

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

4

1958

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

Ответственный секретарь редакции А. И. Кольцова.

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

Выходит 6 раз в год.

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

ЛЕС — НЕИСЧЕРПАЕМЫЙ ИСТОЧНИК СЫРЬЯ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Древесина с давних пор служила сырьем для получения многих химических продуктов. Россия, славившаяся своими лесами, уже в XVI веке являлась одним из главных поставщиков на европейские рынки смолы, пека, дегтя, скипидара, канифоли, полученных из древесины. И ныне ни одна страна не может сравниться с Советским Союзом ни по количеству, ни по качеству лесных богатств. Это говорит о наличии больших возможностей использования древесины путем переработки ее химическими методами. В результате такой переработки можно получить ценные для промышленности продукты: канифоль и метиловый спирт, нашедшие применение при производстве пластических масс, этиловый спирт, применяющийся в 160 различных областях промышленности и, главным образом, идущий для производства синтетического каучука, уксуснокальциевая соль, употребляющаяся при выработке искусственного волокна, скипидар, смола и многие другие. Уже более ста лет древесина служит сырьем для производства целлюлозы, которая является исходным продуктом при получении искусственного шелка, и также наряду с некоторым количеством лигнина используется для приготовления пластических масс.

Большие перспективы имеет использование отходов химической переработки древесины. Благодаря исследованиям преимущественно отечественных ученых, разработаны методы комплексного использования древесины при производстве гидролизного спирта, а также в сульфитно-целлюлозном и сульфатцеллюлозном производствах.

В результате комплексной переработки сульфитных щелоков можно получить спирт, дрожжи, литейные крепители, дубильные экстракты, ванилин, сульфитный скипидар, фурфурол, эфиры, альдегиды и т. п., стоимость которых превысит стоимость основного продукта — целлюлозы.

Комплексная переработка отходов сульфатцеллюлозного производства может дать десятки тысяч тонн сульфатного мыла, таллового масла, сульфатного скипидара, сульфата, щелочного сульфатного лигнина, органических кислот, метанола и т. д.

Отсутствие комплексной переработки древесины в соответствии с новейшими достижениями науки является существенным недостатком современной гидролизной промышленности. В валовой стоимости продукции гидролизных заводов 95% составляет спирт и только 5% приходится на дрожжи, углекислоту, фурфурол, ксилозу и др.

Спрос на эти и другие продукты химической переработки древесины непрерывно растет, но возможности для увеличения их производства

используются плохо. Известно, что общий запас древесины в наших лесах исчисляется примерно в 70 млрд. м³. Общий объем заготовок и потребление древесины за последние годы в СССР составляет 350—360 млн. м³ в год, что не превышает даже половины годового прироста. (Это говорит о том, что у нас имеется возможность развивать лесозаготовки в многолесных районах, удаленных от промышленных центров). Из общего объема добываемой древесины только 230—240 млн. м³ составляют деловые сортаменты, остальное идет на топливо. Но и при использовании деловых сортаментов на фабриках и заводах до 60 млн. м³ древесины превращается в так называемые отходы, которые в большинстве случаев также сжигаются или выбрасываются на свалки.

Кроме того, в результате ограниченного потребления лиственных пород в северных районах страны и в связи с трудностями их сплава, а также из-за высоких требований к минимальным размерам лесных сортаментов, наблюдаются значительные недорубы лиственных и тонкомерных древостоев, которые ежегодно исчисляются в 70—80 млн. м³. Примерно столько же составляют порубочные остатки. Таким образом, на лесосеках, которые считаются вырубленными, ежегодно остается (не вырубается и не вывозится) до 150—160 млн. м³ древесины. В общей сложности недорубы, древесные отходы и дрова составляют 320—340 млн. м³ древесины, или примерно 150—160 млн. т органической массы — ценнейшего сырья для химической переработки.

Следует также добавить, что на Севере и в Сибири огромное количество сосняков (не говоря уже о других хвойных породах) поступает в рубку без предварительной подсочки и осмолподсочки, в результате чего не используется большое количество ценных продуктов — канифоли и скипидара.

Исходя из того, что потребность народного хозяйства в древесине возрастает, в ближайшие 10—15 лет объем лесозаготовок увеличивается на 20—25%. Рост лесозаготовок (в соответствии с развитием техники) будет сопровождаться повышением выхода деловых сортаментов и уменьшением неиспользуемых отходов древесины в лесу и на заводах. Но и при этом условии вершины деревьев, сучья, пни, опилки, рейки и горбыли составляют не менее 100 млн. т сухого древесного вещества — отличного сырья для вновь организуемых предприятий химической промышленности. Быстрое развитие в многолесных районах химических предприятий даст возможность собирать в лесах, отведенных в рубку, всю древесину. При правильной постановке лесовосстановительных работ сплошные вырубki не только не нанесут вреда лесному хозяйству, а наоборот, будут способствовать увеличению наших лесных богатств, особенно если лесовосстановление будет сопровождаться осушением заболоченных площадей.

Опытные работы, проведенные на Севере, в Белоруссии и других районах страны, показали, что осушение заболоченных участков дает резкое увеличение объемного прироста у сосновых и еловых деревьев, особенно в молодняках. Но оно не только увеличивает производительность лесов, но и значительно повышает качество древесины. Поэтому проведение лесомелиоративных работ на Севере и в Сибири будет способствовать увеличению количества и улучшению качества сырья для химических предприятий.

Лес и древесина всегда играли большую роль в жизни народов и их историческом развитии. Каждое новое научное открытие или техническое усовершенствование, каждая новая ступень в развитии производительных сил неизбежно расширяли область применения древесины и повышали ее роль и значение в народном хозяйстве.

Ускоренное развитие химической промышленности вызовет новый и постоянный спрос на древесину и другие продукты леса, что еще настоятельнее потребует полного сочетания лесозаготовки с интересами лесоводства.

В наших условиях эта задача может быть удовлетворительно решена только при максимальной механизации процессов заготовки и транспорта леса, с одновременным использованием лесозаготовительной техники на лесовосстановительных работах. Необходимо еще раз детально обсудить возможность организации в многолесных районах постоянно действующих леспромхозов, обеспечивающих бесперебойное снабжение деревоперерабатывающих предприятий древесиной и отходами лесозаготовок.

В отличие от каменного угля и нефти древесина является непрерывно и сравнительно быстро возобновляющимся материалом, и чем больше будут успехи лесоводственных наук и техники, тем выше будет производительность лесных площадей. В связи с этим немало предстоит сделать лесоведам, инженерам лесной, деревообрабатывающей и бумажной промышленности, а также научным работникам лесотехнических вузов.

Повышение производительности лесов и улучшение их эксплуатации, снижение себестоимости лесозаготовительных и лесотранспортных операций, интенсификация существующего оборудования и создание новых машин и аппаратов, получение новых материалов путем химической переработки древесины, коры и других частей деревьев во многом зависят от уровня научно-исследовательских работ, проводимых в лесотехнических вузах.

За последние два десятилетия на основе химической переработки таких веществ, как каменный уголь, природный газ, нефть и древесина, получены многие синтетические материалы, которые по своим исключительным механическим, изоляционным, термическим, химическим и другим свойствам уже намного превзошли материалы, полученные из природных веществ органического и неорганического происхождения. Древесина в производстве полимерных материалов начинает играть все большую роль, и, несомненно, она будет еще шире применяться в будущем как источник важнейших химических веществ, когда природные запасы каменного угля, горючих сланцев и нефти окажутся в значительной степени исчерпанными.

Новую безграничную перспективу использования леса и древесины в химической промышленности открывает майский Пленум ЦК КПСС.

Постановление Пленума об ускоренном развитии химической промышленности, и особенно производства синтетических материалов и изделий из них, воспринято всем народом как новый крупный вклад в дело коммунистического строительства и укрепления могущества нашей Родины.

В ответ на решение майского Пленума ЦК КПСС научные коллективы химико-технологических факультетов Ленинградской лесотехнической академии, Уральского, Архангельского и Сибирского лесотехнических институтов, Института леса АН СССР, ЦНИИЛХИ, ВНИИГС, ЦНИИБ и Института леса и древесины союзных республик внесли ряд ценных предложений по химическому использованию древесины и применению ее в промышленности пластических масс. Сейчас все лесотехнические и лесохозяйственные вузы и научные учреждения расширяют и углубляют свою научную работу по вопросам химии древесины и производства синтетических материалов.

Однако работы над многими проблемами химического использова-

ния древесины ведутся в ряде вузов и научных учреждений очень медленно и находятся в незавершенном состоянии: не подсчитана экономическая эффективность сделанных предложений, поэтому нельзя судить о возможности их немедленного внедрения в производство.

В то же время следует сказать, что в большинстве случаев научные исследования не могут быть внедрены в производство, если инженеры промышленности, совместно с учеными, не будут доводить их до конца в производственных условиях. Для этой цели передовые целлюлозно-бумажные, гидролизные, лесохимические и деревоперерабатывающие предприятия должны иметь специальные цехи, где в соответствии с проводимыми опытными работами обновлялось бы и оборудование. Для решения этой задачи должны быть приняты срочные меры со стороны заинтересованных Совнархозов.

Большое значение для быстрого внедрения законченных научных исследований в производство имеет своевременное их опубликование и обсуждение в печати. «Лесной журнал» в ближайших своих номерах отводит достаточное место для освещения научных работ, направленных на развитие химической промышленности и производства синтетических материалов, и ждет от ученых вузов и научных учреждений, а также от инженеров промышленности активного сотрудничества в журнале.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕКУЩЕГО ОБЪЕМНОГО
ПРИРОСТА СТВОЛОВ И ДРЕВОСТОЕВ

М. А. ДВОРЕЦКИЙ

(Поволжский лесотехнический институт)

Вероятная ошибка

Излагаемые ниже рассуждения о точности определения приростов в одинаковой мере относятся как к текущему приросту по объему ствола, так и к текущему приросту по запасу наличного древостоя, ибо как тот, так и другой могут быть выражены однотипной формулой вида:

$$z_v = V_a - V_{a-t},$$

где V_{a-t} — объем ствола или запас наличных стволов древостоя в начале t -летнего периода наблюдений за приростом;

V_a — объем ствола или запас наличных стволов древостоя в момент a , соответствующий концу t -летнего периода наблюдений.

Установлением возможных ошибок в определении текущего объемного прироста z_v занимался ряд исследователей. Так, процент возможной ошибки в определении z_v составляет по Науменко и Кренну [1], [2]:

$$p_z = \frac{p\sqrt{V_a^2 + V_{a-t}^2}}{V_a - V_{a-t}}, \quad (1)$$

и по Лёчу [3]:

$$p_z = \frac{100p}{tp_v} \sqrt{1 + \left(\frac{1}{1,0p^t}\right)^2}. \quad (2)$$

Здесь p — выраженная в процентах ошибка в определении объема ствола или запаса древостоя, которая принимается одинаковой для начальной и конечной их величины;

p_v — процент текущего прироста.

Путем несложных преобразований (1) приходим к выражению:

$$p_z = p\sqrt{2r_v(r_v - 1) + 1}, \quad (3)$$

где $r_v = \frac{V_a}{z_v}$ — относительный объем ствола или относительный запас
древостоя.

В формулу (3) вместо r_v вводим пресслеровский процент прироста p_v , пользуясь соотношением:

$$r_v = \frac{200 + p_v}{2p_v} = \frac{100}{p_v} + 0,5;$$

таким образом

$$p_z = p \sqrt{\frac{200^2}{2p_v^2} + 0,5} = \frac{p}{p_v} \sqrt{20\,000 + 0,5p_v^2} = \frac{k}{p_v} p, \quad (4)$$

Коэффициент k формулы (4) в зависимости от p_v принимает следующие значения:

p_v в %	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

Из формулы (4) следует, что ошибка в определении прироста тем меньше, чем точнее измерен объем ствола (или запас древостоя) и чем больше процент текущего периодического прироста.

По формуле Лёча (2) выраженная в процентах ошибка в определении z_v при $p = 1\%$ в зависимости от p_v и t составляет:

p_v %	1	2	3	4	5
$t = 10$ лет	13,50	6,45	4,15	3,00	2,35
$t = 5$ лет	27,60	13,50	8,80	6,50	5,10

Лёч полагает, что его приближенная формула устанавливает, как влияют на процент точности определения z_v три фактора p , p_v и t , и дает достаточно точные результаты.

Однако, следует заметить, что продолжительность периода наблюдений не отражается на величине ошибки в определении z_v если процент среднего периодического прироста остается неизменным. Это подтверждают и вышеприведенные данные Лёча (при всех прочих равных условиях, средний периодический p_v при периоде $t = 5$ лет вдвое больше среднего p_v при $t = 10$ лет); это же отсутствие влияния t вытекает из формулы (4).

Ниже приводятся вычисленные по формуле Лёча и по формуле (4) возможные (выражения в процентах) ошибки в определении z_v в зависимости от процента текущего периодического прироста p_v при точности определения объема ствола $p = 1\%$.

p_v %	10	20	30	40	50
По Лёчу в %	13,5	6,45	4,15	3,00	2,35
По формуле (4) в %	14,2	7,1	4,8	3,6	2,9

Приводимое сопоставление свидетельствует, что обе формулы дают практически равнозначные результаты.

При определении же текущего прироста по запасу древостоев со срубкой деревьев ошибки в определении запаса обычно составляют в среднем около 3% и в этом случае приведенные проценты ошибок следует утроить.

Тогда получается, что величина текущего объемного прироста слабых растущих стволов и древостоев (при $p_v < 10\%$) практически неуправляема, а вычисленное ее значение проблематично.

Действительная ошибка

Допустим, что при определении конечного объема ствола (V_a) ошибка равна x , а начального (V_{a-t}) — y ; вследствие этого вычисляемый объемный прирост ствола z_v содержит ошибку, равную u ; причем

$$z_v + u = V_a + x - (V_{a-t} + y) = V_a - V_{a-t} + (x - y),$$

тогда ошибка в определении абсолютной величины прироста равна алгебраической разности ошибок в измерении конечного и начального объемов:

$$u = x - y. \quad (5)$$

Если все три члена выражения (5) умножить соответственно на равные величины:

$$\frac{100z_v}{z_v}, \quad \frac{100V_a}{V_a} \text{ и } \frac{100V_{a-t}}{V_{a-t}},$$

то получится:

$$\frac{100u}{z_v} z_v = \frac{100x}{V_a} V_a - \frac{100y}{V_{a-t}} V_{a-t},$$

или

$$p_z z_v = p_1 V_a - p_2 V_{a-t}, \quad (6)$$

где p_z , p_1 и p_2 — выраженные в процентах ошибки в определении текущего прироста (z_v), конечного объема (V_a) и начального объема (V_{a-t}) соответственно. Если ошибка в определении z_v отсутствует (то есть $p_z = 0$), уравнение (6) принимает вид:

$$p_1 V_a = p_2 V_{a-t}, \quad (7)$$

откуда

$$p_1 : p_2 = V_{a-t} : V_a \text{ и } p_2 = p_1 \frac{V_a}{V_{a-t}}. \quad (8)$$

Из полученных уравнений следует, что объемный прирост ствола (или древостоя), вычисленный любым способом, может быть определен точно лишь в том случае, если:

а) абсолютные ошибки в измерении конечного и начального объемов (запасов) будут одинаковыми по величине и знаку;

б) выраженные в процентах ошибки в измерении конечного и начального объемов (запасов) будут обратно пропорциональны самим объемам (запасам). В этом случае выраженные в процентах ошибки в измерении начального объема (запаса) должны быть в $V_a : V_{a-t}$ раз больше соответствующих ошибок в определении конечного объема.

Во всех других случаях текущий объемный прирост будет установлен неточно, с ошибкой, разной для различных способов определения объемов (запасов).

Преобразуя формулу (6) имеем:

$$p_z = \frac{p_1 V_a - p_2 V_a - t}{z_v} = \frac{V_a}{z_v} p_1 - \frac{V_a - z_v}{z_v} p_2 = r_v p_1 - (r_v - 1) p_2 \quad \text{или}$$

$$p_z = p_2 + r_v (p_1 - p_2). \quad (9)$$

где z_v — уже известная нам величина относительного объема ствола или относительного запаса древостоя, характеризующая интенсивность нарастания древесины.

Из последней формулы видно, что ошибка в определении объемного прироста существенно зависит от точности измерения объема ствола (или запаса древостоя) в начале и конце наблюдений (p_1 и p_2) и показателя интенсивности нарастания древесины (r_v).

Если же оба объема ствола измерены с одинаковой точностью, то есть ($p_1 = p_2$) то, как следует из формулы (9), с той же степенью точности будет определен и текущий прирост древостоя.

Вводя в формулу (9) пресслеровский процент, имеем:

$$p_z = p_2 + \left(\frac{100}{p_v} + 0,5 \right) (p_1 - p_2) = \frac{100}{p_v} (p_1 - p_2) + 0,5 (p_1 + p_2). \quad (10)$$

Полученная формула выраженной в процентах действительной ошибки совсем не похожа на формулу (4), определяющую процентное выражение возможной ошибки.

Рассмотрим такой пример:

$$V_a = 5,0 \text{ м}^3; \quad V_{a-t} = 4,0 \text{ м}^3; \quad z_v = 5,0 - 4,0 = 1,0 \text{ м}^3.$$

Предположим, что при изменении начального и конечного объемов была допущена ошибка $p = +1\%$; тогда их вычисленные значения будут: $V_a = 5,05 \text{ м}^3$ и $V_{a-t} = 4,04 \text{ м}^3$, а прирост составит $z_v = 5,05 - 4,04 = 1,01 \text{ м}^3$, то есть тоже на 1% больше действительного прироста; иными словами, $-p_z = +1\%$. При вычислении же по статистической формуле возможная ошибка в определении прироста получается равной:

$$m_z = 0,0p \sqrt{V_a^2 + V_{a-t}^2} = 0,01 \sqrt{5^2 + 4^2} = 0,064 \text{ м}^3,$$

или 6,4%; этот же результат дает формула (4),

$$p_z = \frac{p \cdot k}{p_v} = \frac{142}{22,22} = 6,4 \%,$$

в то время как $u = x - y = 0,05 - 0,04 = 0,01 \text{ м}^3$.

Таким образом, выявляется существенное расхождение между действительным и возможным: возможная ошибка оказывается значительно больше действительной.

Недостатки теории ошибок

А. По нашему мнению, здесь дело в неправильном применении статистических методов: пытаются вычислять ошибку в определении прироста на основании результатов однократного измерения, в то время как применяемая формула ошибки разности двух средних величин справедлива в том случае, когда выполнено большое число наблюдений.

По статистической теории ошибка разности (а текущая — разность двух объемов ствола или двух запасов древесины) делается по формуле

$$m_z^2 = m_x^2 + m_y^2 - 2 \frac{(\Delta' \Delta'')}{n},$$

которая только при большом числе наблюдений (n) может быть представлена в виде

$$m_z^2 = m_x^2 + m_y^2.$$

В формуле (11) m — среднеквадратические случайные ошибки, а Δ — случайные ошибки отдельных измерений.

При определении текущего прироста отдельного ствола или древостоя $n = 1$, и поэтому все ошибки формулы являются случайными ошибками отдельных измерений.

Тогда:

$$m_z = 0,0p \sqrt{V_a^2 + V_{a-t}^2 - 2V_a V_{a-t}} = 0,0 p z_v. \quad (12)$$

Формула (12) находится в полном соответствии с формулой (9): если конечный и начальный объемы ствола измерены с одинаковой точностью, то текущий прирост будет определен с той же степенью точности, независимо от самой величины текущего прироста.

Б. При статистическом анализе принимают, что выраженные в процентах ошибки в измерении начальных и конечных значений объемов ствола и запасов древостоя одинаковы. Однако, как правило, это не соответствует действительности. Кроме того, средняя ошибка в определении объема ствола принимается равной $\pm 1\%$, а запаса древостоя $\pm 2-3\%$.

Обсудим данные определения конечного и начального объемов 35 стволов сосны. Стволы были обмерены по отрезкам длиной 0,5 м; количество отрезков у отдельных стволов составляло от 43 до 66 штук. Эти объемы принимались за истинные. Объемы стволов вычислялись по однометровым отрезкам (количество отрезков составляло 21—32), по двухметровым отрезкам (количество их составляло 10—16) и по четырехметровым отрезкам (количество отрезков составляло 5—8 штук на ствол).

