесно-волоконистых плит и кормовых дрожжей, но предусмотрены устройства для отгрузки щепы, опилок и стружки в вагоны и отправки их по железной дороге на целлюлозно-бумажный комбинат. Проекты вызвали интерес участников совещания; в то же время необходимо заметить, что принцип комплексного использования сырья допускает и другие решения.

Главный конструктор Вологодского завода деревообрабатывающих станков «Северный коммунар» тов. В. И. Зязин заострил внимание на дальнейшем развитии машиностроительных заводов, изготавливающих машины и механизмы для лесопильной промышленности.

Завод «Северный коммунар» является специализированным предприятием, выпускающим оборудование для лесопильной промышленности: лесопильные двухэтажные рамы с просветом пильных рамок 500, 750, 1100 мм; комплекты машин околорамной механизации для лесопильных потоков; транспортное оборудование и запасные части. Характерным для плана производства на 1962 г. является более широкий ассортимент новых машин, выпускаемый заводом взамен устаревших.

Интересное сообщение о работе лесопильных предприятий Швеции было сделано главным инженером управления лесопильно-деревообрабатывающей промышленности Архангельского совнархоза О. А. Рождественским.

В обсуждении докладов участвовало 20 человек.

Совещание приняло решение, направленное на досрочное выполнение планов производства 1962 г., на усовершенствование производства и внедрение новой техники и передовых технологических процессов.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

«ОБ ОСНОВАХ И ОСОБЕННОСТЯХ ЛЕСОУСТРОЙСТВА»

Под таким названием издательством Украинской академии сельскохозяйственных наук издана в 1961 г. книга кандидата сельскохозяйственных наук А. И. Котова* (объем 7,5 печатных листов, под редакцией В. И. Титова). Книга состоит из предисловия и девяти разделов: отраслевые особенности лесохозяйственного производства в системе народного хозяйства СССР; интенсивность лесного хозяйства Украинской ССР; лесохозяйственное районирование УССР; принципы хозяйственного деления лесного фонда; анализ и проектирование пользования лесом при лесоустройстве; классификация насаждений по степени совершенства для лесов второй группы; особенности устройства и ведения лесного хозяйства в степной зоне УССР; о генеральном планировании в лесном хозяйстве; из истории развития советского лесоустройства.

Все вопросы, рассматриваемые автором книги, являются важными для лесного хозяйства.

Несмотря на то, что книга в большей своей части построена на материалах Украинской ССР, значение ее несомненно выходит за рамки лесного хозяйства одной республики. Так, изучая вопросы интенсивности лесного хозяйства Украинской ССР, А. И. Котов предложил новую шкалу для установления интенсивности лесного хозяйства (стр. 17). Применение рекомендуемой автором шкалы интенсивности (при одинаковых интервалах показателей) позволит сравнивать интенсивность лесного хозяйства для различных экономических и природных условий СССР. Подробно рассматривая вопросы хозяйственного деления лесного фонда, автор приводит схему этого деления и классификацию систем организации лесного хозяйства нашей страны. Результатом критической оценки современной классификации видов пользования лесом явилась предложенная автором более совершенная, простая и наглядная классификация. В

свою классификацию современных видов пользования лесом автор ввел новые понятия — защитного и прижизненного пользования (стр. 69).

Широко и правильно ставится автором вопрос о повышении продуктивности лесов.

Особый интерес представляет раздел книги, в котором автор дает начальную разработку теории создания наиболее совершенных насаждений (стр. 78—95). Правильно указывая, что «в настоящее время нормальное насаждение не может являться тем эталоном, совершенством, к которому должен во всех случаях стремиться лесовод», автор дает свои, ценные для практики лесного хозяйства, предложения.

Важность всесторонней разработки теории наиболее совершенных насаждений несомненна и заслуживает серьезного внимания. На самом деле, нельзя успешно решить проблему повышения продуктивности лесов и усилить их защитное и водоохранное значение, не имея на вооружении стройной теории о наиболее совершенных насаждениях. Однако, как справедливо указывает автор, полная разработка этой теории не может быть осуществлена трудом одного исследователя. Это дело посильно крупному научно-исследовательскому учреждению, решающему комплексные проблемы, и потребует ряда лет.