Результаты вычислений представлены в табл. 1.

Таблица 1

Относительные ошибки в определении конечного и начального объемов ствола в зависимости от количества отрезков ($t = 10$ лет)

Объем ствола без коры	Количество отрезков на ствол	О ш и б к и в %				
		системати- ческие	среднеква- дратические случайные $\pm \sigma$	наибольшие		
				от+	до—	ампли- туда
Конечный	21—33	$\pm 0,05$	0,45	1,1	0,8	1,9
V_a	10—16	$-0,40$	0,93	1,7	2,0	3,7
	5—8	$-1,43$	1,28	0,7	4,2	4,9
Начальный	21—33	$+0,06$	0,55	1,5	0,8	2,3
V_{a-t}	10—16	$-0,55$	1,22	1,8	2,6	4,4
	5—8	$-1,34$	1,61	1,3	5,0	6,3

Обращает на себя внимание то, что как среднеквадратические, так и наибольшие, выраженные в процентах, ошибки в измерении началь-

ного объема оказались более высокими, чем при измерениях конечного; что средняя ошибка в определении объема, принимаемая равной $\pm 1\%$, при количестве отрезков 21—33 штуки по существу представляет собой предельную ошибку, и лишь при количестве отрезков 10—16 — случайную среднеквадратическую.

Полное совпадение точности определения объема ствола в начале и конце наблюдений получилось при числе отрезков 21—33 только в 15% случаев, а при меньшем числе отрезков в 9—12% случаев.

Соответствующие этим измерениям ошибки (выраженные в процентах) в определении величины текущего объемного прироста приводятся в табл. 2 ($t = 10$ лет).

Таблица 2

Относительные ошибки
в определении текущего прироста по объему ствола

Количество отрезков на ствол	О ш и б к и в %			
	систематические	среднеквадратические случайные $\pm \sigma$	наибольшие	
			от+	до—
21—33	+0,02	1,26	3,3	3,1
10—16	-0,62	1,85	3,5	4,0
5—8	-1,25	2,74	7,8	8,4
1	-1,10	9,40	19,8	25,0

Среднеквадратическая случайная ошибка при числе отрезков более 20 составила $\pm 1,26\%$, а при числе отрезков 10—16 штук $\pm 1,85\%$; даже при числе отрезков 5—8 штук она составила только $\pm 2,74\%$. Наибольшие же ошибки соответственно количествам отрезков практически оказались равными $\pm 3\%$, $\pm 4\%$ и $\pm 8\%$.

При определении прироста по одному сечению на середине начальной высоты $z_0 = (q_1 - q_2)h$ средняя ошибка отдельного наблюдения оказалась равной $\pm 9,4\%$, а наибольшие — 20—25%.

Определение конечного и начального запасов древостоя выборочным методом (путем механического отбора) производилось по 10, 15, 20 и 25 учетным деревьям, вырубленным с четырех сосновых пробных площадей; стволы разбивались в среднем на 10—12 отрезков. Всего было образовано 172 выборки. Средний возраст древостоев составлял 26, 45, 64, 80 лет.

Результаты получились такие:

1. При одном и том же объеме выборки точность определения запаса для древостоев 60—80 лет заметно выше, чем для более молодых — 26—45 лет, а конечный запас, как правило, определяется точнее, чем начальный.

2. Для целей определения запаса механический отбор 10 учетных деревьев следует считать недостаточным, так как ошибки могут достигать 10—15%.

Отбор же 25 учетных деревьев для определения запаса обеспечивает достаточно точные результаты с ошибкой в пределах $\pm 5\%$, при среднеквадратической $\pm 2—3\%$.

Из всего следует, что выводы, которые были сделаны относительно объема стволов, применимы и для определения запаса древостоев.

Если допустить, что конечная величина объема ствола (или запаса древостоя) определена точно ($p_1 = 0$), а начальная — приближенно,

с некоторой ошибкой p_2 (этот случай встречается при определении текущего прироста по конечному видовому числу F_a (когда конечный объем V_a определяется точно, а начальный V_{a-t} — приближенно: $V_{a-t} = g_{a-t} h_{a-t} F_a$) из формулы $z_v = V_a - ghF$), то формула (9) принимает вид:

$$p_z = -(r_v - 1) p_2 \text{ или } p_z = -\left(\frac{100}{p_v} - 0,5\right) p_2. \quad (14)$$

Если в этом случае принять $p_2 = 1\%$, то ошибка в определении текущего периодического прироста составляет 9% при $r_v = 10$ ($p_v = 10,5\%$) и -19% при $r_v = 20$ ($p_v = 5,1\%$).

Анализ вопроса о точности определения процента текущего объемного прироста

Принято считать, что как абсолютная величина текущего объемного прироста (или запаса древостоя), так и его процент, определяются одинаковой степенью точности.

Однако, такое утверждение, строго говоря, справедливо лишь для случая, когда конечный и начальный объемы ствола или запас древостоя измерены точно, без ошибок, что может быть лишь случайно, в единичных случаях.

Фактически же процент текущего периодического прироста будет вычислен по формуле

$$p_z = 200 \frac{V_a - V_{a-t} + (x - y)}{V_a + V_{a-t} + (x + y)}, \quad (16)$$

когда оба объема преувеличены, и

$$p_z = 200 \frac{V_a - V_{a-t} - (x - y)}{V_a + V_{a-t} + (x + y)}, \quad (17)$$

когда оба объема преуменьшены.

Если ошибки x и y равны по величине и знаку ($x = y$), то абсолютная величина текущего объемного прироста определяется точно, так как при этом условии в числителях формул (16) и (17) $u = x - y = 0$; однако, даже в этом случае процент прироста определяется неточно, ибо он существенно зависит от стоящей в знаменателях суммы вычисленных объемов (или запасов древостоя). Но в общем случае величины и знаки ошибок x и y не совпадают, поэтому нет оснований утверждать, что абсолютная величина текущего объемного прироста и процент прироста определяются с одинаковой степенью точности.

Получилось противоречие, вызванное разными способами вычисления величин: одна величина определяется как частное, а другая — как разность. В этом и заключается причина некоторого несовпадения в точности определения абсолютной и процентной величины текущего объемного прироста: процент прироста в общем определяется несколько точнее, чем абсолютная величина прироста.

Но получающаяся разность в точности определения величин несущественна, как это можно видеть из сопоставления количественных показателей точности, приводимых в табл. 2 и 3.

Практическая точность определения процента объемного прироста стволов (по данным измерений упомянутых выше 35 сосен) характеризуется показателями, представленными в табл. 3.

Таблица 3

Количество отрезков на ствол	Относительные ошибки в определении процента объемного прироста стволов			
	О ш и б к и в %			
	систематические	среднеквадратические случайные $\pm \sigma$	наибольшие	
от +			до —	
21—33	—0,01	1,20	2,5	2,8
10—16	+0,03	1,72	2,8	3,1
5—8	+0,13	2,72	6,7	5,8
1	—0,53	7,90	25,0	14,5

В наиболее часто встречающемся в практике случае, когда число отрезков на стволе составляет 10—16 штук, случайные ошибки в определении процента прироста отдельного ствола составили $\pm 1,7\%$, а предельные не превосходят 3,1%.

При уменьшении числа отрезков на стволе до 5—8, наибольшие ошибки могут достигать $\pm 6—7\%$ при средней случайности $\pm 2,7\%$. Систематические ошибки практически отсутствуют.

Определение же процента прироста по объему ствола как процента прироста по площади сечения на середине начальной (бывшей) высоты или, что то же, по таблице Пресслера I (для срубленных стволов), в среднем дало преуменьшение — 0,5% при средней квадратической ошибке равной $\pm 7,9\%$. Отметим, что для 60-летних стволов сосны средняя ошибка получилась + 14%, а для 120—150-летних — 2,4%.

Практическая точность определения текущего прироста по запасу древостоя будет рассмотрена в особой статье.

Выводы

1. Статистическая формула ошибки разности средних при большом числе наблюдений неприменима для целей определения возможной ошибки объемного текущего прироста ствола и древостоя.

2. Начальные и конечные объемы ствола и запасы древостоя даже одним и тем же способом определяются, как правило, с различной точностью.

3. Текущий объемный прирост определяется точно, если конечный и начальный объемы ствола (или запасы древостоя) вычислены с одинаковой абсолютной ошибкой.

Если же объем ствола (или запас древостоя) в начале и конце наблюдений был установлен с одной и той же точностью (по величине и знаку), определяется и текущий прирост (в соответствии с формулой 9), но величина процента текущего прироста при этом получится правильной.

4. Абсолютный и процентный текущий прирост отдельного ствола определяется практически с одинаковой ошибкой в пределах: $\pm 3\%$ при числе отрезков на ствол 21—33 штуки, $\pm 3—4\%$ при числе отрез-

ков 10—16 штук и $\pm 7-8\%$ при 5—8 отрезках на ствол. Средние случайные ошибки составляют соответственно: $\pm 1,2-1,3\%$, $\pm 1,7-1,8\%$ и $\pm 2,7\%$.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. И. М. Науменко. Анализ методов определения текущего объемного прироста отдельных деревьев. Научные труды Воронежского лесохозяйственного института, т. X, 1948. [2]. И. М. Науменко. Достоверно ли определение текущего прироста насаждений по моделям. «Лесное хозяйство» № 7, 1940. [3]. F. Loetsch. Das Tariffdifferenzverfahren zur Massenzuwachsermittlung. Anwendung in der Praxis und im Versuchswesen. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen. № 3/4, 5/6, 1954.

Поступила в редакцию
23 января 1958 г.

О ВЛИЯНИИ ОСУШЕНИЯ БОЛОТНЫХ СОСНЯКОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

И. С. МЕЛЕХОВ

Академик ВАСХНИЛ

Т. А. МЕЛЕХОВА

Кандидат биологических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Около двух третей территории лесов Европейского севера нашей страны в той или иной степени заболочены и представлены древостоями низкой производительности. Большое народнохозяйственное значение имеет поднятие не только количественной, но и качественной их продуктивности. Наиболее действенным средством повышения продуктивности заболоченных лесов является осушение.

Известно, что в условиях Севера древесина болотной сосны отличается низким качеством, что теснейшим образом связано с анатомическим строением древесины и особенно с характером формирования годичных слоев. Последнее зависит от лесорастительных условий, с изменением которых может изменяться и формирование годичных слоев. Поэтому важно изучить формирование и строение годичных слоев древесины после осушения заболоченного леса. В настоящей работе делается попытка рассмотрения этого вопроса по материалам стационарного изучения сосны на осушенных торфяниках.

Наблюдения проводились в течение трех вегетационных периодов (1950, 1953, 1954 годы) *.

В 1950 и 1953 годах изучалась сосна на осушенном сфагновом болоте (территория Болотного опытного поля на правом берегу р. Сев. Двины), в 1954 году (и частично в 1950 году) исследовался сфагновый сосняк в районе ст. Исакогорка Северной ж. д. (левый берег р. Сев. Двины), также подвергшийся осушению.

В течение указанных вегетационных периодов систематически исследовались пробы древесины с растущих подопытных деревьев. Деревья выбирались на различных расстояниях от осушительной канавы. Одновременно велись наблюдения за деревьями на неосушенном болоте и в сосняке-брусничнике, расположенном в непосредственной близости.

* В сборе и обработке материалов принимали участие лаборанты А. Г. Баскакова (1953, 1954), Л. А. Крупеникова (1950) и студенты И. С. Дербина (1950) и Л. А. Ковалева (1954).

Возможности выбора объектов были крайне ограничены из-за отсутствия осушения лесных территорий. Приходилось довольствоваться имеющимися случайными участками.

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Правобережный участок, расположенный на низменном междуречном пространстве между р. Сев. Двиной и р. Юросом, представляет переходное сосновое с редкой елью сфагновое болото (*Pineto-sphagnetum piceosum*). Осушение этого болота было начато в 30-х годах текущего столетия Болотным опытным полем, а в 40-х годах возобновлено при прокладке железной дороги. Вдоль железнодорожной линии проходит большая канава, в которую впадают очень редкие поперечные каналы (расстояние между ними 100—200 м).

В тех частях болота, которые не пересечены канавами и где осушение не оказало влияния, отмечен сплошной ковер сфагнома (*Sphagnum sp.*) с клюквой (*Oxycoccus palustris* Pers.), пушицей (*Eriophorum vaginatum* L.), отдельными вкраплениями морошки (*Rubus chamaemorus* L.), голубики (*Vaccinium uliginosum* L.) и кассандры (*Cassandra calyculata* Don.), приуроченными к микровозвышениям. Микрорельеф выражен не резко. Почва мокрая торфяная, дренаж плохой. Мощность слоя торфа достигает 4 м, торф плохо разлагается. Сосна не образует сплошного полога, а растет отдельными деревьями. Встречается подрост и самосев сосны. Прирост по высоте у деревьев сосны небольшой (10—15 см в год), особенно он невелик у более старых деревьев (140—150 лет и больше), число которых незначительно.

Ближе к осушительной канаве картина резко меняется. Микрорельеф выражен более резко. Заметные изменения происходят в напочвенном покрове. Сфагнум (*Sphagnum sp.*) остался только в микропонижениях, кое-где к нему примешивается кукушкин лен (*Polytrichum commune* L.). Увеличивается роль кустарничков в напочвенном покрове. Появляются вороника (*Empetrum nigrum* L.), брусника (*Vaccinium vitis idaea* L.), черника (*Vaccinium myrtillus* L.), приуроченные к микровозвышениям; на микровозвышениях поселяются зеленые мхи и травянистые растения — костяника (*Rubus saxatilis* L.), седмичник (*Trientalis europaea* L.), ястребинка (*Hieracium pilosella* L.). Широко разрастается кассандра (*Cassandra calyculata* Don.), багульник (*Ledum palustre* L.), карликовая береза (*Betula nana* L.), появляется можжевельник (*Juniperus communis* L.). Почва торфяная с хорошо разлагающимся верхним слоем (на глубину до 17—21 см). Самосев сосны значительно больше, чем в глубине болота, и отличается лучшим ростом.

В непосредственной близости от канавы встречены только молодые деревья сосны. Прирост у них очень хороший, крона низко опущена. У многих наблюдается плодоношение, иногда довольно обильное. Большинство деревьев приурочено к микровозвышениям.

В районе ст. Исакогорки наблюдения проведены в сфагновом сосняке — *Pinetum sphagnetum*, подвергшемся осушению. Сфагновый сосняк занимает ровное пониженное местоположение. В отдалении от осушительной канавы на поверхности почвы в понижениях существуют озерца застойной воды. Сфагнум и кукушкин лен (*Polytrichum commune* L.) образуют сплошной ковер, широко распространены багульник (*Ledum palustre* L.), голубика (*Vaccinium uliginosum* L.), морошка (*Rubus chamaemorus* L.), на кочках встречается брусника (*Vaccinium vitis idaea* L.).

Ближе к канаве сфагновый покров менее развит, брусника рас-

пространена не только на микровозвышениях, но и в пониженных местах; на кочках появляется иван-чай (*Epilobium angustifolium* L.), вейник (*Calamagrostis* sp.) и др.

Почва торфяная мокрая, особенно в отдалении от канавы, торф плохо разлагается. Непосредственно вблизи канавы торф среднеразложившийся, намечается образование гумусового горизонта.

Древостой чистый сосновый, полнота 0,3, средний диаметр 6 см, средняя высота 5,7 м, бонитет V, возраст 20—25 лет. Подопытные деревья на различных расстояниях от канав. Кроме того, в 1950 и 1954 годах для сравнения одновременно проводились наблюдения в бору-брусничнике (*Pinetum vacciniosum*).

Приводим данные, характеризующие все подопытные деревья:

Таблица 1

Характеристика подопытных деревьев

№ дерева	Диаметр в см на высоте 1,3 м	Высота в м	Возраст	Расстояние от канавы в м	Условия произрастания	Год исследования
6	8,0	3,7	90	—	Неосушенное сфагновое болото с сосной	1950
7	5,0	2,3	50	—		
12*	3,0	2,2	26	—		
13	2,0	1,8	20	—		
14*	7,5	3,5	40	—		
15	4,0	2,5	42	—		
1	3,0	2,5	17	1,5	Осушенное сфагново-вересковое болото с сосной	"
2	2,5	2,2	18	2,5		
3	4,0	2,3	20	близ канавы		
4	3,0	4,0	25	5,0		
18	11,5	3,7	90	25,0	Осушенное сфагновое болото с сосной и елью	"
19	7,0	3,5	40	18,0		
20	3,0	2,0	45	2,0		
54	11,0	6,0	100	—	Неосушенный сосняк сфагновый	"
59	13,0	6,2	100	—		
43	18,0	15,5	120	—	Сосняк-брусничник	"
52	12,0	12,0	30	—		
1а	12,0	2,5	30	0,9	Осушенное сфагновое болото с сосной	1953
2а	8,0	2,8	40	10,0		
3а	6,0	2,8	90	150,0		
4а	4,0	2,4	40	50,0		
6а	6,5	3,0	30	1,8		
16	8,5	7,8	25	1,3	Осушенный сосняк сфагновый	1954
26	9,5	7,6	25	2,5		
36	8,0	7,3	25	1,5		
46	9,0	7,4	25	1,5		
56	7,5	6,2	22	26,0		
66	6,5	6,0	22	31,0		
76	6,5	6,5	22	27,0		
86	7,0	6,1	22	27,0		
96	6,0	5,7	22	30,0		
106	9,0	7,8	20	—		
116	8,8	7,8	20	—		
126	9,0	8,0	20	—		

* Деревья № 12 и 14 находятся в условиях несколько меньшего увлажнения, так как расположены ближе к краю болота.

ФОРМИРОВАНИЕ ГОДИЧНОГО СЛОЯ В ТЕЧЕНИЕ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА

1. Пробуждение камбия и отложение трахеид

О формировании годичного слоя можно судить прежде всего по отложению числа рядов трахеид за вегетационный период.

Таблица 2

Изменение числа рядов трахеид в годичном слое сосны за вегетационный период *

№ дерева	Количество рядов трахеид												
	июнь			июль			август				сентябрь		октябрь
	1-4**	11-13**	11-22**	1	11	21	1	11	21	1	11-12**	21	2-3
6				2	3		3	4		5		10	10
7	О. Л.	4	О. Л.	6	12			13		15	17	20	18
12				18	25			38		44		48	48
13				18	20		32				33	36	36
14				24	38	44	47		33	48	48	49	57
15				22	24	29				35			30
1	5	20	22	40	55		70		74		70	75	76
2	—	О. Л.	7	32	35			52		58		59	48
3	О. Л.	4	9	10	40		42		45	50	43	38	40
4	О. Л.	1	14	40	43			64		79		64	60
18						17	24	39		49	52		64
19						34	39		39	41			41
20						20	26	34	36	44	52	52	51
54							28	28	36		36	40	42
59		О. Л.	9	15	19		9	9	9		9	10	12
43			О. Л.	4	7		9			11	11	10	12
52			1	6			9					10	12
1a		О. Л.	11	15	26		24		42			38	36
2a	8	49		80		85		срублено					
3a		9	18	19		29		22		23			
4a		5	4		7		8	срублено					
6a	6	4	15		17		28	19			21		
16		6	63	79		83		срублено					
26	4	6	22	25		65		62		65		62	
36		7	23	40	54		60		71		80		79
46		5	18	32	47	61		73		82		82	
56		5	16	32	42	59			85		90		92
66		3	17	22	42	54		57	80		82		82
76		6		22	54		54		57	58		58	
86		5	16	23	49	58		54	67		65		70
96		3	15	23	37	58		61	58		54		59
106	3	7	21	39	44	73		73	84		90		94
116		7	27	40	67			91		100		110	
126	5	8	16	37	52		68		82		91		92

* В таблице О. Л. означает — отрыв луба.

** Даты 4, 13, 22 июня и 12 сентября относятся к 1950 году.

По наблюдениям 1950, 1953, 1954 годов у всех деревьев камбий пробуждается в течение июня месяца, хотя в разные сроки (табл. 2); у части деревьев пробуждение происходит в конце мая. Как правило; камбий у деревьев на осушенном болоте пробуждается раньше, чем на неосушенном. Если в первом случае камбий пробуждается в конце мая — первой декаде июня, то в последнем преимущественно во второй и даже третьей декаде июня; таким образом разница в сроках пробуждения составляет от 10 до 20 дней. В отдельные сухие годы у деревьев,

произрастающих на осушенном болоте, пробуждение камбия может происходить даже раньше, чем в сосняке-брусничнике (сравни данные табл. 2 о деревьях № 4 и 52).

На осушенном болоте заметное влияние на деятельность камбия оказывает расстояние дерева от осушительной канавы. Так, в 1953 году у молодых деревьев (№ 1а и 6а), расположенных ближе к канаве (0,9—1,8 м), камбий пробудился в конце мая и к 1 июня у них имелось уже

6—8 рядов трахеид, в то время как у деревьев № 2а и 4а почти такого же возраста, но более удаленных от канавы (10—50 м), деятельность камбия началась в конце первой декады июня, но отложение трахеид здесь все же отличалось большей интенсивностью, чем у деревьев, расположенных на более далеком расстоянии от канавы (150 м).

Раннее пробуждение камбия сосны, произрастающей вблизи канавы, связано, по-видимому, с лучшей прогреваемостью менее увлажненной почвы.

Отложение рядов трахеид в годичном слое у всех исследованных деревьев продолжается до конца августа — начала сентября. Наиболее активно оно протекает в первой половине вегетационного периода (июнь — июль).

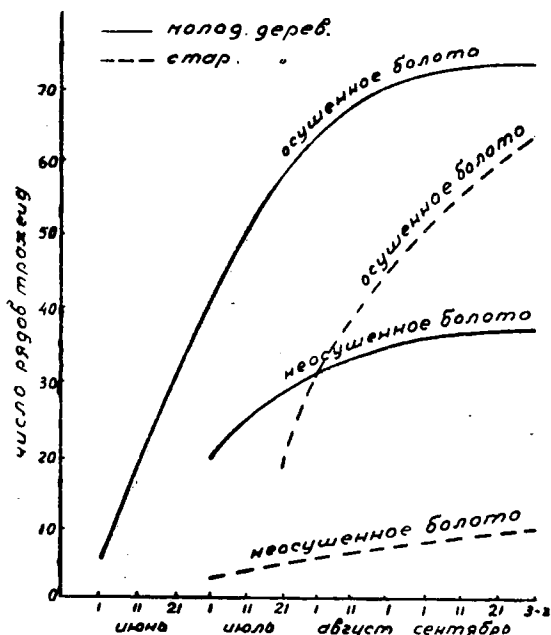


Рис. 1. Изменение числа рядов трахеид у сосны в течение вегетационного периода в связи с осушением.

Интенсивность отложения трахеид неодинакова у разных деревьев. На осушенном болоте нарастание рядов трахеид не только у молодых, но и у относительно более старых деревьев, идет гораздо быстрее, чем на неосушенном болоте, и даже иногда у молодых деревьев быстрее, чем в сосняке-брусничнике близкого возраста (деревья № 52 и 4). Влияние осушки на ход формирования годичного слоя у отдельных молодых деревьев (деревья № 1 и 13) и у деревьев старшего возраста (№ 6 и 18) отчетливо видно на рис. 1.

У молодых деревьев, произрастающих на осушенной территории, число рядов трахеид к концу вегетационного периода более чем в два раза превышает число трахеид у деревьев с неосушенной территории, а у деревьев старшего возраста более чем в шесть раз.

При этом указанное соотношение у молодых деревьев выдерживалось на протяжении всего сезона. Таким образом, осушка может оказывать положительное влияние на формирование годичного слоя не только молодых, но и относительно более старых деревьев. Однако у молодых деревьев реакция на осушение более быстрая как в смысле времени пробуждения камбия, так и в отношении более интенсивного последующего отложения трахеид (в абсолютных величинах); это подтверждает и объясняет выводы исследователей, изучавших таксационный

прирост (Г. Д. Эркин, А. Д. Дубах, В. И. Левин, М. П. Елпатьевский и др.).

Заметное влияние на отложение трахеид у сосен, растущих на осушенном болоте, оказывает расстояние дерева от осушительной канавы. У деревьев, расположенных в непосредственной близости к канаве (до 2—3 м), за весь вегетационный период наблюдается более усиленное нарастание трахеид, чем у деревьев, отдаленных от канавы на 30 м. Но положительное влияние канавы сказывается и на этом расстоянии, так как нарастание числа трахеид идет в общем нормально.

Число рядов трахеид в сформированном годовичном слое находится в полном соответствии с ходом формирования годовичного слоя. Наибольшее число трахеид содержится в годовичном слое деревьев, произрастающих на осушенном болоте, и в особенности у деревьев, расположенных вблизи канавы (табл. 2, деревья № 66 и 46). У дерева № 66, находящегося в 31 м от канавы, к осени отложилось меньше трахеид, чем у дерева № 46 (1,5 м от канавы). Но и у дерева № 66 весь ход нарастания трахеид совсем не похож на ход формирования годовичного слоя болотной сосны с неосушенной территории, а скорее близок к формированию годовичного слоя сосны из суходола (сосняк-брусничник).

Таким образом, можно сказать, что осушение оказывает положительное влияние как на пробуждение камбия, так и на дальнейшую его деятельность, причем влияние это практически сказывается не только на деревьях, растущих в непосредственной близости от канав, но и на тех, которые произрастают на расстоянии до 20—30 м (а может быть и несколько далее) от них.

Для более полного суждения об особенностях формирования годовичного слоя важное значение имеют размеры трахеид, особенно их диаметр и толщина стенок.

2. Изменение диаметра трахеид

Средний диаметр трахеид в течение вегетационного периода не остается постоянным.

Из табл. 3 явствует, что у деревьев с осушенного болота в начале деятельности камбия появляются сравнительно мелкие трахеиды, затем (обычно в конце июня и начале июля) средний диаметр трахеид почти у всех деревьев увеличивается за счет отложения в этот период наиболее крупных ранних (весенних) трахеид. Со второй декады июля и почти до конца вегетационного периода наблюдается уменьшение среднего диаметра трахеид, связанное с отложением в это время более мелких поздних (летних) трахеид. Такое изменение среднего диаметра трахеид является характерным для сосны из нормальных суходольных условий произрастания, в то время как у типичных болотных сосен (на неосушенном болоте) средний диаметр трахеид за вегетационный период изменяется очень мало. Примером может служить 90-летнее дерево (1953 г.), которое удалено от канавы на 150 м и практически не испытывает влияния осушения. Итак, у деревьев, произрастающих на осушенном болоте, средний диаметр трахеид изменяется не как у болотных сосен, а как у деревьев, произрастающих на суходоле.

У всех деревьев с осушенной территории (в зоне действия канав) наблюдается заметная разница (9—10 μ) в диаметрах ранних и поздних трахеид, что также типично для деревьев, растущих в суходольных условиях (сосняки-брусничники, лишайниковые и др.). У типичных болотных сосен, как показали наши исследования, обычно нет разницы в диаметрах ранних и поздних трахеид. Не наблюдается существенного

Изменение средней толщины стенки и среднего диаметра трахеид

Условия произрастания		№ дерева	Средняя толщина Средний диаметр					
			июнь			июль		
			1	11	21	1	11	21
Осушенное сфагновое болото	2а			$\frac{1,47}{29,00}$	$\frac{1,86}{35,36}$	$\frac{2,40}{30,68}$		
	3а			$\frac{40,8}{20,26}$		$\frac{1,28}{16,50}$		
	4а		$\frac{1,09}{26,62}$	$\frac{1,46}{31,36}$		$\frac{2,10}{30,47}$		
Сосняк сфагновый осушенный	Вблизи канавы	16		$\frac{1,60}{35,60}$	$\frac{1,95}{36,10}$	$\frac{1,93}{34,36}$	$\frac{3,47}{33,62}$	
		26	$\frac{1,60}{33,41}$		$\frac{2,66}{33,44}$		$\frac{2,91}{36,54}$	
		36		$\frac{1,69}{26,54}$	$\frac{2,59}{31,61}$	$\frac{2,78}{35,15}$	$\frac{3,39}{35,74}$	
		46		$\frac{1,69}{38,50}$	$\frac{2,05}{41,00}$	$\frac{2,37}{36,74}$	$\frac{2,86}{37,24}$	
Среднее		$\frac{1,60}{33,41}$	$\frac{1,66}{33,55}$	$\frac{2,31}{35,56}$	$\frac{2,36}{35,42}$	$\frac{2,88}{36,89}$	$\frac{3,43}{34,68}$	
Сосняк сфагновый осушенный	На расстоянии 26—31 м от канавы	56		$\frac{1,52}{35,20}$	$\frac{1,37}{34,06}$		$\frac{2,38}{35,60}$	
		66		$\frac{1,60}{27,83}$	$\frac{2,29}{29,94}$	$\frac{2,89}{38,28}$	$\frac{2,81}{35,77}$	
		86		$\frac{1,96}{32,54}$	$\frac{2,19}{39,40}$	$\frac{2,70}{39,33}$	$\frac{2,80}{39,70}$	
		96		$\frac{1,60}{37,80}$	$\frac{1,96}{38,30}$		$\frac{2,13}{30,99}$	
Среднее			$\frac{1,67}{33,34}$	$\frac{1,95}{35,42}$	$\frac{2,79}{38,80}$	$\frac{2,26}{33,30}$	$\frac{2,80}{37,73}$	
Сосняк- брусничник	106	$\frac{1,83}{12,79}$	$\frac{1,85}{28,52}$	$\frac{3,38}{39,59}$	$\frac{3,13}{35,64}$	$\frac{3,24}{36,22}$		
	116		$\frac{1,60}{24,10}$	$\frac{2,94}{41,91}$	$\frac{3,02}{39,50}$		$\frac{2,92}{38,08}$	
	126	$\frac{1,52}{33,44}$	$\frac{2,00}{40,33}$	$\frac{3,14}{35,36}$	$\frac{3,85}{34,85}$	$\frac{3,63}{36,87}$		
Среднее		$\frac{1,68}{23,11}$	$\frac{1,82}{30,98}$	$\frac{3,15}{38,95}$	$\frac{3,33}{36,66}$	$\frac{3,44}{36,54}$	$\frac{2,92}{38,08}$	

Таблица 3

за вегетационный период

стенки трахеид в μ						
трахеид в μ						
август			сентябрь			октябрь
1—8	11	21	1	11	21	3
$\frac{2,22}{15,93}$	$\frac{3,18}{25,50}$		$\frac{2,90}{29,95}$			
$\frac{2,24}{29,58}$		$\frac{3,12}{24,89}$		$\frac{3,52}{29,07}$		
$\frac{3,58}{30,91}$	$\frac{3,56}{32,44}$		$\frac{3,71}{31,26}$		$\frac{4,97}{27,52}$	
		$\frac{3,58}{29,04}$		$\frac{3,57}{28,52}$		$\frac{3,54}{30,50}$
$\frac{4,02}{42,50}$	$\frac{3,62}{31,53}$		$\frac{3,70}{31,83}$		$\frac{3,77}{31,13}$	
		$\frac{4,10}{40,81}$		$\frac{4,06}{39,98}$		$\frac{4,07}{37,06}$
$\frac{3,80}{37,70}$	$\frac{3,59}{31,99}$		$\frac{3,70}{31,55}$		$\frac{4,37}{29,32}$	$\frac{3,81}{33,78}$
		$\frac{3,84}{34,92}$		$\frac{3,82}{34,25}$		
$\frac{3,38}{39,04}$		$\frac{3,59}{33,06}$		$\frac{3,68}{32,83}$		$\frac{3,81}{31,89}$
	$\frac{3,81}{35,01}$		$\frac{3,48}{29,78}$		$\frac{3,78}{30,00}$	
	$\frac{3,30}{34,60}$		$\frac{3,66}{33,14}$		$\frac{3,88}{32,68}$	
$\frac{3,57}{29,85}$		$\frac{3,86}{28,73}$		$\frac{3,61}{28,54}$		$\frac{3,76}{28,62}$
$\frac{3,48}{34,45}$	$\frac{3,55}{34,80}$		$\frac{3,57}{31,46}$		$\frac{3,65}{30,69}$	$\frac{3,79}{30,25}$
		$\frac{3,72}{31,16}$		$\frac{3,65}{30,69}$		
$\frac{3,53}{31,28}$		$\frac{3,67}{32,50}$		$\frac{3,70}{31,29}$		$\frac{3,89}{32,33}$
	$\frac{3,54}{33,31}$		$\frac{3,51}{30,25}$		$\frac{3,92}{30,69}$	
$\frac{4,89}{39,90}$		$\frac{4,94}{36,70}$		$\frac{5,11}{36,30}$		$\frac{5,28}{36,00}$
$\frac{3,21}{4,09}$	$\frac{3,54}{33,31}$		$\frac{3,51}{30,25}$		$\frac{3,92}{30,69}$	$\frac{4,59}{34,16}$
		$\frac{4,30}{34,60}$		$\frac{4,40}{33,79}$		

различия в средних диаметрах трахеид (в одни и те же моменты периода вегетации) у деревьев из сосняка-брусничника и с осушенного болота, в том числе у деревьев, растущих рядом с осушительной канавой и на расстоянии 30 м от нее.

3. Толщина стенок трахеид

Особенно заметное изменение в течение вегетационного периода происходит в толщине стенок трахеид (числитель в табл. 3).

У всех деревьев средняя толщина стенок трахеид в течение вегетационного периода систематически увеличивается, но увеличение это протекает не вполне одинаково у разных деревьев, а зависит от условий их произрастания.

Как показали наши прежние исследования и как частично подтверждают материалы данной работы, в северной подзоне тайги наибольшей средней толщиной стенок за весь вегетационный период отличаются трахеиды у деревьев из сосняков лишайникового и брусничника, а наименьшей — у сосны, произрастающей на болоте.

На основании результатов наблюдений (табл. 3) можно говорить о заметном приближении толщины стенок трахеид сосен, произрастающих на осушенных торфяниках, к размерам толщины стенок трахеид суходольных сосен. В сравнении с брусничником у сосны, произрастающей вблизи канавы и даже на расстоянии 30—50 м от нее, толщина стенок трахеид отличается незначительно. Разница не превышает обычно одного микрона, а в некоторые моменты вегетации толщина стенок в брусничнике даже меньше (21/VII и 1/IX 1954 года).

У сосен, растущих на осушенном болоте, толщина стенок трахеид уже к августу составляет около 3,5 μ , а у деревьев, растущих рядом с канавой, приближается к 4 μ .

Некоторые различия в средней толщине стенок трахеид деревьев, находящихся в разных условиях произрастания, обусловлены разницей в ходе утолщения стенок отдельных трахеид. Это можно проследить, взяв трахеиды первого, десятого, двадцатого и т. д. рядов. Для удобства условимся называть их соответственно «первая», «десятая», «двадцатая» трахеиды (рис. 2).

Из графиков видно, что утолщение стенок трахеид первых двадцати рядов как у сосен с осушенного болота, так и у деревьев из сосняка-брусничника совсем незначительное; происходит оно сразу после появления этих трахеид. Это типичные ранние трахеиды с мало утолщенными стенками.

Стенки «пятидесятой» трахеиды у деревьев, растущих в 30 м от канавы, и «шестидесятой» у сосны, произрастающей вблизи канавы и в брусничнике, отличаются непрерывным и равномерным утолщением до конца вегетационного периода.

Еще более интенсивно утолщаются стенки «семидесятой», «восьмидесятой» и «девяностой» трахеид в сосняке-брусничнике и у деревьев, растущих в непосредственной близости от канавы. Это уже типичные поздние трахеиды с толстыми стенками. Процесс утолщения у них еще не закончился (линия на графике проявляет тенденцию к подъему).

Е. С. Цветкова отмечала, что у сосны при наличии живых трахеид утолщение и лигнификация клеточных оболочек может продолжаться вплоть до декабря [3].

Следовательно, можно утверждать, что у молодых деревьев сосны, произрастающих на осушенном болоте, формируется годичный слой с нормально развитыми клетками поздней древесины.

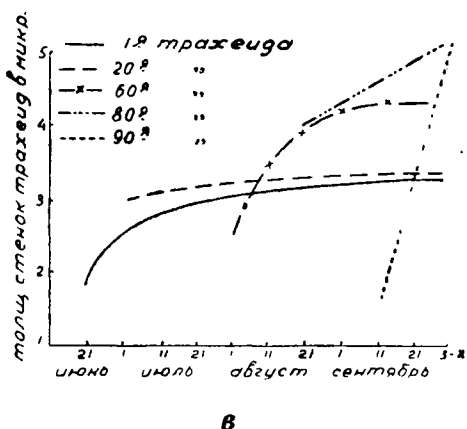
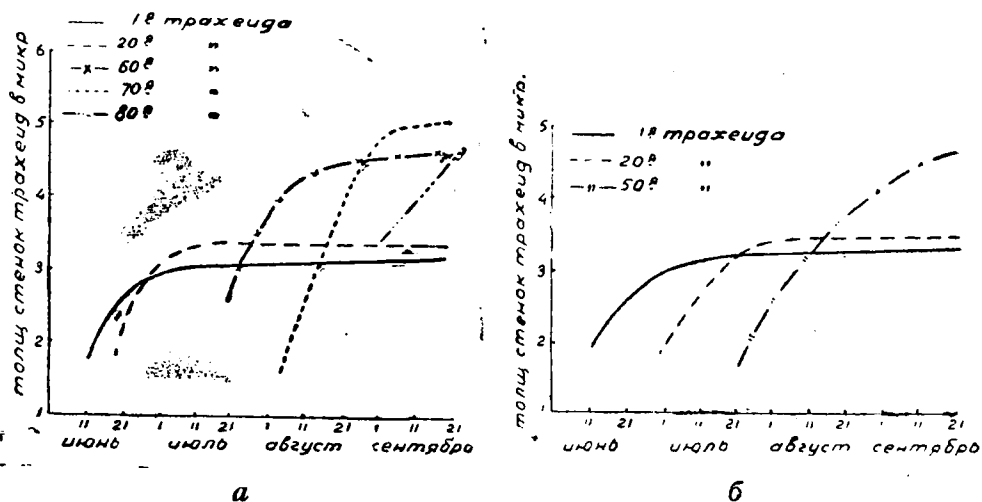


Рис. 2. Изменение толщины стенок отдельных трахеид у деревьев:

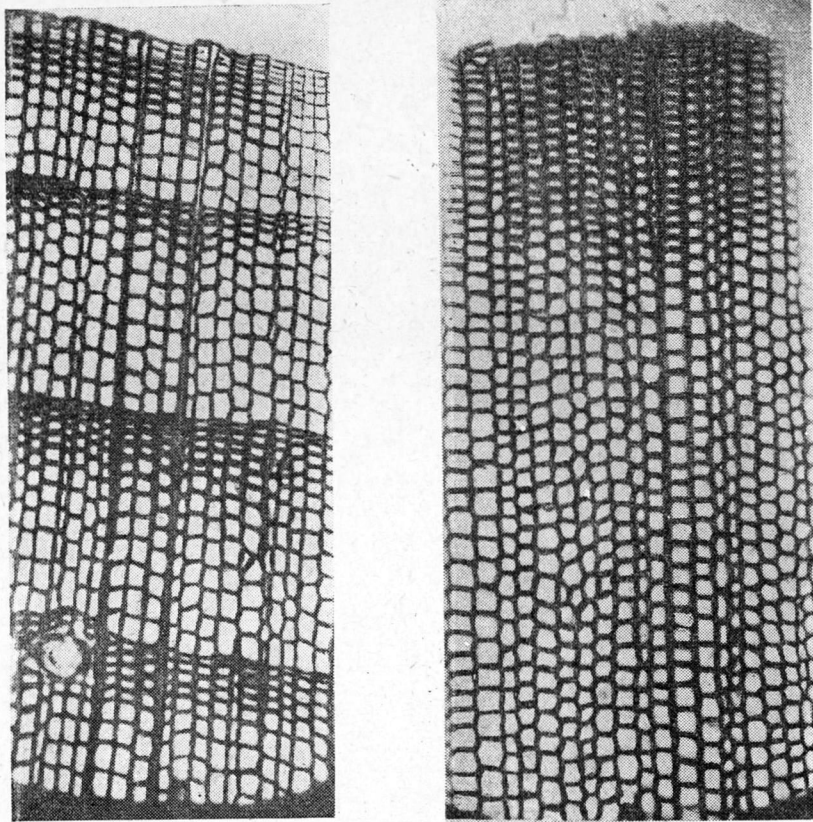
а — вблизи канавы; б — на расстоянии 31 м от канавы;
в — в сосняке-брусничнике.