В седьмом разделе книги не только освещаются важнейшие особенности устройства и ведения лесного хозяйства в степной зоне УССР, но и даются полезные практические советы.

Не без интереса читается и последний заключительный раздел книги — из истории развития советского лесоустройства.

Простота и выразительность языка, краткость и ясность изложения обширного фактического материала, умелое использование специальной литературы и произведений В. И. Ленина делают книгу содержательной и интересной.

Вместе с тем имеются и некоторые недостатки.

* А. И. Котов. Об основах и особенностях лесоустройства. Киев, 1961.

1. В схеме хозяйственного деления лесного фонда СССР леса запретных и дорожно-защитных полос ошибочно включены полностью во вторую группу лесов (стр. 45). Оказались забытыми и климато-защитные полосы притундровых лесов, относящиеся к первой группе.

2. Вряд ли будет правильным относить к прямому пользованию лесом заготовку ягод и лесной подстилки. В классификации видов пользования не нашел отражения такой немаловажный вид пользования, как заготовка пневого осмола (стр. 69).

3. Предлагая формулу для исчисления общей доходности (стр. 71), автор ни-

чего не говорит о методике определения эффективности защитного пользования лесом. Это делает затруднительным и даже невозможным реализацию данного предложения, к тому же автор признает трудность выражения в единицах веса или стоимости благотворного влияния лесов на окружающую территорию (стр. 107).

В заключение отметим, что указанные недостатки не умаляют значения этой книги, весьма полезной для специалистов лесного хозяйства и особенно лесоустроителей.

О. А. Неволин
Доцент.

ЮБИЛЕИ

К 75-ЛЕТИЮ ПРОФЕССОРА В. К. ЗАХАРОВА

В 1961 году исполнилось 75 лет со дня рождения и 50 лет научной и производственной деятельности профессора Белорусского технологического института имени С. М. Кирова, доктора сельскохозяйственных наук, заслуженного деятеля науки Василия Кирилловича Захарова.

Научно-педагогическую деятельность Василий Кириллович начал в 1923 г. преподавателем кафедры лесоустройст-

теории и практики лесной таксации и организации лесного хозяйства: уточнение и рационализация методов учета запасов древесины на корню и в заготовленном виде; разработка методов промышленной сортиментации леса на корню; изучение роста насаждений и прироста и методика их исследований; внедрение методов математической статистики в таксацию леса.



ва Ленинградского лесного института, работая одновременно лесничим учебно-опытного лесничества.

В 1926 г. В. К. Захаров избирается профессором и руководителем кафедры лесной таксации и лесоустройства Белорусской сельскохозяйственной академии, а затем лесотехнического (ныне технологического) института, в котором он работает до настоящего времени.

Профессор В. К. Захаров широко известен своими трудами в области лесной таксации и лесоустройства. Им написано свыше 70 научных работ, которые охватывают комплекс вопросов

Из отдельных работ по учету запасов древесины на корню следует отметить таблицы объема и сбега древесных пород БССР (1928 г.), обеспечивающие высокую точность учета заготовленной продукции. В 1931 г. б. Союзлеспромом изданы таблицы объема и сбега стволов ели, успешно применяемые до настоящего времени.

Опубликованные в ряде статей результаты исследования степени изменчивости таксационных признаков деревьев и насаждений восполнили имеющийся пробел в теории лесной таксации, вошли в учебники и широко ис-

пользуются при проведении научных исследований и в производстве.

В 1940 г. проф. В. К. Захаров руководил комплексной научной экспедицией по изучению древостоев Беловежской Пуши, по результатам которой опубликован ряд ценных научных работ, сохраняющих до настоящего времени свое теоретическое и практическое значение.