У болотной сосны, произрастающей на неосушенном болоте, как показали наши прежние наблюдения, утолщение стенок трахеид совсем незначительное, протекает оно по типу ранних трахеид. Поздние трахеиды с утолщенными стенками отсутствуют.

СФОРМИРОВАВШИЙСЯ ГОДИЧНЫЙ СЛОЙ

Качество древесины определяется анатомическим строением сформированного годичного слоя.

У сосны, растущей на осушенном болоте, формируются, как мы уже видели, широкие годичные слои с нормально утолщенными стенками трахеид, в то время как у деревьев соответствующего возраста, но произрастающих на неосушенном болоте, годичные кольца узкие, с мало утолщенными стенками трахеид. На рис. 3 представлены микрофотографии годичных слоев сосны с осушенного и неосушенного болота. О различии в толщине стенок трахеид поздней древесины можно судить по



а

б

Рис. 3. Сформировавшийся годичный слой.

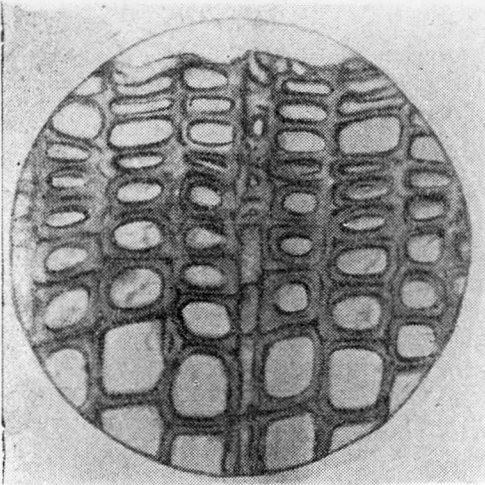
а — на неосушенном болоте (дерево № 6, 90 лет, увеличено в 67 раз); б — на осушенном болоте (дерево № 18, возраст 90 лет, увеличено в 73 раза).

микрофотографиям, где показаны сильно увеличенные клетки поздней древесины сосны с осушенного и неосушенного торфяников (рис. 4).

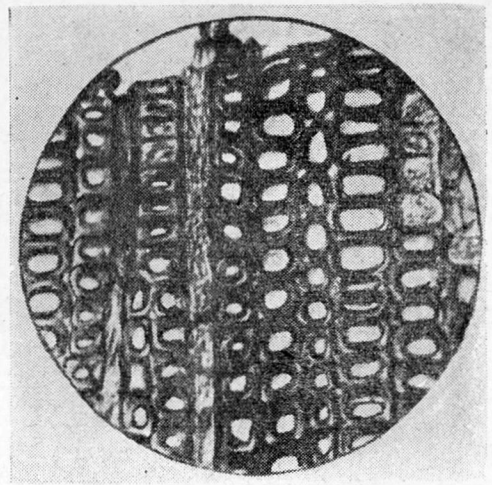
На примере других моделей можно проследить различия в средних размерах трахеид сформировавшегося годичного слоя молодых деревьев сосны, произрастающей на расстоянии 2 и 30 м от канавы, в сравнении с древесиной из сосняка-брусничника (табл. 4).

У всех этих деревьев трахеиды довольно крупные. Вместе с тем средние диаметры и толщина стенок трахеид несколько неодинаковы, что зависит от степени удаленности деревьев от канавы. Наименьший средний диаметр имеют трахеиды деревьев, расположенных в некотором отдалении от канавы (около 30 м), больший — вблизи канавы и еще больший — в сосняке-брусничнике. Однако разница в диаметрах и толщине стенок трахеид этих деревьев невелика. Средний диаметр трахеид в сосняке-брусничнике только на 1,45 м больше, чем вблизи канавы, и на 2,21 м больше, чем в отдалении от нее. Незначительные различия наблюдаются и в толщине стенок трахеид.

Исследованиями А. Н. Шатерниковой [4], а также нашими прежними работами [1], [2] показано, что средние диаметры трахеид и особенно толщина их стенок у болотных сосен с неосушенного болота сильно отличаются от диаметров и толщины стенок сосен, растущих в суходольных и тем более оптимальных условиях.



а



б

4. Поздняя древесина сосны.

а — на неосушенном болоте (дерево № 6, 1950, увеличено в 200 раз); б — на осушенном болоте (дерево № 18, 1950, увеличено в 206 раз).

Весьма показательной является величина отношения толщины стенок к диаметру трахеид. Оно в известной мере может свидетельствовать о плотности и прочности древесины. Чем выше это отношение, тем плотнее древесина и тем лучше ее физико-механические свойства. У всех рассматриваемых деревьев (табл. 4) это отношение достаточно высокое.

Таблица 4

Сформировавшийся годичный слой

Условия произрастания	№ дерева	Средний диаметр трахеид в μ	Средняя толщина стенки трахеид в μ	Отношение двух стенок трахеид к диаметру трахеид	
Сосняк сфагновый осушенный	Вблизи канавы	16	27,52	4,97	36,1
		26	30,50	3,54	23,2
		36	31,13	3,77	24,2
		46	37,06	4,07	21,6
	Среднее		31,55	4,09	25,9
на расстоянии 26—31 м от канавы		56	31,89	3,81	23,9
		66	30,00	3,78	25,5
		76	32,68	3,88	23,7
		86	28,62	3,76	26,2
	Среднее		30,79	3,80	24,7
Сосняк-брусничник	106	32,33	3,89	24,1	
	116	30,69	3,92	25,5	
	126	36,00	5,28	29,3	
Среднее		33,00	4,36	26,4	

ВЫВОДЫ

1. Осушение заболоченных торфяных сфагновых сосняков вызывает заметные изменения в условиях внешней среды, оказывающие положительное влияние на формирование древесины.

2. Деятельность камбия весной у сосны, произрастающей на осушенной территории, начинается на 10—20 дней раньше, чем у деревьев того же возраста, растущих на неосушенных участках. Особенно рано пробуждается камбий у молодых деревьев.

3. У деревьев, растущих на осушенных участках, отложение трахеид идет весьма интенсивно, что приводит к увеличению ширины годичных слоев.

4. Трахеиды у деревьев с осушенных участков по сравнению с деревьями, произрастающими на неосушенных болотах, отличаются более крупными диаметрами и толщиной стенок в течение всего вегетационного периода. Утолщение стенок трахеид идет активно. В результате образуется нормальная поздняя древесина с значительно утолщенными стенками трахеид.

5. Заметное влияние на ход формирования годичного слоя сосен, растущих на осушенных участках, оказывает расстояние дерева от осушительной канавы. У деревьев, расположенных близко к канаве, формирование годичного слоя протекает более интенсивно и сравнимо с интенсивностью формирования годичного слоя в сосняке-брусничнике.

На расстоянии 150 м влияние канавы на формирование годичного слоя не сказывается.

6. Проведение осушительных мелиораций в сфагновых сосняках Севера (особенно в молодом возрасте древостоя) может дать заметный эффект не только в смысле количественного увеличения прироста древесины, но и в улучшении ее качества.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. С. Мелехов. Значение типов леса и лесорастительных условий в изучении строения древесины и ее физико-механических свойств. Труды института леса АН СССР, т. IV, 1949. [2]. Т. А. Мелехова. Формирование годичного слоя сосны в связи с лесорастительными условиями. Труды Архангельского лесотехнического института, т. XIV, 1954. [3]. Е. С. Цветкова. К вопросу о формировании годичного кольца у сосны. Труды Ленинградской лесотехнической академии, вып. 64, 1948. [4]. А. Н. Шатерникова. О влиянии различного стояния грунтовых вод в почве на анатомическое строение сосны. Труды по лесному опытному делу, вып. 2, 1929.

Поступила в редакцию
10 марта 1958 г.

ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ ХОДА РОСТА МОДАЛЬНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

В. В. АНТАНАЙТИС

Аспирант

(Московский лесотехнический институт)

Изучение хода роста насаждений было начато еще в первой половине прошлого столетия. Некоторые из работ того времени не потеряли своего значения и до сегодняшнего дня. Однако в основном изучению подвергались нормальные насаждения, тогда как в природе преобладают смешанные насаждения с полнотой ниже единицы. Поэтому в последнее время все чаще стали выдвигать требование о необходимости изучать рост и развитие наиболее распространенных, модальных насаждений (проф. Н. П. Анучин, проф. Н. В. Третьяков, проф. В. К. Захаров, доц. А. А. Байтин и др.). В послевоенное время появился ряд работ, в которых отражен ход роста модальных насаждений. В числе их следует назвать работу проф. В. К. Захарова («Сосновые древостои Беловежской пуши») и работу И. В. Семечкина («Еловые насаждения Ленинградской области»). Однако до сих пор применяются таблицы хода роста, составленные для чистых, нормальных насаждений.

Проф. Н. П. Анучин предложил данные этих таблиц при установлении возраста рубки заменять материалами лесоустройства*.

Мы проверили возможность использования материалов лесоустройства при изучении хода роста еловых модальных насаждений в Литовской ССР и одновременно установили степень изменчивости средних таксационных показателей древостоев. В данной статье приводятся основные выводы из нашего исследования.

В работе использованы 2642 таксационные характеристики отдельных еловых участков, взятые путем механической выборки из таксационных описаний всех лесхозов Литовской ССР. Число выписок в каждом лесхозе пропорционально площади ельников. Предварительно установив коэффициенты вариации, мы исчислили необходимое количество наблюдений для еловых насаждений каждого десятилетия в пределах определенного класса бонитета.

Для работы были использованы также предварительно проверенные данные 388 пробных площадей, заложенных в Литве с 1924 по 1952 год.

11 пробных площадей заложено в еловых модальных насаждениях

* Новый метод установления возраста рубки в лесах СССР. «Лесное хозяйство» № 7, 1955.

с рубкой 44 деревьев для анализа роста в высоту. Эти пробные площади образовали два естественных ряда во втором и третьем бонитетах.

На 610 пробных площадках были определены суммы площадей сечения как для всего насаждения, так и для каждой из составляющих его пород. Места для закладки пробных площадок выбраны путем механического отбора. Для определения сумм площадей сечения использовался метод круговых пробных площадок и соответствующая номограмма проф. Н. П. Анучина. В редких древостоях без подлеска и подроста был использован также полнотомер Биттерлиха. На этих пробных площадках, кроме сумм площадей сечения, были установлены средняя высота преобладающей породы, возраст и класс бонитета. На 174 пробных площадках, имеющих близкие с модальными насаждениями полноты и составы, кроме средних высот ели, были определены средние высоты сосны, березы и осины. На 74 из них проведено определение текущего прироста насаждений способом, разработанным кафедрой лесной таксации и лесоустройства Московского лесотехнического института (МЛТИ).

При обработке собранного материала был использован метод вариационной статистики. Вычисления проведены с полной проверкой полученных результатов.

Ход работы был следующим:

1. Массовые наблюдения.
2. Образование однородных совокупностей путем группировки.
3. Вычисление средних и относительных статистических величин.
4. Выявление связей и закономерностей.
5. Анализ результатов исследования и выводы.

Для выравнивания полученных результатов способом наименьших квадратов были вычислены соответствующие эмпирические уравнения, которые приводятся ниже.

Методика составления таблиц хода роста еловых модальных насаждений Литовской ССР заключалась в следующем:

- а) выявление средних величин таксационных показателей древостоев по возрастам и бонитетам;
- б) выравнивание средних величин таксационных показателей;
- в) внесение выравненных величин в соответствующие графы таблиц хода роста.

Изменчивость таксационных показателей (высот, диаметров, коэффициентов формы, видовых чисел) в древостое описана в работах многих исследователей; однако изучению варьирования средних таксационных показателей древостоев посвящено еще недостаточно работ, так как для решения этого вопроса необходим экспериментальный материал. Наличие большого числа пробных площадей позволило нам найти ответ на этот вопрос и избежать некоторых условностей, допускаемых при изучении хода роста насаждений.

Установлено, что при одинаковом бонитете средние таксационные показатели варьируют в зависимости от возраста, причем коэффициенты вариации средних таксационных показателей с возрастом уменьшаются. Однако варьирование отдельных таксационных показателей различно. Так, для средних высот преобладающей породы при одинаковом возрасте и бонитете коэффициент вариации V составляет от 3 до 6%, а для сопутствующих пород (сосны, осины и березы) в смешанных еловых насаждениях в среднем 7%. Изменчивость других таксационных показателей еще более значительна. Коэффициенты вариации средних диаметров колеблются от 8 до 22%, а коэффициенты состава (в нашем опыте) от 18 до 60%. Коэффициент вариации запасов, сумм площадей

сечения и полнот по своей величине очень близки друг другу и колеблются в пределах 18—40%.

В среднем можно принять следующие коэффициенты вариации:

4% — для средних высот,

12% — для средних диаметров,

30% — для коэффициентов состава,

23% — для запасов сумм площадей сечения и полнот.

Следует отметить, что изменчивость сумм площадей сечения одной породы гораздо выше, чем изменчивость сумм площадей сечения всего смешанного насаждения (V в среднем 35%). Это можно объяснить изменчивостью полнот и состава насаждений.

Изучение состава древостоев по бонитетам, а в пределах их по типам леса, показало, что различие между отдельными типами леса и бонитетами в целом несущественно (показатель различия t , найденный по формуле $t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1 + m_2}}$ ни в одном случае не превышает 3,0). Это

позволило найти средние составы для бонитета в целом. Характерной особенностью состава смешанных еловых насаждений является то, что с возрастом доля участия сосны и ели в составе насаждений увеличивается, а доля участия лиственных — уменьшается.

Наличие закономерной связи между возрастом и составом подтверждают вычисленные коэффициенты корреляции (r) и корреляционные отношения (η). Для II бонитета $r = 0,48 \pm 0,028$, $\eta = 0,51 \pm 0,024$. Достоверность высокая, ибо в первом случае $r : m_r = 17 > 4$, во втором случае $\eta : m_\eta = 21 > 4$. Для III бонитета $r = 0,45 \pm 0,023$, $\eta = 0,48 \pm 0,022$. Показатели достоверности соответственно равны 20 и 22.

Нами был изучен состав ельников-черничников и кисличников, которые в Литве занимают около 80% всей площади ельников. Было установлено, что даже в одновозрастных еловых участках одного бонитета и типа леса состав бывает весьма разнообразным. Поэтому мы не можем согласиться с теми исследователями (например, Н. В. Огородовым), которые на основе данных небольшого числа пробных площадей составляют таблицы хода роста смешанных насаждений. Закладка большого числа пробных площадей, охватывающих все разнообразие состава, связана с значительными трудностями и практически почти невозможна. Поэтому нужно шире использовать для этой цели данные таксационных описаний.

Изучение хода роста смешанных еловых насаждений по высоте показало, что сопутствующие породы (сосна, береза, осина) обгоняют по росту основную породу — ель. Но ель не испытывает задержки роста в высоту и рост ее в смешанном насаждении (в нашем опыте от 30 лет) аналогичен росту в чистых насаждениях. Зависимость средней высоты ели от возраста характеризуется следующими уравнениями:

$$\text{II бонитета } H = 40,17 - \frac{1480,18}{A}$$

$$\text{III бонитета } H = 33,66 - \frac{1201,34}{A}$$

Необходимо отметить, что предлагаемое в теории лесной таксации уравнение общего вида $AT = aA + B$ для низких возрастов не дает удовлетворительного результата, поэтому наряду с этим уравнением необходимо использовать графики текущих приростов, рекомендуемые проф. Тюриным.

На основе данных большого числа пробных площадей (388) установлено, что средние диаметры среднеполнотных насаждений выше средних диаметров насаждений нормальной полноты. Эта разница существенная, ибо показатель различия (l) во всех случаях больше 3,0. Но с возрастом разница между средними диаметрами нормальных и модальных насаждений уменьшается. Мы полагаем, что здесь сказывается влияние интенсивности светового прироста, который на протяжении жизни насаждения неодинаков.

Применяемые в настоящее время в Литовской ССР всеобщие таблицы хода роста проф. Тюрина сильно преуменьшают средние диаметры, что дает ложное представление о товарности насаждений и преувеличивает число стволов на 1 га. Поэтому, как предлагает проф. Ануцин, — при установлении возраста рубки средние диаметры для расчетов следует брать не из таблиц хода роста нормальных насаждений, а на основе статистической обработки массового материала, содержащегося в таксационных описаниях.

Связь между возрастом и средними диаметрами еловых модальных насаждений Литовской ССР выражается следующими уравнениями:

$$\text{II бонитета } D = 46,04 - \frac{1617,49}{A}$$

$$\text{III бонитета } D = 41,53 - \frac{1475,11}{A}$$

Относительная изменчивость (V) средних диаметров с возрастом уменьшается, в то время как абсолютная (σ) увеличивается. В спелом и приспевающем древостоях абсолютная изменчивость на 40—50% больше, чем в молодняке и составляет в среднем 2,6 см.

Изучение данных таксационных описаний показало, что полноты еловых насаждений Литовской ССР с возрастом уменьшаются и в спелом возрасте в среднем составляют 0,45. В целях проверки этих данных было проведено изучение сумм площадей насаждений. Оказалось, что суммы площадей сечения еловых модальных насаждений, произрастающих в лесах Литовской ССР, увеличиваются (но не в таком темпе, как указано в таблицах хода роста нормальных насаждений) и это вызывает понижение полнот с возрастом.

Однако таким образом определенные полноты оказались выше полнот, найденных глазомерно.

Зависимость сумм площадей сечения еловых модальных насаждений от возраста может быть выражена следующими эмпирическими уравнениями:

$$\text{II бонитет } \Sigma G = 21,81 \lg A - 14,45$$

$$\Sigma G = 0,0029 A^2 + 0,576 A - 0,832$$

$$\text{III бонитет } \Sigma G = 21,4 \lg A - 19,97$$

$$\Sigma G = 0,00299 A^2 + 0,5965 A - 5,192$$

Вываренные по ним суммы площадей сечения не выходят за пределы $M \pm 3m$.

Установлено, что абсолютный показатель изменчивости (σ) во втором бонитете выше, чем в третьем. С возрастом величина σ возрастает.

По правилу трех сигм были установлены максимальные суммы площадей сечения еловых насаждений Литовской ССР

$$G_{\max} = G_{\text{ср}} + 3\sigma$$

По своей величине в возрасте до 50—60 лет они больше, а в приспевающем и в спелом возрастах — меньше сумм площадей сечения, приведенных во всеобщих таблицах роста.

Как показали исследования, суммы площадей сечения ели и сосны в модальных еловых насаждениях с возрастом увеличиваются все время (до 120 лет), суммы площадей сечения сопутствующих березы и осины в возрасте 50—60 лет достигают максимума, а потом уменьшаются.

Запасы отдельных пород, составляющих модальное насаждение, были найдены по формуле $M = G \cdot H \cdot f$. При этом было установлено, что видовая высота ели, произрастающей в лесах Литовской ССР, может быть выражена следующим уравнением:

$$Hf = 0,44 H + 1,05,$$

отсюда запас ели

$$M = (0,44 H + 1,05) G.$$

Видовые высоты сопутствующих пород были установлены по данным таблиц «Союзлеспрома». Запас всего модального насаждения был установлен как сумма запасов пород, составляющих насаждение.

Общий запас всего модального насаждения и запас хвойных пород с возрастом увеличивается все время (до 120 лет). Участие лиственных пород (березы и осины) после достижения максимума уменьшается. К 120-летнему возрасту лиственные или совсем опадают, или составляют очень незначительную долю в составе насаждений.

При этом следует отметить, что максимума запасов береза и осина достигают на 10—30 лет позже максимума сумм площадей сечения, что объясняется приростом этих пород по высоте.

Установив текущие приросты модальных насаждений по десятилетиям, мы определили величину выбираемой части, используя для этого уравнение:

$$\Omega = Z_A + M_{A-n} - M_A.$$

Число стволов преобладающей породы было вычислено по формуле:

$$N = \frac{4 \cdot \Sigma G}{\pi D^2}.$$

Сумма промежуточного пользования была установлена путем последовательного суммирования запасов выбираемой древесины.

Общая производительность насаждения найдена как сумма запасов основной части насаждения и запасов промежуточного пользования. Средние приросты установлены по формуле:

$$A_M = \frac{M}{A}.$$

В итоге работы составлены таблицы хода роста еловых модальных насаждений Литовской ССР.

Характерной чертой величины выбираемой части модальных еловых насаждений является то, что к 120-летнему возрасту она превышает запас основной части насаждения. Общая производительность еловых модальных насаждений составляет в среднем около 70% производительности нормальных насаждений (по проф. Тюрину).

Значительное варьирование отдельных средних таксационных показателей вынуждает использовать довольно большое число наблюдений при изучении хода роста модальных насаждений, например: для

Таблица хода роста еловых модальных насаждений Литовской ССР

Возраст преобладающей породы	Состав	Основная часть										Выбираемая часть		Общая производительность насаждения			
		средняя высота H преобладающей породы	средний диаметр D преобладающей породы	число стволов преобладающей породы на 1 га	сумма площадей сечения на 1 га в M^2		запас на 1 га в M^3		прирост				запас выбранной дресины	сумма промисленного пользования	общий запас	прирост	
					всего насаждения	преобладающей породы	всего	преобладающей породы	всего насаждения		преобладающей породы						
									средний в M^3	текущий в M^3	средний в M^3	текущий в M^3				средний в M^3	текущий в M^3
И б о н и т е т																	
30	5E1C2B2Oc	6,3	8,9	1225	17,77	7,6	55	29	1,83	—	0,97	—	—	15	70	2,33	4,7
40	5E1C2B2Oc	9,3	11,0	1095	20,50	10,4	97	53	2,43	4,2	1,32	2,4	27	42	139	3,48	6,9
50	6E1C1B2Oc	12,7	14,7	796	22,61	13,5	156	90	3,12	5,9	1,80	3,7	30	72	228	4,57	8,9
60	6E1C1B2Oc	16,0	19,1	550	24,34	15,7	211	127	3,52	5,5	2,12	3,7	43	115	326	5,45	9,8
70	6E1C1B2Oc	19,0	22,9	419	25,80	17,3	260	163	3,72	4,9	2,30	3,6	47	162	422	6,04	9,6
80	7E1C1B1Oc	21,7	25,8	352	27,07	18,5	294	196	3,68	3,4	2,45	3,3	52	214	508	6,35	8,6
90	7E1C1B1Oc	23,7	28,1	303	28,18	19,1	319	220	3,54	2,3	2,44	2,4	48	262	581	6,46	7,3
100	7E2C1B	25,4	29,9	282	29,18	19,8	341	242	3,41	2,2	2,42	2,2	43	305	646	6,46	6,5
110	7E2C1B	26,7	31,3	267	30,09	20,6	357	264	3,24	1,6	2,39	2,2	39	344	701	6,39	5,5
120	8E2C	27,8	32,6	249	30,91	21,0	366	279	3,05	0,9	2,32	1,5	36	380	746	6,22	4,5
И б о н и т е т																	
30	5E1C2B2Oc	4,9	7,0	1530	12,41	5,9	35	19	1,17	—	0,63	—	—	10	45	1,50	3,0
40	6E1C1B2Oc	7,5	9,7	1190	15,08	8,8	65	38	1,62	3,0	0,95	1,9	19	29	94	2,35	4,9
50	6E1C1B2Oc	10,5	13,0	846	17,16	11,2	104	63	2,08	3,9	1,26	2,5	25	54	158	3,16	6,4
60	7E1C1B1Oc	13,6	16,9	575	18,85	13,5	147	95	2,45	4,3	1,57	3,2	32	86	233	3,89	7,5
70	7E1C1B1Oc	16,5	20,4	463	20,28	15,1	182	125	2,60	3,5	1,78	3,0	38	124	306	4,37	7,3
80	7E1C1B1Oc	18,7	23,0	395	21,52	16,4	208	152	2,60	2,6	1,90	2,7	42	166	374	4,67	6,8
90	8E1C1B	20,3	25,1	353	22,62	17,5	230	174	2,56	2,2	1,93	2,2	40	206	436	4,84	6,2
100	8E1C1B	21,6	26,8	322	23,60	18,2	244	192	2,44	1,4	1,92	1,8	40	246	490	4,90	5,4
110	8E2C	22,7	28,1	307	24,48	19,0	257	210	2,34	1,3	1,91	1,8	34	280	537	4,87	4,7
120	8E2C	23,6	29,2	294	25,29	19,6	270	224	2,25	1,3	1,86	1,4	29	309	579	4,81	4,2

определения среднего состава с точностью до 5% при достоверности 0,8 необходимо использовать для одного десятилетия в пределах класса бонитета около 60 наблюдений. В связи с этим приобретает практическое значение использование материалов лесоустройства. Изучение пригодности их показало следующее. Для исследования хода роста модальных насаждений могут быть использованы данные таксационных описаний. При этом необходимым условием является правильность установления в них класса бонитета, применительно к фактическому росту породы. Таксационные описания дают хорошие данные для изучения средних диаметров, так как разница между средними диаметрами, полученными по данным таксационных описаний и данным пробных площадей, является несущественной.

Данные таксационных описаний пригодны для изучения динамики состава.

Динамика состава еловых смешанных насаждений, установленная нами на основе проведенных натурных работ, практически совпадает с составами, определенными по данным таксационных описаний.

Изучение сумм площадей сечения по данным, собранным в натуре, и сравнение их с данными таксационных описаний показало, что таксаторы при глазомерном определении полноты систематически ее уменьшают, в особенности когда дерево находится в спелом возрасте. Там разница доходит до 25%, а это, в свою очередь, приводит к тому, что создается неверное представление о величине запасов.

Использование лесоустроителями приборов, позволяющих установить суммы площадей сечения, и номограмм проф. Н. П. Анучина, несомненно сделает материалы лесоустройства более ценными и еще более пригодными для изучения хода роста модальных насаждений.

Самым крупным недостатком материалов лесоустройства при изучении хода роста модальных насаждений является то, что по их данным нельзя судить о величине выбираемой части. При отсутствии постоянных пробных площадей следует изучить текущий прирост модальных насаждений по десятилетиям и посредством его, установив величину выбираемой части, перейти к общей производительности.

Наши исследования хода роста были проведены с достаточной точностью.

Ошибка опыта, в основном, была не выше 5%. С учетом ошибок репрезентативности, определяемых в зависимости от коэффициента вариации, и ошибок измерения, средние запасы и суммы площадей сечения найдены со средней точностью $\pm 1,5\%$, текущие приросты со средней точностью $\pm 3-4\%$.

Так как при определении сумм площадей сечения и текущих приростов ошибки репрезентативности гораздо выше ошибок измерений, то последние не оказали значительного влияния на общую точность и принятые нами упрощенные методы определения средних сумм площадей сечения и текущих приростов оправдали себя полностью.

В заключение следует отметить, что исследование таблиц хода роста модальных насаждений при решении некоторых практических вопросов имеет определенные преимущества перед таблицами хода роста нормальных насаждений, например: товарность насаждений устанавливается по средним диаметрам наиболее распространенных насаждений, а при определении возраста технической спелости учитываются фактические изменения состава и запаса насаждений.

К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ОДНОВОЗРАСТНЫХ ЕЛЬНИКОВ В ШЕЛЕКОВСКОЙ ДАЧЕ

И. И. ГУСЕВ

Ассистент

(Архангельский лесотехнический институт)

В вопросе о возрастном строении северных ельников до сих пор нет единого мнения. Одни исследователи считают их разновозрастными [2], [3], [5], [10], [11], [12], другие — разновозрастными*.

Появление разновозрастных ельников чаще всего связано с лесными пожарами, так как ель успешно возобновляется (одна или вместе с листовыми породами) на открытых гарях и на легких, хорошо дренированных почвах [6], [7].

Формирование разновозрастных ельников может проходить и через смену пород. Под пологом сосновых или сосново-еловых насаждений нередко можно встретить хороший подрост ели, который образует второй ярус (рис. 1). Такой еловый или елово-лиственный подрост своим происхождением часто бывает обязан низовым пожарам, имевшим большое распространение в сосняках Севера.

«В условиях Шелековской дачи, — пишет акад. И. С. Мелехов, — низовые пожары в сосняках нередко способствовали интенсивному заселению ели, формированию разновозрастного поколения ее под пологом сосны и, в конечном счете, своеобразной смене елью» [8].

Низовые пожары в сосновых насаждениях Шелековской дачи в прошлом имели большое распространение, в результате чего появились значительные площади ельников с примесью сосны и лиственницы (до 0,3—0,4).

В настоящей статье используются материалы пяти пробных площадей, заложенных в молодых, средневозрастных и спелых еловых насаждениях Шелековской дачи. Насаждения пробных площадей № 6, 7, 9, 10 возникли в результате пожаров: № 6 — повального в 1875 году; № 7 — низового в 1922 году; № 9 — низового в 1898 году и № 10 — в 1801 году. Пробные площади № 7 и 9 заложены во втором ярусе (подрост ели); первый ярус состоит из редкого сосново-лиственничного дре-

* Известно, что абсолютно разновозрастных еловых насаждений, особенно на Севере, не встречается. В практической работе, поэтому, пользуются относительной разновозрастностью. Обычно считают разновозрастными те насаждения, разница в возрасте которых колеблется в пределах одного класса возраста (20—40 лет). Насаждения, возраст которых колеблется в больших пределах, относится к разновозрастным.

востоя 200—230 лет. На пробной площади № 10 встречаются единичные деревья 300-летней сосны (рис. 2). Ельник пробы № 8 возник из подроста после сплошной рубки сосново-елового материнского полога в 1934—1936 годах. У срубленных деревьев подсчитывался возраст, измерялись высоты и таксационные диаметры. У 201 модели проведены анализы хода роста по высоте *. (В работе по закладке пробных площадей № 6, 7, 8, 9, кроме автора, принимали участие студенты-дипломанты В. И. Шунин и З. Г. Шулнина при общем руководстве доц. В. И. Левина).

Насаждения на пробных площадях характеризуются следующими показателями:

Таблица I

Лесоводственно-таксационные характеристики пробных площадей

№ пробной площади	Площадь пробы в га	Состав древостоя	Средний возраст, лет	Средняя высота в м	Тип леса	Почва	Примечание
6	0,161	5Е4Б1С ед. Лц	74	15,1	Ельник-черничник свежий	Свежий песок, подстилаемый на глубине 72 см тяжелым карбонатным суглинком	Срублено 20% деревьев ели (50 шт.)
7	0,016	9Е1Б + С, Ос	27	3,1	Ельник-черничник свежий	Свежая супесь, подстилаемая на глубине 135 см легким карбонатным суглинком	Срублены все деревья ели (342 шт.)
8	0,007	10Е е. С, Б, Лц	50	2,8	Ельник-черничник	Свежий легкий суглинок, подстилаемый на глубине 35 см тяжелым карбонатным суглинком	Срублены все деревья ели (184 шт.)
9	0,009	10Е ед.Б	45	2,3	Ельник-черничник	Свежая супесь, подстилаемая на глубине 26 см легкой карбонатной глиной	Срублены все деревья ели (233 шт.)
10	0,120	10Е ед.Б, Лц	135	17,5	Ельник-долгомошник	Влажный средний суглинок, подстилаемый на глубине 29 см легкой глиной	Срублены все деревья

Примечание. Наименование почв дается по результатам механического анализа, согласно классификации Н. А. Качинского [9].

Известно, что производительность леса и возобновление его теснейшим образом связаны с характером почвы и в особенности с органической частью ее [4]. Поэтому нами на всех пробных площадях по горизонтам был проведен механический анализ почвы (пипеточным методом) [1].

Анализ показал, что в ельниках верхние горизонты почвы по механическому составу представлены, как правило, супесями или легкими и средними суглинками.

Время формирования одновозрастного елового насаждения тесно связано с лесорастительными условиями. Акад. И. С. Мелеховым установлено, что заселение сплошной гари елью в зеленомошниках на свежих почвах занимает период 13—17 лет [6]. Приводимые ниже данные

* Ход роста модели в статье не рассматривается.



Рис. 1 Возобновление ели после низового пожара в сосновых древостоях Шелековской дачи.



Рис. 2 Проба № 10. Ельник-долгомощник, возраст 135 лет.

подтверждают это положение (пробные площади № 6, 7) и дают дополнительные сведения о динамике заселения площади елью в черничниках и долгомошниках на мелких тяжелых почвах (пробные площади № 8, 9, 10 табл. 2, 3).

Таблица 2

Распределение деревьев ели по трехлетним ступеням возраста (в %)

№ пробной площади	Колебания возраста деревьев лет. от—до	Варианты ельника черничника	Трехлетия									Итого в %
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
6	69—79	свежий	14	48	20	18	—	—	—	—	—	100
7	18—31	"	27,2	43,3	22,5	6,1	0,9	—	—	—	—	100
8	34—60	на мелких тяжелых почвах	12	16,8	19,2	12,5	14,2	13,1	7,0	1,5	3,7	100
9	"	"	5,9	6,4	24,2	17,0	15,5	12,5	12,1	4,3	2,1	100

В свежих черничниках на хорошо дренированных глубоких почвах заселение площади елью после пожара произошло за 11—14 лет (пробные площади № 6, 7).

В черничниках на мелких, плохо дренированных почвах насаждение ели сформировалось за 26—27 лет (пробные площади № 8, 9), то есть за более длительное время.

Таблица 3

Распределение деревьев по возрасту

Возраст деревьев лет	Количество деревьев	
	шт.	%
120	4	5,1
125	9	11,5
130	23	29,5
135	16	20,5
140	13	16,7
145	6	7,7
150	4	5,1
155	3	3,9
Итого:	78	100

В долгомошниках процесс возобновления ели после пожара протекает еще медленнее. Так, например, по данным пробной площади № 10 этот период после пожара составил 35 лет (табл. 3).

Таким образом, с ухудшением условий местопроизрастания затягивается период естественного возобновления ели. Заселение площади елью начинается сразу же после пожара: в первые годы появляется небольшое количество деревьев (2—4%), постепенно число их растет и достигает максимума в семенной год; заканчивается заселение площади еще медленнее, чем начинается: в последние годы вырастает лишь 1—2% от общего количества деревьев. В случае короткого периода заселения площади елью (11—17 лет) кривая распределения приближает-

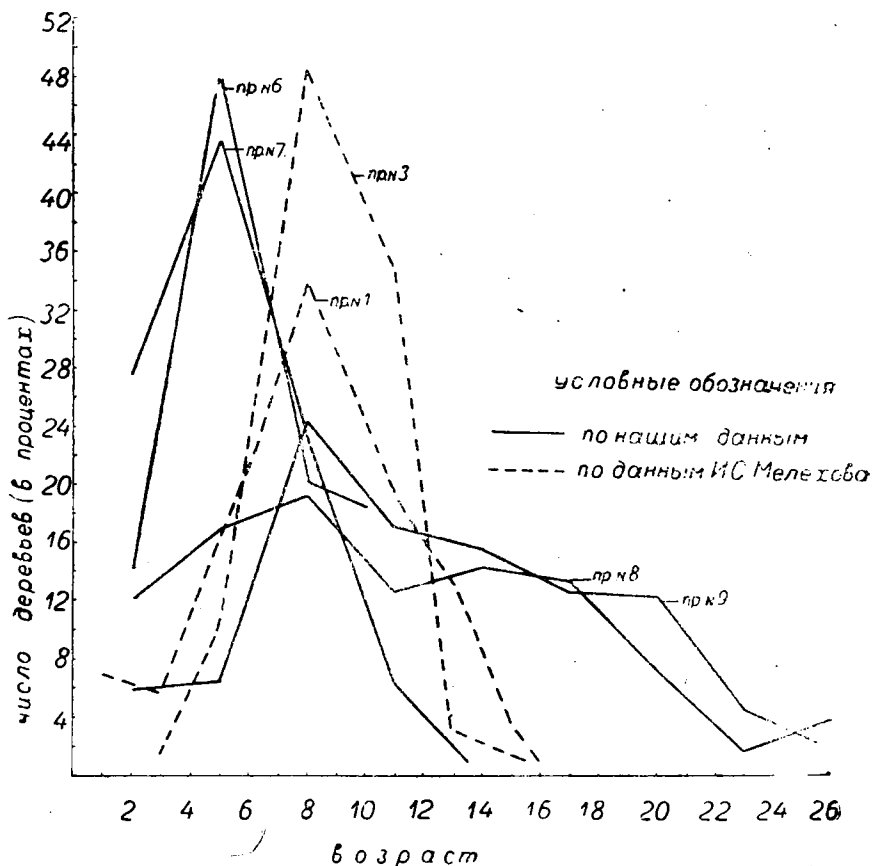


Рис. 3. Распределение числа деревьев по возрасту.

ся к нормальной кривой распределения (см. рис. 3). Это подтверждается и данными пробных площадей акад. И. С. Мелехова [6]. Наоборот, при длительном периоде возобновления кривая распределения числа деревьев по возрасту становится асимметричной.

ВЫВОДЫ

1. Лесные пожары в Шелековской даче содействовали образованию одновозрастных ельников как через смену сосны елью, так и путем возобновления ели на открытых гаях.

2. Еловые насаждения в Шелековской даче произрастают преимущественно на более богатых почвах.

3. Период формирования нового поколения ели находится в тесной связи с лесорастительными условиями. На легких глубоких, хорошо дренированных почвах (свежие черничники) формирование насаждения заканчивается быстрее, чем на мелких тяжелых почвах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Агрохимические методы исследования почв. Изд. академии наук СССР, М., 1954. [2]. Н. Граков.оборот хозяйства. «Лесной журнал», вып. 3, 1897. [3]. П. В. Воробанов. Ельники Севера. Гослесбумиздат, 1950. [4]. Б. Д. Зайцев.

Лес и почвы Северного края. Архангельск, 1932. [5] Н. Кузнецов. Задвинские ельники. «Лесной журнал», вып. 7, 1912. [6] И. С. Мелехов. О возобновлении ели на гарях. Журн. «Лесное хозяйство и лесозащита» № 10, 1933. [7] И. С. Мелехов. О взаимоотношении между сосной и елью в связи с пожарами в лесах европейского Севера СССР. «Ботанический журнал» № 4, 1944. [8] И. С. Мелехов. Стационарное комплексное изучение леса в учебно-опытном лесхозе Архангельского лесотехнического института. «Труды АЛТИ», вып. XIV, 1954. [9] А. А. Роде. Почвоведение. Гослесбумиздат, 1955. [10] А. С. Рожков. Особенности северных лесов. «Лесной журнал», вып. 1—2, 1911. [11] М. Е. Ткаченко. Леса Севера. «Труды по лесному опытному делу в России», вып. XXV, 1911. [12] П. П. Серебрянников. О хозяйстве в лесах Севера, 1913.

Поступила в редакцию
5 марта 1958 г.

МАТЕРИАЛЫ К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ВОДНОГО РЕЖИМА ЕЛЬНИКОВ РАЗНОГО ВОЗРАСТА

В. Д. ЗЕЛИКОВ

Ассистент

(Московский лесотехнический институт)

Изучение водного режима ельников разного возраста проводилось нами в 1955 и 1956 годах на пяти пробных площадях в Щелковском учебно-опытном лесхозе Московской области. Пробные площади, размером 0,25 га каждая, выбирались в простых одноярусных ельниках естественного происхождения со следующими таксационными показателями.