В период Великой Отечественной войны Василий Кириллович принимал непосредственное и активное участие в работе научных экспедиций АН СССР по проблемам мобилизации естественных ресурсов Урала на нужды обороны страны.

В 1955 г. В. К. Захаров разработал и опубликовал новую методику исследования формы древесных стволов, позволяющую на ограниченном экспериментальном материале составить таблицы объема и сбega с повышенной точностью.

В 1956 г. вышли в свет и внедрены в производство составленные В. К. Захаровым таблицы объема и сбega маломерных стволов сосны и методика их составления.

Оригинальными являются работы проф. Захарова по рационализации методики составления таблиц хода роста насаждений, унификации методов учета леса на корню, позволяющие на ограниченном экспериментальном материале при широком использовании закономерностей в строении насаждений получить результаты с желаемой точностью.

Василий Кириллович на протяжении 37 лет ведет педагогическую работу в лесных вузах, являясь высококвалифицированным педагогом, обеспечивающим высокий научно-теоретический уровень учебного процесса, умело передавая свои знания и накопленный большой научный и производственный опыт многочисленным слушателям и заслуженно пользуясь высоким авторитетом среди своих слушателей и коллектива института.

Со времени утверждения аспирантуры в Белорусском технологическом ин-

ституте В. К. Захаров ведет также успешную подготовку молодых научных кадров.

В 1961 г. вышел в свет в издательстве «Высшая школа» учебник проф. В. К. Захарова «Лесная таксация», предназначенный для лесохозяйственных и лесотехнических вузов, обобщающий результаты многолетней педагогической деятельности автора.

В порядке оказания помощи производству В. К. Захаров принимал непосредственное участие в подготовке и выпуске ряда справочников для работников лесного хозяйства и лесной промышленности.

На протяжении своей непрерывной деятельности в Белоруссии с 1926 г. В. К. Захаров активно участвует в различных правительственных комиссиях и совещаниях по вопросам лесного хозяйства и лесной промышленности Республики.

Советское правительство высоко оценило плодотворную научно-педагогическую и общественную деятельность профессора В. К. Захарова, отметив его высшей правительственной наградой — Орденом Ленина, а также орденом «Знак Почета» и медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне».

Указом Верховного Совета БССР в 1956 г. В. К. Захарову за заслуги в деле подготовки инженерных кадров и развития науки в области лесного хозяйства и лесной промышленности присвоено почетное звание «Заслуженного деятеля науки БССР».

Отмечая этим кратким обзором большую научную и производственную деятельность Василия Кирилловича, пожелаем славному юбиляру многих лет жизни, сил и здоровья для дальнейшей плодотворной работы в области развития лесной науки и подготовки инженерных и научных кадров на благо нашей Великой Родины.

*Научные сотрудники Белорусского технологического института:
проф. А. Л. Новиков, доц. К. Ф. Мирон,
проф. Б. Д. Жилкин, доц. В. С. Мирошников, доц. В. Е. Ермаков, доц. О. А. Труль и др.*

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

М. Л. Дворецкий. Об ошибках точности в лесной таксации	3
М. М. Путилин. Сравнительный анализ типологических концепций В. Н. Сукачева и Г. Ф. Морозова	10
А. С. Бабакин. К вопросу о текущем приросте сосновых древостоев	19
П. Ф. Совершаев. О промерзании и оттаивании почв на вырубках учебно-опытного лесхоза АЛТИ	24
А. Е. Васильев. О влиянии стимуляторов на деятельность каллюса	31
А. И. Алексеева. Диагностические признаки древесины карельской березы	33
Ю. Н. Савич. К методике построения таблиц хода роста насаждений	38
И. С. Коссинская. Фацидиоз лесных культур в Карельской АССР	42
И. П. Дмитриев. Массовые таблицы сбega и сортиментные таблицы акации белой Молдавской ССР	45
А. М. Березин, Е. И. Вавилов. К вопросу о дешифрировании лесных почв	52