Таблица 1

Таксационная характеристика пробных площадей

№ пробных площадей	Состав насаждений	Возраст, лет	Средняя высота в м	Средний диаметр в см	Число стволов на 1 га	Сумма поперечных сечений м ² на га	Полнота	Запас в м ³ на 1 га	Прирост в м ³		Класс бонитета
									средний	текущий	
1*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	10Е	18	7,0	6,7	5000	17,6	0,8	72,0	4,0	—	I
3	10Е	35	13,0	11,0	2210	21,0	0,8	146,0	4,2	5,9	I
4	10Е	50	19,0	17,0	1050	24,1	0,8	224,0	4,5	6,4	I
5	10Е	75	25,0	24,0	620	28,0	0,8	336,0	4,5	4,9	I

* Лесная поляна.

Как видно из таблицы, выбранные насаждения имеют одинаковый состав, полноту и бонитет, но различаются по возрасту и связанным с ними таксационным показателям.

Высокая сомкнутость полога, равная 0,8, препятствует сплошному распространению живого напочвенного покрова. Площадь, занятая им, увеличивается с возрастом ельников, так как распространение этого покрова связано с особенностями и различием микроклиматической обстановки под пологом ельников разного возраста. Живой напочвенный покров в ельниках таков: зеленые мхи (*Pleurozium Schreberi* Mitt., *Dicranum undulatum* Ehrh.) в ельниках 18-летнего возраста занимают 5% площади, в 35-летних — 15%. В ельниках 50 лет 15% площади также занято этими мхами, и 35% — *Vaccinium myrtillus* L. В ельниках 75 лет 20% площади находится под зелеными мхами *Dicranum*

undulatum Ehrh., *Catherinea undulata* Web. et Mohr и *Hylocomium proliferum* Lindb. и 45% — под *Vaccinium myrtillus* L. На остальной части пробных площадей — мертвый покров. Около 5% площади лесной поляны занимает зеленый мох *Hylocomium proliferum* Lindb., остальную площадь — разнотравье.

Отсюда видно, что по составу живого напочвенного покрова пробные площади относятся к группе ельников-зеленомошников.

Почвы пробных площадок дерново-сильнопodzolistые среднесуглинистые, подстилаемые древне-аллювиальными и флювио-гляциальными песками. Мощность верхнего суглинистого слоя колеблется в пределах 12—80 см. Ниже приводится описание наиболее характерного почвенного разреза.

Пробная площадь № 5 (ельник 75 лет). Почва дерново-сильнопodzolistая, среднесуглинистая на покровном суглинке, подстилаемом древне-аллювиальными песками.

- А₀ 0— 2 см Лесная подстилка, мощность которой колеблется в пределах 1—5 см, довольно рыхлая и состоит из опада, полуразложившейся хвои и тонкого слоя гумусированных остатков
- А₁ 2— 18 см Светло-серый, среднесуглинистый, пылеватый, мелкокомковатый, рыхлый; переход к А₂ постепенный; сосредоточена главная масса корней.
- А₂ 18— 55 см Белесый, среднесуглинистый, пылеватый, пластинчатый, рыхлый; корни; переход языками
- В₁ 55— 84 см Темно-бурый, супесчаный, крупнокомковатый, уплотненный; дендриты; переход постепенный
- В₂ 84—110 см Красноватый, песчаный, неясно комковатый, плотноватый; переход постепенный
- С 110—200 см Желтые, слоистые, бесструктурные, рыхлые, древне-аллювиальные пески.

Из описания разреза ясно, что почва сформировалась на двуслойных четвертичных отложениях.

При работе были также исследованы физические и химические свойства почв пробных площадей. В результате исследований оказалось, что такие физические свойства почвы, как объемный вес, капиллярная скважность и максимальная гигроскопичность в одних и тех же почвенных горизонтах мало отличаются друг от друга. Удельный вес твердой фазы почвы изменяется также очень незначительно и для верхних горизонтов почвы колеблется в пределах 2,57—2,63, а в нижних частях почвенного профиля от 2,65 до 2,68. Недоступное количество почвенной влаги для растений* в среднем равняется полуторной максимальной гигроскопичности.

По химическим свойствам почвы пробных площадей тоже мало отличаются друг от друга, о чем свидетельствует приведенная ниже табл. 2.

Для изучения водного режима ельников наибольшее значение имеет верхний (50 см) слой почвы, который отличается от других слоев большим влагооборотом. Полученные данные по физическим свойствам почвы были обработаны методом вариационной статистики, в результате чего установлены коэффициенты существенности (см. табл. 3).

Достоверность разницы между средними арифметическими подсчитывается по эмпирической формуле**:

$$\frac{M_{1cp} - M_{2cp}}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} \geq 3 + \frac{6}{n - 4}$$

* Определено непосредственно для данных почв методом проростков.

** Формулы и обозначения взяты из книги Н. Т. Леонтьева «Статистическая обработка результатов наблюдений». Гослесбуиздат, 1952.

Таблица 2

Гидролитическая кислотность (в числителе) и сумма поглощенных оснований (в знаменателе) почв пробных площадей (в мг-эка)

№ пробных площадей	Угодья	Генетический горизонт почвы				
		A ₁	A ₂	B ₁	B ₂	C
1	Лесная поляна	5,95	4,02	6,04	—	0,89
		5,31	1,42	7,36		2,32
2	Ельник 18 лет	7,19	5,50	6,23	—	1,57
		2,20	1,65	5,62		1,78
3	" 35 лет	7,32	5,19	7,16	3,50	0,88
		2,92	1,01	3,64	2,31	2,80
4	" 50 лет	7,16	4,58	6,50	1,92	1,23
		3,19	0,62	6,20	2,68	1,87
5	" 75 лет	8,80	5,80	5,35	2,20	2,10
		4,00	1,70	8,05	3,40	—

Таблица 3

Коэффициенты существенности

№ пробных площадей	Физические свойства верхнего (50 см) слоя почвы	Коэффициент существенности
1	Объемный вес в г/см ³	1,93
2	Капиллярная влагоемкость в % от объема почв	2,64
3	Некапиллярная скважность в % от объема почв	2,62
4	Максимальная гигроскопичность	0,86

При определении физических свойств величина $3 + \frac{6}{n-4}$ во всех случаях равна 4,2, то есть

$$\frac{M_{1cp} - M_{2cp}}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} < 3 + \frac{6}{n-4},$$

следовательно, различие несущественно.

Таким образом, почвы пробных площадей по физическим и химическим свойствам можно считать сравнимыми.

Наблюдения за водным режимом в лесу проводились на основании замера приходо-расходных статей водного баланса.

Десукция ельников определялась по формуле:

$$D = B_1 - B_2 + Oc - Ic - Ot$$

где: D — десукция влаги ельниками;

B_1 — запас влаги в почве в начальный период наблюдений;

B_2 — запас влаги в почве в конце периода наблюдений;

Oc — осадки за период наблюдений;

Ic — испарение с покрова и поверхности почвы за период наблюдений;

Ot — отток в грунтовые воды за период наблюдений.

Величина стока не дается, поскольку на пробных площадях в период наблюдений сток отсутствовал.

Все величины даются в мм водного слоя. Срок одного периода наблюдения — месяц. Обработка величин измерений методом вариационной статистики показала, что ошибка не превышает 10%.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в различные периоды времени ельники, имея различное соотношение статей водного баланса, по-разному влияют на водный режим территории, занятой ими.

За гидрологический год произошло увлажнение почвы и пополнение грунтовых вод, что видно из табл. 4.

Степень увлажнения почв и пополнение грунтовых вод зависит от возраста, так как количество осадков, попавших под полог ельников, уменьшается с возрастом, достигая минимума в ельнике 50 лет. Расход влаги ельником увеличивается с возрастом, достигая максимума также в ельнике 50 лет. Вследствие этого, ельники в большем количестве используют почвенную влагу (почва становится суше), отток ее в грунтовые воды уменьшается. Следовательно, количество влаги, удержанной почвой, увеличивается.

Десукция ельников, как видно из табл. 4, увеличивается до 50 лет, а затем незначительно понижается, определяя в целом изменение суммарного испарения (десукция + испарение с покрова и поверхности почвы + испарение задержанных кронами осадков).

Таблица 4

Водный баланс за гидрологический год с ноября 1955 по октябрь 1956 года

Угодья	Приход в мм	Расход в мм						Буфер
	осадки	задержано осадков кронами	испарение с по- крова почвы и почвы	десукция	итого на суммарн. испаре- ние	отток в грунтовые воды	всего на расход	влаги удержа- но почвой
1	2	3	4	5	3+4+5	6	3+4+5+6	7
Лесная поляна	672,4	—	220,2	—	220,2	397,4	617,6	54,8
Ельники:								
18 лет	509,1	163,2	35,6	187,8	386,6	216,0	602,6	69,8
35 "	506,5	165,9	52,6	243,4	461,9	134,2	596,1	76,3
50 "	490,4	182,0	55,3	305,6	542,9	65,9	608,8	63,6
75 "	497,0	175,4	64,7	290,1	530,2	54,3	584,5	87,9

Водный баланс в процентах от количества осадков, выпавших за гидрологический год

Лесная поляна	100	0	32,7	—	32,7	59,0	91,7	8,3
Ельники:								
18 лет	75,7	24,3	5,2	28,0	57,5	32,4	89,9	10,1
35 "	75,3	24,7	7,8	30,2	68,7	20,0	88,7	11,3
50 "	72,9	27,1	8,2	45,4	80,7	9,8	90,5	9,5
75 "	73,9	26,1	9,6	43,1	78,8	8,1	86,9	13,1

Данные других авторов также показывают, что после 50—60 лет, с дальнейшим увеличением возраста, величина десукции ельников падает.

За вегетационный период соотношение статей водного баланса изменяется (табл. 5). Если за гидрологический год количество осадков превышает суммарное испарение и величину оттока в грунтовые воды, то за вегетационный период наблюдается обратное, то есть количество осадков меньше суммарного испарения и оттока в грунтовые воды.

Таблица 5

Водный баланс за вегетационный период с мая по октябрь 1956 года

Угодья	Приход в м.м. Осадки	Расход в м.м.						Буфер в м.м.		
		задержано осадков кронами	испарение с покрова и поверхности почвы	десукция	итого на суммарное испарение	остаток в грунтовые воды	всего	израсходовано за счет запаса почвенной влаги		Итого
								на отток в грунтовые воды	на десукцию и испарение	
1	2	3	4	5	3+4+5	6	3+4+5+6	7	8	9
Лесная поляна . .	468,4	—	220,2	—	220,2	269,8	490,0	21,6	0	21,6
Ельники:										
18 лет . .	346,1	122,3	35,6	182,6	340,2	140,0	480,2	12,1	0	12,1
35 " . .	340,5	127,9	52,3	237,3	417,5	68,0	485,5	17,1	0	17,1
50 " . .	328,3	140,1	55,3	297,6	493,0	24,4	517,4	24,4	24,6	49,0
75 " . .	333,6	134,8	64,7	283,1	482,6	13,2	495,8	13,2	14,2	27,4
Водный баланс в % от количества осадков, выпавших за вегетационный период										
Лесная поляна . .	100	—	47,0	—	47,0	57,4	104,4	4,4	0	4,4
Ельники:										
18 лет . .	73,9	26,1	7,6	39,0	72,7	29,9	102,6	2,6	0	2,6
35 " . .	72,7	27,3	11,9	50,7	89,2	14,5	103,7	3,7	0	3,7
50 " . .	70,0	30,0	11,8	63,5	105,3	5,2	110,5	5,2	5,3	10,5
75 " . .	71,3	28,8	13,8	60,5	103,3	2,7	106,0	2,7	3,3	6,0

Суммарное испарение, даже без учета оттока, увеличивается с возрастом ельников, причем сначала уравнивается с количеством осадков (это происходит между 35 и 50 годами), а затем превосходит их (в ельниках 50—75 лет).

Превышение общего расхода влаги ельниками над количеством осадков в течение вегетационного периода составляет ту часть, которая была израсходована за счет запасов влаги в почве (см. последнюю графу табл. 5). Запас почвенной влаги в общем балансе за вегетационный период расходуется в двух противоположных направлениях: отток в грунтовые воды и десукция плюс испарение с покрова и поверхности почвы. Если суммарное испарение на пробной площади меньше количества осадков, то расходование почвенной влаги происходит за счет ее оттока в грунтовые воды, что наблюдается на лесной поляне и в ельниках 18 и 35 лет. Если же величина суммарного испарения больше величины осадков, то расход происходит как за счет оттока в грунтовые воды, так и за счет десукции и испарения с покрова и поверхности почвы.

При помесечном расчете водного баланса, приведенного в табл. 8—12, можно убедиться, что десукция влаги насаждениями увеличивается по мере повышения среднесуточных температур и продолжительности дня, достигая максимума в июне и июле. Возрастные особенности десукции влаги ельниками также сохраняются, что видно из табл. 6.

Таблица 6

Десукция влаги ельниками разного возраста

Возраст ельника	1956 год							Итого за вегетационный период
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	
18 лет . . .	5,2	31,3	74,4	38,4	23,5	15,0	—	187,8
35 „ . . .	6,1	48,7	88,6	51,1	29,9	18,0	1,0	243,4
50 „ . . .	8,0	53,9	112,3	61,2	46,1	21,1	3,0	305,6
75 „ . . .	7,0	52,3	105,1	58,3	43,4	21,0	3,0	290,1

По нашим материалам наименьшая величина десукции наблюдается в ельнике 18 лет. С возрастом леса она постепенно увеличивается и достигает максимума в 50 лет. Величина суммарного испарения изменяется так же, как и десукция.

Измерение водного режима почв под ельниками разного возраста иллюстрируется табл. 7.

Таблица 7

Отток влаги до уровня грунтовых вод (рассчитан по уровню грунтовых вод в смотровых колодцах)

Угодья	1956 год							Итого
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	
Лесная поляна	127,6	89,4	67,8	0	55,4	24,0	53,2	397,2
Ельники:								
18 лет . . .	76,0	39,7	35,5	0,8	18,9	15,5	29,6	216,0
35 „ . . .	66,2	23,9	28,9	0	0	0	15,2	134,0
50 „ . . .	41,5	8,5	0	0	0	0	15,9	65,9
75 „ . . .	41,1	13,2	0	0	0	0	0	54,3

Если рассматривать соотношение суммарного испарения и количество осадков по месяцам, то можно видеть, что отрицательный баланс в ельниках складывается в период максимального потребления влаги, то есть в июне-июле (табл. 8—12 и рис. 1).

Из этой таблицы видно, что на лесной поляне и в ельнике 18 лет наблюдается ежемесячное сквозное промачивание почв, то есть эти почвы имеют все время избыток влаги, в то время как почвы ельников 50 и 75 лет промачиваются только весной, а в течение вегетационного периода несколько иссушаются (особенно в июне-июле).

Необходимо отметить, что величина испарения с напочвенного покрова и почвы ельников, а также осадков, задержанных кронами, примерно равна испарению с покрова и поверхности почв лесной поляны. Так, например, по данным за гидрологический год, величина испарения

Водный баланс лесной поляны (в мм)

Статьи водного баланса	Месяцы 1955 года			Итого	Месяцы 1956 года						Итого	
	IX	X	XI		IV	V	VI	VII	VIII	IX		X
Запас влаги в почве:												
в начале наблюдений	393,5	343,6	361,8	393,5	360,4	411,8	410,0	379,0	393,7	383,4	392,7	360,4
в конце наблюдений	343,6	361,8	385,4	385,4	411,8	410,0	379,0	393,7	383,4	392,7	393,0	393,0
Осадки	23,2	38,2	25,0	86,4	179,0	99,1	107,5	59,6	94,4	53,6	54,2	647,4
Испарение почвы и травяного покрова	49,8	20,0	1,4	71,2	—	31,5	70,7	48,4	49,3	20,3	(10,2)	220,2
Отток в грунтовые воды	—	—	—	—	127,6	69,4	67,8	0,0	55,4	24,0	53,2	397,4
Неучтенный приток	—	—	—	—	—	—	—	3,5	—	—	—	3,5
отток	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,7	0,7
Отток грунтовых вод	23,3	—	—	23,3	—	—	—	—	—	—	—	—

Соотношение между осадками и испарением

Испарение почвы и травяного покрова	49,8	20,0	1,4	71,2	—	31,5	70,7	48,4	49,3	20,3	(10,2)**	220,2
Осадки	23,2	38,2	25,0	86,4	23+156*	99,1	107,5	59,6	94,4	53,6	54,2	647,4
Разница	-26,6	+18,2	+23,6	+15,2	+179	+67,6	+36,8	+11,2	+45,1	+33,3	+54,2	+427,2

* Цифрой, обозначенной звездочкой показан запас воды в мм в снежном покрове перед началом снеготаяния.

** Эта величина в балансе не учитывалась, так как она получена по показаниям одного микроиспарителя.

Водный баланс ельника 18 лет (в мм)

Статьи водного баланса	Месяцы 1955 года				Итого	Месяцы 1956 года						Итого	
	IX	X	XI	IV		V	VI	VII	VIII	IX	X		
Запас влаги в почве:													
в начале наблюдений	254,8	228,1	229,9	254,8	285,0	346,9	358,8	322,2	308,6	319,2	324,2	285,0	
в конце наблюдений	228,1	229,9	264,1	264,1	346,9	358,8	322,2	308,6	319,2	324,2	334,8	334,8	
Осадки под пологом леса	14,9	18,9	20,0	53,8	143,1	89,0	85,8	34,1	58,4	58,7	40,1	489,2	
Задержано кронами осадков	8,3	19,3	5,0	32,6	8,9	10,1	21,7	25,5	36,0	14,9	14,1	131,2	
Испарение с поверхности почвы и травяного покрова	6,9	8,4	0,0	15,3	—	6,1	12,5	8,5	5,4	3,1	—	35,6	
Отток в грунтовые воды	—	8,7	—	43,4	76,0	39,7	35,5	0,8	18,9	15,5	29,6	216,0	
Десукция древостоем	34,7	—	14,2	14,2	5,2	31,3	74,4	38,4	23,5	15,0	—	187,8	
Неучтенный приток	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" отток	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Соотношение между осадками на лесной поляне и суммарным испарением древостоя (десукция + испарение с поверхности почвы, покрова и поверхности крон)

Суммарное испарение древостоем	49,9	36,4	5,0	91,3	14,1	47,5	108,6	72,4	64,9	33,0	14,1	354,6
Осадки на поляне	23,2	38,2	25	86,4	23+129*	99,1	107,5	59,6	94,4	53,6	54,2	620,4
Разница	-26,7	+1,8	+20	-4,9	+137,9	+51,6	-1,1	-12,8	+29,5	+20,6	+40,1	+265,8

* Цифрой, обозначенной звездочкой, показан запас влаги в снежном покрове под пологом леса перед снеготаянием.

Водный баланс ельника 35 лет (в мм)

Статьи водного баланса	Месяцы 1955 года				Месяцы 1956 года								
	IX	X	XI	Итого	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Итого	
Запас влаги в почве:													
в начале наблюдений	308,4	254,8	247,4	308,4	287,4	361,1	367,4	317,7	289,2	306,4	321,3	287,4	
в конце наблюдений	254,8	247,4	264,8	264,8	361,1	367,4	317,7	289,2	306,4	321,3	344,0	344,0	
Осадки под пологом леса	15,2	19,7	20,0	54,9	146,0	86,8	84,6	33,9	57,3	39,0	38,9	486,5	
Задержано кронами осадков	8,0	18,5	5,0	31,5	9,0	12,3	22,9	25,7	37,1	14,6	15,3	136,9	
Испарение с поверхности почвы и травяного покрова	6,4	7,3	—	13,7	—	7,9	16,8	11,3	10,2	6,1	—	52,3	
Отток в грунтовые воды	—	—	—	—	66,2	23,9	28,9	0,0	0,0	0,0	15,2	134,2	
Десукция древостоем	62,4	19,8	—	82,2	6,1	48,7	88,6	51,1	29,9	18,0	1,0	243,4	
Неучтенный приток	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" отток	—	—	2,6	2,6	—	—	—	—	—	—	—	—	

Соотношение между осадками на лесной поляне и суммарным испарением древостоев
(десукция + испарение с поверхности почвы, покрова и поверхности крон)

Суммарное испарение древостоем	76,0	45,6	5,0	126,6	15,1	68,9	128,3	88,1	77,2	38,7	16,3	432,6
Осадки на поляне	23,2	38,2	25,0	86,4	23+132*	99,1	107,5	59,6	94,4	53,6	54,2	623,4
Разница	-52,8	-74,4	+20	-40,2	139,9	+30,2	-20,8	-28,5	+17,2	+14,9	+37,9	+190,8

* Цифрой, обозначенной звездочкой, показан запас влаги в снежном покрове под пологом леса перед снеготаянием.

Водный баланс ельника 50 лет (в мм)

Статьи водного баланса	Месяцы 1955 года				Месяцы 1956 года							
	IX	X	XI	Итого	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Итого
Запас влаги в почве:												
в начале наблюдений	497,5	278,3	215,6	497,5	243,9	336,5	347,6	299,1	257,8	259,7	270,1	243,9
в конце наблюдений	278,3	215,6	240,6	240,6	336,5	347,5	299,1	257,8	259,7	270,1	287,5	287,5
Осадки под пологом леса	15,2	22,2	20,0	57,4	142,1	82,1	82,1	34,1	55,6	38,1	36,3	470,4
Задержано кронами осадков	8,0	15,0	5,0	29,0	10,6	17,0	25,4	25,5	28,8	15,5	17,9	151,0
Испарение с поверхности почвы и травяного покрова	5,3	6,9	—	12,2	—	8,6	18,3	14,2	7,6	6,6	—	55,8
Отток в грунтовые воды	—	—	—	—	41,5	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0	15,9	65,6
Десукция древостоем	96,9	24,4	0,0	121,3	8,0	53,9	112,3	61,2	46,1	21,1	3,0	305,6
Неучтенный приток	—	—	5,0	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—
„ отток	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Отток грунтовых вод	132,2	53,6	—	185,8	—	—	—	—	—	—	—	—
Соотношение между осадками на лесной поляне и суммарным испарением древостоя (десукция + испарение с поверхности почвы, покрова и поверхности крон)												
Суммарное испарение древостоя	110,2	47,3	5,0	162,5	18,8	79,5	159,0	100,9	92,5	43,2	20,9	511,9
Осадки на поляне	23,2	38,2	25,0	86,4	23 + 130*	99,1	107,5	59,6	94,4	53,6	54,2	621,4
Разница	-87,0	-9,1	+20,0	-76,1	+134,1	+19,6	+48,5	-41,3	+1,9	+10,4	+33,3	+109,5

* Цифрой, обозначенной звездочкой, показан запас влаги в снежном покрове под пологом леса перед снеготаянием.

Водный баланс ельника 75 лет (в мм)

Статьи водного баланса	Месяцы 1955 года			Итого	Месяцы 1956 года							Итого
	IX	X	XI		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Запас влаги в почве:												
в начале наблюдений	299,5	220,8	206,6	299,5	264,9	359,0	367,7	324,7	285,1	290,8	299,2	264,9
в конце наблюдений	220,8	206,6	230,1	230,1	359,0	367,7	324,7	285,1	290,8	299,3	831,6	331,6
Осадки под пологом леса	16,4	20,0	22,0	58,4	142,2	84,3	84,5	85,4	57,9	35,2	35,2	475,8
Задержано кронами осадков	6,8	18,2	8,0	28,0	11,8	14,8	23,0	24,2	36,5	17,4	18,9	146,6
Испарение с поверхности почвы и травяного покрова	9,7	6,6	—	16,3	—	10,1	22,4	16,7	8,8	6,7	—	64,7
Отток в грунтовые воды	—	—	—	—	41,1	13,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	54,3
Десукция древостоем	85,4	27,6	0,0	113,0	7,0	52,3	105,1	58,3	43,4	21,0	3,0	290,1
Неучтенный приток	—	—	1,5	1,5	—	—	—	—	—	—	—	—
отток	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Соотношение между осадками на лесной поляне и суммарным испарением древостоя (десукция+ испарение с поверхности почвы, покрова и поверхности крои)												
Суммарное испарение древостоя	101,9	52,4	3,0	157,3	18,8	77,2	150,5	99,2	88,7	45,1	21,9	501,4
Осадки на поляне	23,2	38,2	25,0	86,4	23+131*	99,1	107,5	59,6	94,4	53,6	54,2	622,4
Разница	-78,7	-14,2	+22,0	-70,9	+135,2	+21,9	-43,0	-39,6	+5,7	+8,5	+32,3	+121,0

* Цифрой, обозначенной звездочкой, показан запас влаги в снежном покрове под пологом леса перед снеготаянием.

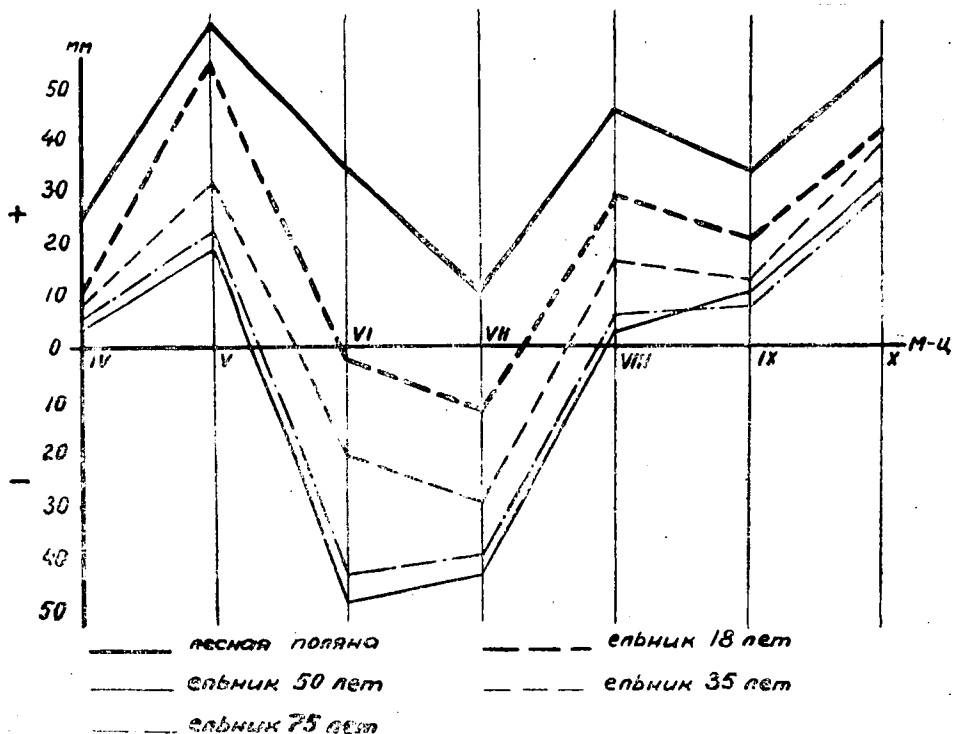


Рис. 1. Разность между количеством осадков и суммарным испарением за вегетационный период 1956 года (в мм водного слоя).

осадков, задержанных кронами 50-летнего ельника, равна 182 мм, а испарение с покрова и почвы — 55,3 мм, что в сумме составляет 237,3 мм. Лесная поляна за тот же период израсходовала на испарение 220,2 мм, то есть приблизительно столько же.

С другой стороны, величина испарения с поверхности почв под ельниками меньше величины испарения с лесной поляны и составляет 98,4% от величины десукции влаги ельником 18 лет и 55% от десукции ельником 50 лет или 27,4% осадков, попавших под полог ельника 18 лет за гидрологический год, и 24,6% осадков под пологом ельника 50 лет.

Таким образом, ельники, расходуя большое количество влаги, в то же время являются ее хранителями, причем величина сохраненной влаги достигает четверти всего количества осадков за гидрологический год.

ВЫВОДЫ

Наблюдения, проведенные над водным режимом ельников 18, 35, 50 и 75 лет, показали, что:

1. За гидрологический год происходит увлажнение почв и пополнение грунтовых вод на всех пробных площадях.

2. С увеличением возраста ельников увеличивается их потребность во влаге, достигая максимума в период кульминации текущего прироста по объему, то есть в 50 лет.

3. За вегетационный период наблюдается расход почвенной влаги: на лесной поляне и в ельниках 18 и 35 лет расходование влаги из почвы происходит за счет оттока ее до уровня грунтовых вод, а в ельниках

50 и 75 лет влага почвы частично расходуется на десукцию и испарение с почвы и напочвенного покрова, что создает условия некоторого их иссушения.

4. Наибольшая величина десукции наблюдалась в ельниках 50 лет.

5. Наибольшее потребление влаги ельниками происходит в июне — июле.

6. С возрастом потребность ельников во влаге увеличивается, вследствие чего изменяется водный режим почв. Так, почвы лесной поляны и ельника 18 лет промывались до уровня грунтовых вод ежемесячно, а почвы ельников 50 и 75 лет — только весной.

7. Наибольшее количество влаги получают грунтовые воды лесной поляны, а затем в убывающем порядке ельники 18, 35, 50 и 75 лет.

Поступила в редакцию
19 декабря 1957 г.

УСТОЙЧИВОСТЬ СОСНЫ РАЗНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПО ТИПАМ ЛЕСА ПРОТИВ СОСНОВОГО ВЕРТУНА

В. И. НОСКОВ

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Воронежский лесотехнический институт)

К числу широко распространенных заболеваний сосны обыкновенной относится сосновый вертун — искривление побегов и ветвей грибом *Melampsora pinitorqua* A. Br. Исследованиями Э. Э. Керна [5], А. А. Ячевского [13], С. И. Ванина [1], В. Н. Шафранской [12] подробно изучена биология гриба и его вредоносность. Сосновый вертун поражает как однолетние сеянцы в питомниках (что часто приводит к полному их отмиранию), так и сосенки в возрасте от 2-х до 40 лет [11], вызывая различные ненормальности в росте и формировании стволов, уменьшение прироста в высоту, образование многовершинности, искривление стволов, внутренние засмолы древесины.

Так как сосновый вертун существенно ухудшает качества древесины, то встает вопрос об отборе форм сосны, устойчивых против этого заболевания. Первые попытки в этом направлении были сделаны В. П. Гавришь [2], В. В. Гуляевым [3], Р. И. Дерюжкиным и С. Ф. Негруцким [4].

Весной 1952 года в Учебно-опытном лесхозе Воронежского лесотехнического института (ВЛТИ) и в Воронежском госзаповеднике кафедрой селекции ВЛТИ были заложены опытные культуры сосны из семян следующих шести типов леса: сухого бора IV бонитета, сухого бора II бонитета, субори простой свежей I бонитета, субори сложной Ia бонитета, бора черничника I бонитета и низинного травяного бора I бонитета. Сбор семян производился в Усманском и Хреновском борах Воронежской области, в каждом из шести названных типов леса с 10—15 деревьев I-II класса роста в возрасте от 80 до 170 лет. Культуры созданы в разных условиях произрастания: в условиях сухого бора (квартал 511 Госзаповедника — 0,9 га) и влажного бора (квартал 489 Госзаповедника — 1,0 га). Культуры создавались посадкой однолетних сеянцев под меч Колесова так же, как и в условиях свежей субори (квартал 81 Левобережного лесничества), а посевом семян в квартале 86 Левобережного лесничества.

В каждом типе условий произрастания имеется шесть участков культур из семян, заготовленных в вышеуказанных типах леса. Площадь участков колеблется от 0,10 до 0,25 га, повторность принята дву-

кратная. На каждом участке культуры представлены 10—15 семьями из семян отдельных деревьев.

В 1953 и 1955 годах в опытных культурах изучалась пораженность сосны сосновым вертуном. С этой целью проводился сплошной учет сосенок с подразделением их на три группы: здоровые и слабо поврежденные неискривленные, имевшие лишь следы поражения вертуном в виде заросшей ранки на побегах, были отнесены нами к I группе; средне поврежденные, с искривленными, но не отмершими побегами — к II группе; сильно поврежденные с отмершими побегами и придаточными почками ниже места отмирания — к III группе. Отдельно учитывались погибшие сосенки. Начало появления болезни фиксировалось фенологическими наблюдениями, проводившимися с начала вегетации через каждые четыре дня.

I. Пораженность сосновым вертуном сосны разного происхождения (по типам леса)

Относительно поражаемости грибом *Melampsora pinitorqua* А. Вг. сосны разного происхождения до сего времени не имеется опытных данных, поэтому для выяснения степени поражаемости остановимся на анализе культур в наиболее характерных средних условиях произрастания типа свежей субори. Участок исследуемых культур площадью 3,45 га расположен в квартале 81 Левобережного лесничества ВЛТИ; почва дерново-подзолистая, песчаная, с мощностью гумусированного горизонта 7—10 см; уровень грунтовых вод 2,5—3 м. Весной 1952 года произведена посадка однолетних сеянцев сосны под меч Колесова. Наблюдения за культурами в 1952 году не выявили повреждений сосны вертуном. Культуры только приживались и не дали большого прироста. Весной 1953 года фенологическими наблюдениями было отмечено появление эцидиоспор соснового вертуна. В период с 20 по 25 мая, совпадающий с началом роста хвойнок, на центральном и боковых побегах появились эцидии соснового вертуна. В 1955 году появление эцидий отмечено 18 мая.

Вегетационный период 1953 года был более засушливым, нежели в 1955 году. Июнь 1955 года характерен прохладной погодой со средней температурой 11,4° С, тогда как в 1953 году средняя температура в июне была 20,4° С. В остальные месяцы средние температуры были сравнимы. 1955 год выделялся также как более влажный. Так, в июне 1955 года выпало 118,6 мм осадков, а в 1953 году лишь 13,0 мм.

Общая поражаемость сосны вертуном в 1953 году была значительно меньше, чем в 1955 году, — в среднем 15% против 60,6%. Возрастные степени поражения сосны вертуном в 1955 году вполне объяснимо условиями погоды. Проф. С. И. Ванин [1] указывает, что развитию соснового вертуна способствует сырая и холодная погода. Теплая и влажная погода весеннего периода 1955 года в летние месяцы сменилась похолоданием, сопровождавшимся обильными осадками, что и привело к сильному развитию вертуна. Учет повреждений проводился в сентябре 1953 и 1955 годов.

В 1953 году поражаемость вертуном сосны не превосходила 14,5—17,6%; при этом не наблюдалось резких различий в степени поражения сосен разного (по типам леса) происхождения.

В 1955 году поражаемость сосны вертуном достигла 44,7—89,5%. Наиболее сильно были поражены сосенки из семян сухих боров, общая пораженность которых составляла 58,9—89,5%, сильно повреждено было 12,6—25,0% сосенок. Среднее место по степени поражения заняла

сосна из семян влажных боров. Общая поражаемость ее была 57,0—65,2%, причем сильно повреждено 10,0—12,0% сосенок.

Более устойчивыми к вертуну оказались местные субборевые сосенки, общая поражаемость которых составила 44,7—48,4%, а сильно поврежденных сосенок III группы было всего лишь 4,1—5,3%.

Таблица 1

Поражаемость сосновым вертуном культур сосны разного (по типам леса) происхождения в условиях свежей субори

Происхождение семян (по типу леса)	Учтено сосен шт.	Средняя высота в см	% криво- стволь- ности и кусти- стости	Поражаемость в % (по группам)			
				общая	I	II	III
Трехлетние сосенки (1953 год)							
Сухой бор IV бонитета . .	2583	26,7	13,4	14,5	6,8	6,9	0,8
Сухой бор II бонитета . .	2348	27,0	19,4	14,5	5,6	8,7	0,2
Суборь простая, свежая I бонитета	2600	28,2	15,0	16,2	5,7	9,3	1,2
Суборь сложная Ia бони- тета	1670	27,3	20,9	17,6	6,7	9,7	1,2
Черничник I бонитета . . .	1527	26,7	19,2	13,3	5,3	7,3	0,7
Низинный травяной бор I бонитета	1130	26,7	18,0	16,8	7,1	9,4	0,3
Пятилетние сосенки (1955 год)							
Сухой бор IV бонитета . .	2583	89,3	14,5	89,5	33,5	31,0	25,0
Сухой бор II бонитета . .	2340	89,0	21,8	58,9	13,0	33,3	12,6
Суборь простая, свежая I бонитета	2560	76,5	17,0	48,4	20,0	24,3	4,1
Суборь сложная Ia бони- тета	1670	83,5	22,5	44,7	16,9	22,5	5,3
Черничник I бонитета . . .	1520	80,6	21,3	65,2	36,6	18,6	10,0
Низинный травяной бор I бонитета	1100	82,9	19,9	57,6	25,6	20,0	12,0

Местная субборевая сосна в общем подвержена поражению вертуном в значительной степени, однако, она хорошо оправляется от поражений, о чем свидетельствует малое количество сосенок, имеющих повреждения III группы. Характер поражаемости пятилетних культур сосны из семян разных типов леса увязывается с особенностями их роста. Более сильно поражены сосенки из семян сухих боров, которые по приросту в высоту к 1955 году превзошли на 18—23% прирост сосенок из семян субори и влажных боров. Вследствие большей интенсивности прироста они имели более рыхлые клетки и ткани, почему и оказались сильнее поврежденными.

Однако и в пределах одной (по происхождению) группы культур поражаемость вертуном различна. Так сосна из семян сухого бора IV бонитета была поражена на 89,5% и имела 25% сосенок с повреждениями III группы, а сосна из семян сухого бора II бонитета была поражена на 58,9%, при 12,6% повреждений III группы. Различная степень поражаемости сосны близкого происхождения не увязывается ни с особенностями роста культур, ни с весом 1000 штук семян, из которых созданы культуры и объясняется, по-видимому, разной жизненностью сосны из сухих боров, различной ее продуктивностью, а также особенностям налета базидиоспор на различных участках.

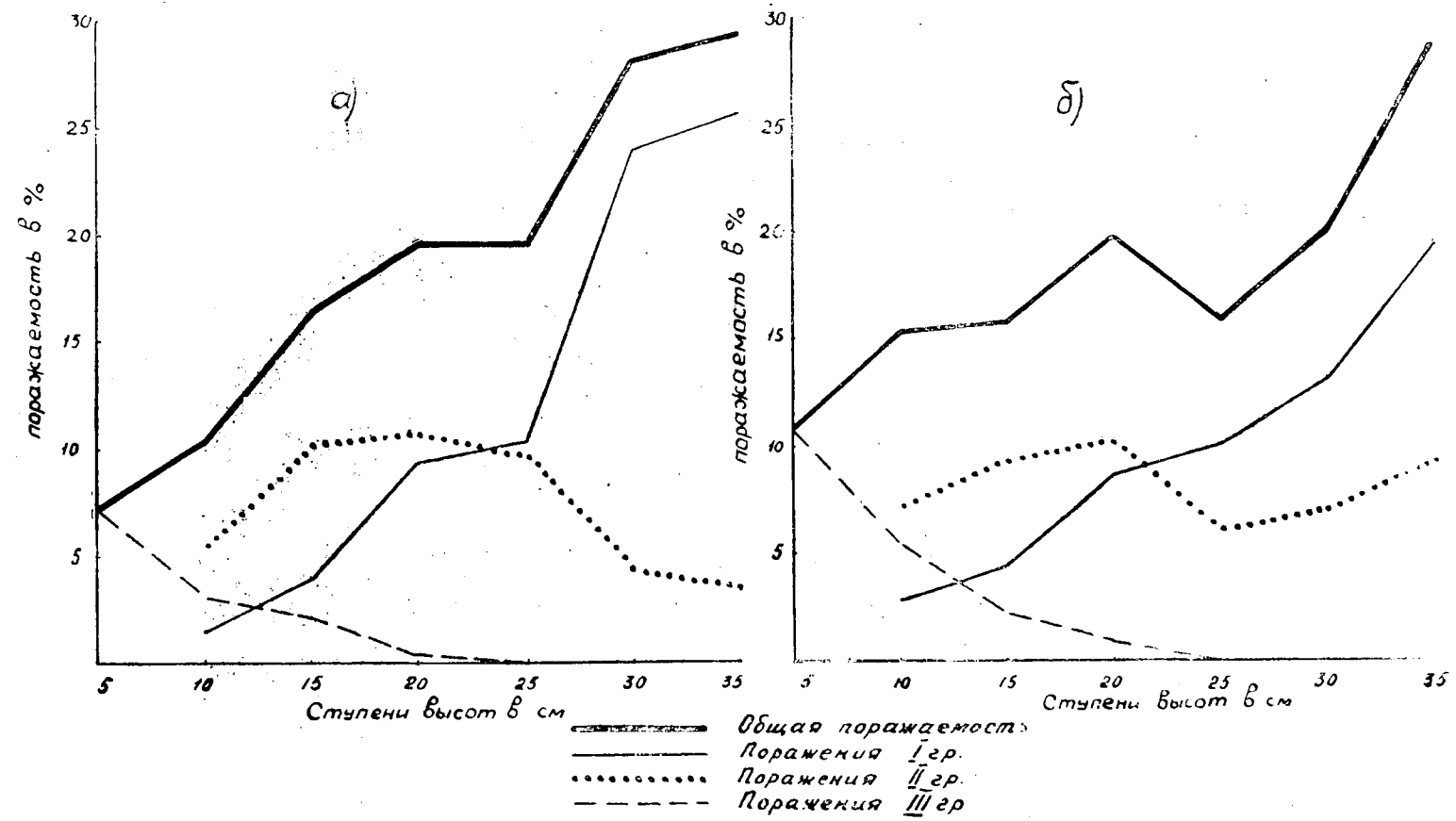


Рис. 1. Зависимость поражаемости вертуном трехлетних сосенок от их роста.
 а — культуры из семян лугового травяного бора I бонитета; б — культуры из семян сухого бора IV бонитета.