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

А. И. Логинов. Исследование устойчивости вагона-сцепы от опрокидывания при ударном входе в кривую	56
С. И. Рахманов. Расчет натяжения тросов в подвесных установках	63
Г. М. Васильев, И. Г. Волков. Исследование работы привода, подачи станка для обрезки сучьев, окорки и раскряжевки хлыстов	73
В. В. Харитонов. Основные технологические параметры автоматических установок для раскряжевки хлыстов	80
А. А. Ткаченко. Принципы проектирования дорог на болотах в г. Архангельске	89
Н. П. Протопопов. Некоторые вопросы, связанные с пуском автомобильных двигателей в условиях низких температур	98

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВСИНЫ

Н. Е. Кондратович, Ю. И. Юрьев. Нормы расхода дереворежущего инструмента для ящичных, домостроительных и мебельных предприятий Архангельского совнархоза	103
Б. К. Флеров. Изучение ложного ядра кавказского бука	111
А. А. Пижурин. Определение режима точения древесины для обеспечения заданного класса чистоты поверхности	120
В. А. Куликов, Т. В. Малиновская. О прессовании профильных деталей из станочной стружки	128
П. Н. Хухряцкий. Износостойкость древесины березы разного способа прессования	132
Г. Л. Тышкевич. Строение и физико-механические свойства древесины ели, прызрастающей в Карпатах, в зависимости от возраста	136
Ю. С. Соболев. Корреляционная зависимость между пределом прочности и модулем упругости древесины сосны при сжатии вдоль волокон образцов стронтельных размеров	138

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

И. В. Чалов, А. Е. Лещук. Непрерывный гидролиз древесины 46—48%-ной соляной кислотой	141
Б. Д. Богомолов, Е. Д. Гельфанд. Потенциометрическое титрование слабых органических кислот и лигнина в диметилсульфоксиде	149
Р. Х. Багрова, Г. П. Балакина, В. Н. Козлов. О химическом составе древесины тополя бальзамического на Урале	155
И. И. Орлов. О видах и дифференциации нагрузок сосны при подсочке	160

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

А. П. Юновидов, Б. А. Юрченко. О причинах малой сомкнутости полога сосновых древостоев в островных борах Казахстанского мелкосопочника.	163
Н. В. Кречетова. Об изменении качества семян лиственницы даурской при усилении корневого питания	165
Н. Н. Варасова. О преодолении покоя семян бересклета европейского и бородавчатого	167

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

Н. В. Никитин. Всероссийское совещание работников лесопильной и деревообрабатывающей промышленности	169
---	-----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

О. А. Неволлин. «Об основах и особенностях лесоустройства»	172
--	-----

ЮБИЛЕИ

К 75-летию профессора В. К. Захарова	174
--	-----

ПОПРАВКА

В «Лесном журнале» № 2 за 1962 г. по вине автора А. М. Княжкова допущена ошибка. На стр. 158 и 160 во вторых абзацах вместо ссылки на рис. 1, должна быть сделана ссылка на рис. 4.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 3.

(Год издания пятый).

Сдан в набор 11/IV-62 г. Подписан к печати 6/VI-1962 г. Форм. бум. 70×108/16. Физич. л. 11.
Печ. л. 15,07. Уч.-изд. л. 14,27. Тираж. 2000. Сл. 00750. Заказ № 93. Цена 1 руб.

Типография им. Скляпина, г. Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 86.

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ
ЖУРНАЛ



АРХАНГЕЛЬСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. В. В. КУЙБИШЕВА

Цена 1 руб.

**Принимается подписка
на журнал на 1962 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР**

Раздел

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 6 руб. Цена отдельного номера — 1 руб.

Подписка принимается органами «Союзпечати» и может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплекты журналов и отдельные номера за 1958, 1959, 1960, 1961 и 1962 г. высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».

Вниманию читателей журнала!

Редакция «Лесного журнала» обращается к читателям с просьбой присылать свои отзывы и пожелания о содержании и оформлении журнала. Обзор писем читателей будет помещен в одном из номеров.

Редакция.