Небезынтересно знать также степень поражения сосновым вертуном в зависимости от интенсивности роста культур. На рис. 1 приводятся кривые поражаемости вертуном различающихся энергией роста трехлетних сосенок из семян сухого и низинного боров. Кривые показывают, что быстро растущие экземпляры сильнее подвержены заболеванию вертуном. Говоря же о характере поврежденности сосенок от заболевания, можно отметить, что у высокорослых сосенок больше легких повреждений I группы и отсутствуют сильные повреждения III группы.

Повреждаемость сосенок вертуном уменьшается с увеличением их высоты. Сильные быстро растущие экземпляры хотя и в большей степени поражаются вертуном, однако, они хорошо противостоят заболеванию. Благодаря большей энергии роста ранки на побегах у них быстро и хорошо зарубцовываются.

Так, все сосенки высотой 5 см имеют сильные повреждения III группы, а у сосенок высотой 25—35 см подобные повреждения отсутствуют.

Таблица 2

Поражаемость сосновым вертуном культур сосны разного (по типам леса) происхождения в условиях сухого бора.

Происхождение семян (по типу леса)	Учтено сосен, шт.	Средняя высота в см	% криво- стволь- ности и кусти- стости	Поражаемость в % (по группам)			
				общая	I	II	III
Трехлетние сосенки (1953 год)							
Сухой бор IV бонитета . .	908	27,5	44,5	37,14	11,0	22,7	3,44
Сухой бор II бонитета . .	1128	25,9	51,3	37,30	5,05	26,8	5,45
Суборь простая свежая I бонитета	905	28,2	30,9	19,32	9,55	8,84	0,93
Суборь сложная Ia бони- тета	930	27,6	39,4	28,23	5,55	18,2	4,48
Бор черничник I бони- тета	942	25,2	44,9	25,75	5,2	17,25	3,3
Низинный травяной бор I бонитета	905	28,3	41,1	24,69	8,4	15,3	0,99
Пятилетние сосенки (1955 год)							
Сухой бор IV бонитета . .	875	106,4	44,5	86,6	1,0	78,3	7,3
Сухой бор II бонитета . .	1030	100,6	51,3	78,4	3,2	61,5	13,7
Суборь простая свежая I бонитета	890	100,0	30,9	71,1	0,07	68,5	2,43
Суборь сложная Ia бони- тета	903	99,7	39,4	70,1	3,15	65,5	1,45
Бор черничник I бонитета	995	101,9	44,9	76,5	3,1	63,4	10,0
Низинный травяной бор I бонитета	890	110,2	41,1	90,6	1,0	84,5	5,1

Анализ поражаемости сосны вертуном в культурах, заложенных в условиях сухого бора (табл. 2), также показывает, что как в трехлетнем возрасте, так и в пятилетнем возрасте сосна из семян суборей более устойчива против поражений сосновым вертуном. Так, в пятилетнем возрасте поражаемость сосны из семян суборей составила 70,1—71,1%, причем сильно повреждено 1,45—2,4% сеянцев. Культуры из семян сухих боров поражены на 78,4—86,6% и имеют 7,3—13,7% сильно поврежденных сосенок, а культуры из семян влажных боров имеют пора-

женность 76,5—90,6% и 5,1—10,0% сильно поврежденных сосенок. Эти данные показывают, что и в условиях сухого бора суборевые сосенки лучше противостоят сосновому вертуну.

В культурах, заложенных в условиях влажного бора, на припойменном участке, подвергающемся периодическому затоплению, с дерново-подзолистой супесчаной глеевой почвой, в трехлетнем возрасте отмечена сильная поражаемость вертуном суборевой сосны (до 13—16%), однако, повреждаемость сосенок от заболевания здесь незначительная (0,3—0,8%).

В пятилетнем же возрасте суборевая сосна поражена вертуном вдвое меньше, чем сосна из семян сухих и влажных боров. Поврежденность суборевой сосны также меньше, чем сосны из семян сухих и влажных боров (табл. 3).

Таблица 3

Поражаемость сосновым вертуном культур сосны разного (по типам леса) происхождения в условиях влажного бора

Происхождение семян (по типу леса)	Учено сосен шт.	Средняя высота в см	% криво- стволь- ности и кустис- тости	Поражаемость в % (по группам)			
				общая	I	II	III
Трехлетние сосенки (1953 год)							
Сухой бор IV бонитета . .	959	14,7	31,8	1,24	0,83	0,41	—
Сухой бор II бонитета . .	706	14,5	31,4	2,64	1,32	1,32	—
Суборь простая свежая I бонитета	1392	18,4	38,8	13,06	1,93	10,8	0,33
Суборь сложная Ia бони- тета	1218	21,7	40,7	16,25	3,6	11,8	0,84
Бор черничник I бонитета	852	14,7	29,1	0,44	0,54	—	—
Низинный травяной бор I бонитета	606	17,05	44,8	12,0	3,0	8,34	0,66
Пятилетние сосенки (1955 год)							
Сухой бор IV бонитета . .	655	65,1	34,7	48,8	45,0*	3,8	—
Сухой бор II бонитета . .	347	61,7	45,7	15,0	14,6	0,4	—
Суборь простая свежая I бонитета	1277	80,2	30,5	24,2	22,8	1,4	—
Суборь сложная Ia бони- тета	1035	74,9	33,3	12,3	11,5	0,8	—
Бор черничник I бонитета	742	63,7	40,5	40,3	40,1	0,25	—
Низинный травяной бор I бонитета	530	73,9	39,5	50,7	48,5	2,2	—

Повреждения I и II групп.

Рассмотренные данные о поражаемости вертуном сосны разного (по типам леса) происхождения на разных участках убедительно свидетельствуют о большей иммунности против вертуна сосны из семян суборей. Очевидно, в суборевых древостоях, в составе которых нередко присутствует осина, способствующая распространению вертуна, под воздействием более сильного заражения вертуном у сосны вырабатываются в процессе эволюции формы с повышенной устойчивостью против вертуна.

Таким образом, формы сосны, мало восприимчивые к вертуну, следует отбирать в суборевых типах леса.

II. Исследование поражаемости вертуном сосны в разных условиях произрастания

П. Г. Трошаниным [11] установлено, что вертун наиболее распространен в сосняке-зеленомошнике, меньше — в черничнике и сосняке липняковом. Соответственно этому проявляется и вредоносность вертуна. На более богатых и более увлажненных почвах поражаемость культур сосны вертуном меньше. Наши наблюдения (табл. 4) вполне подтверждают выводы П. Г. Трошанина.

Таблица 4

Поражаемость вертуном сосны в разных условиях произрастания

Условия произрастания культур	Средняя высота пятилетних сосен в см	Поражаемость в % (по группам)			
		общая	I	II	III
Культура из семян субори свежей простой I бонитета					
Сухой бор	100,0	71,0	0,07	68,5	2,43
Свежая суборь	76,0	48,4	20,0	24,3	4,1
Влажный бор	80,2	24,2	22,8		1,4
Культуры из семян сухого бора IV бонитета					
Сухой бор	106,4	86,6	1,0	78,3	7,3
Свежая суборь	89,3	89,5	33,5	31,0	25,0
Влажный бор	65,1	48,8	45,0		3,8
Культуры из семян низинного травяного бора Ia бонитета					
Сухой бор	110,2	90,6	1,0	84,5	5,1
Свежая суборь	82,9	57,6	25,6	20,0	12,0
Влажный бор	73,9	50,7	48,5		2,2

Приведенные в табл. 4 данные о поражаемости и повреждаемости вертуном пятилетних культур сосны из семян свежей субори, сухого бора и низинного травяного бора, в разных условиях произрастания, согласованно показывают, что наиболее сильно культуры поражены вертуном в условиях сухого бора (70—90%), в условиях свежей субори поражаемость средняя (48—89%) и менее всего культуры поражены в условиях влажного бора, на периодически заливаемом припойменном участке (24—50%). Это объяснимо особенностями роста сосны в разных условиях. В условиях сухого бора пятилетние сосенки имеют наибольшую высоту и, следовательно, в большей степени поражены вертуном, а в условиях влажного бора сосна имеет наименьшую высоту и, таким образом, поражена вертуном значительно меньше (в 2—3 раза).

Поврежденность культур вертуном сильнее выражена в условиях свежей субори, где сосенок III группы было в 2—3 раза больше, чем в условиях сухого бора и в 4—6 раз, чем в условиях влажного бора.

Количество сосенок с искривленными побегами и кустистых в условиях сухого бора в 2,5—3 раза больше, нежели в условиях субори и влажного бора; однако, наряду с повреждением культур вертуном, искривленность и кустистость могут быть следствием других причин.

Таким образом, с улучшением почвенных условий и увлажненности почвогрунтов уменьшается поражаемость сосны вертуном; повреждаемость же сосны более сильно выражена в условиях свежих суборей.

Полученные данные позволяют поставить под сомнение выводы и рекомендации проф. М. Е. Ткаченко [10], В. П. Тимофеева и Н. П. Георгиевского [9], В. Г. Нестерова [7] о необходимости сохранения осины при рубках ухода в сухих борах и субориях. Не отрицая положительной роли осины, способствующей лучшему росту сосны, разложению опадающей хвои, росту корневой системы, мы склонны считать, что поскольку сосна в наибольшей степени поражается вертуном в сухих борах, а осина способствует распространению заболевания, необходимо удалять ее из насаждений при рубках ухода. Вырубку осины следует совмещать с приемами, способствующими полному удалению ее из насаждений, такими как кольцевание, пропитка на корне растворами CuSO_4 [6], воздействие гербицидами.

В настоящее время, в связи с работами по реконструкции малоценных осиновых насаждений, уделяется большое внимание внедрению сосны обыкновенной на супесчаных почвах, однако, на площадях с частичным сохранением осины это может привести к получению низкокачественных культур из-за поражаемости сосны вертуном. Гораздо целесообразнее производить полное удаление осины и использовать для создания лесокультур сосну из семян суборей, которая меньше поражается вертуном. Вместе с этим необходимо использовать, кроме сосны обыкновенной, и другие ее виды, более иммунные против вертуна — сосну крымскую, сосну австрийскую.

III. Поражаемость вертуном сосны в культурах, созданных посевом и посадкой

Результаты исследования пятилетних культур в условиях свежей субори, созданных посевом и посадкой представлены в табл. 5, данные которой свидетельствуют о том, что культуры, созданные посевом в условиях засушливого юго-востока в первое пятилетие отстают в росте от культур, созданных посадкой (табл. 5).

Таблица 5*

Пораженность сосновым вертуном 5-летних сосенок в культурах, созданных посевом и посадкой, в условиях свежей субори

Происхождение семян (по типам леса)	Средняя высота в см	Пораженность в % (по группам)			
		общая	I	II	III
П о с а д к и					
Сухой бор IV бонитета	89,3	89,5	33,5	31,0	25,0
Сухой бор II бонитета	89,0	58,9	13,0	33,3	12,6
Суборь простая свежая I бонитета	76,5	48,4	20,0	24,3	4,1
Суборь сложная Ia бонитета	83,5	44,7	10,9	28,5	5,3
Бор черничник I бонитета	80,6	65,2	36,6	18,6	10,0
Низинный травяной бор I бонитета	82,9	57,0	25,6	20,0	12,0
П о с е в ы					
Сухой бор IV бонитета	60,0	4,6	1,7	1,6	1,3
Сухой бор II бонитета	54,3	10,6	2,2	6,3	2,1
Суборь простая свежая I бонитета	59,0	36,2	12,7	10,7	12,8
Суборь сложная Ia бонитета	62,0	12,1	3,7	5,1	3,3
Бор черничник I бонитета	62,0	17,0	4,1	3,5	9,4
Низинный травяной бор I бонитета	65,8	32,2	10,0	9,1	13,1

Поражаемость же сосны вертуном в культурах, созданных посевом, значительно меньше, чем в культурах, созданных посадкой.

Так, если посевные культуры поражены вертуном на 4,6—36,2%, то созданные посадкой — на 48,4—89,5%. Не вдаваясь в подробный анализ, следует заметить, что вывод о меньшей поражаемости сосны в посевных культурах справедлив для сосенок разного (по типам леса) происхождения.

Поврежденность культур, судя по количеству сосенок с повреждениями II и III группы, значительно сильнее выражена в культурах, созданных посадкой. Несколько более повышенная пораженность и повреждаемость сосенок из семян субори простой, свежей и низинного травяного бора, в сравнении с сосенками из других типов леса, в посевных культурах связана с особенностями распространения осины на участке. В местах, где встречается осина, пораженность сосны вертуном больше.

Таким образом, агротехника создания культур сосны оказывает существенное влияние на поражаемость ее вертуном, однако практически не следует рекомендовать производство посевных культур сосны в условиях засушливого юго-востока ввиду неблагонадежности посевов.

В Воронежской области посевные культуры удаются лишь в отдельные благоприятные годы. Решая задачу повышения устойчивости сосны к вертуну, следует идти по пути отбора иммунных форм.

ВЫВОДЫ

1. Сосна разного (по типам леса) происхождения обнаруживает различную устойчивость против заболевания сосновым вертуном. Однако, форм сосны, абсолютно иммунных к сосновому вертуну, не выявлено.

2. Менее восприимчива к сосновому вертуну сосна из семян свежих суборей. Вероятно, в условиях суборевых типов леса, сложных по составу, с участием пород, способствующих распространению вертуна, под влиянием большей зараженности, формируются культуры более иммунные к сосновому вертуну. Суборевая сосна, благодаря большой энергии роста и более высокой жизнеспособности, успешнее противостоит заболеванию и меньше повреждается.

3. Сосенки разной силы роста по-разному противостоят вертуну. Поражаемость их вертуном находится в прямой зависимости от высоты, а повреждаемость в обратной. Рослые сосенки лучше оправляются от поражения вертуном, нежели отстающие в росте.

4. Поражаемость культур сосны вертуном связана с условиями произрастания. С улучшением условий произрастания уменьшается поражаемость сосны вертуном.

Наиболее сильно поражается вертуном сосна в условиях произрастания сухих боров. Это обстоятельство говорит за то, что рекомендации о сохранении осины в сухих борах вряд ли приемлемы, поскольку присутствие ее способствует большему распространению вертуна.

5. Повреждаемость культур вертуном в большей степени проявляется в условиях свежих суборей. Однако здесь сосна из семян суборей поражена меньше, чем сосна из семян сухих боров. Задачу повышения иммунности сосны к вертуну в суборах следует решать путем отбора семян по типам леса.

6. Культуры сосны, созданные посевом и посадкой, по-разному противостоят вертуну. Так как рост в высоту посевных культур в первые пять лет замедлен, то они меньше поражаются вертуном, чем культуры, созданные посадкой.

В целях создания биологически устойчивых высококачественных насаждений сосны следует применять отбор форм сосны, отличающихся малой восприимчивостью к поражению вертуном. Для этого следует использовать семена сосны из свежих суборей островных боров лесостепи. Улучшение качества культур сосны в условиях сухих боров и суборей может быть достигнуто также за счет полного удаления осины из насаждений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. И. Ванин. Лесная фитопатология. Гослесбумиздат, 1956. [2]. В. П. Гавриль. Селекционный отбор иммунных форм сосны обыкновенной. «Лесное хозяйство» № 8, 1939. [3]. В. В. Гуляев. Болезни сеянцев сосны в питомниках и меры борьбы. «Труды ВНИИЛХ», вып. 9, 1939. [4]. Р. И. Дерюжкин и С. Ф. Негруцкий. Поражаемость сосновым вертуном сеянцев сосны в географических посевах. «Научные записки ВЛТИ», т. XV, Воронеж, 1956. [5]. Э. Э. Керн. К вопросу о *Саготта pinitorquum* А. Вг. «Лесной журнал», вып. 2, 1886. [6]. П. И. Молотков. Пропитка на корне осины, ольхи и березы. «Научные записки ВЛХИ», т. XIII, 1954. [7]. В. Г. Нестеров. Итоги лесокультурного дела за столетие и обоснование проекта типов лесных культур для Бузулукского бора. Сб. «Бузулукский бор», т. I, 1949. [8]. В. П. Тимофеев. Осветление и прочистки. 1946. [9]. В. П. Тимофеев и Н. П. Георгиевский. Рубки ухода, 1938. [10]. М. Е. Ткаченко. Общее лесоводство, 1952. [11]. П. Г. Трошанин. Сосновый вертун и борьба с ним. Гослесбумиздат, 1952. [12]. В. Н. Шафранская. Сосновый вертун в питомниках и борьба с ним. Гослесбумиздат, 1951. [3]. А. А. Ячевский. Основы микологии, 1933.

Поступила в редакцию
13 января 1958 г.

ИНТЕНСИВНОСТЬ ВЫЖИМАНИЯ ВСХОДОВ И ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ НА НЕЕ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

Ф. Б. ОРЛОВ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Выжимание всходов лесных культур морозом наносит значительный ущерб лесному хозяйству Севера. По сообщению доктора сельскохозяйственных наук С. В. Алексеева в квартале 25 Северной лесной опытной станции (ст. Обозерская Северной ж. д.) на свежих супесях с довольно хорошим дренажем за первые два года погибло от выжимания на посадках 17,6% сеянцев, а на посевах — 43,6% всходов. По его же утверждению на почвах более тяжелых или с более слабым дренажем выжимание должно действовать еще сильнее [2].

В учебно-опытном лесхозе Архангельского лесотехнического института (ст. Емца Северной ж. д.) гибель однолетних и двухлетних сеянцев в культурах сосны от выжимания на отдельных участках достигла 50%, а в культурах ели — 80%.

Нашими наблюдениями в квартале 17 Шахтопоченгской дачи Тотемского лесхоза Вологодской области в 1940 году установлено, что в культурах сосны, заложенных посевом в обработанные полосы на гумусированных средних суглинках, во время осенних заморозков было выжато около 70% однолетних всходов; у половины из них корневая система полностью или в значительной степени потеряла связь с почвой, что впоследствии привело их к гибели. 30% всходов были выжаты незначительно: в следующем году они окрепли и развивались нормально.

В лесоводственной литературе подобные примеры (по другим районам) приводились и ранее. Однако до настоящего времени остается почти неизученной природа выжимания, слабо освещено влияние различных факторов на интенсивность этого процесса, не разработаны и эффективные методы борьбы с выжиманием.

Настоящая статья имеет целью осветить некоторые стороны вопроса о выжимании всходов лесных культур.

Как известно, при учете выжимания всходов принималась во внимание только количественная оценка, чаще всего выражаемая в процентах к общему числу всходов на гектар. Качественная сторона, — интенсивность выжимания, — при обследовании культур, как правило, не учитывалась. Вполне очевидно, что в зависимости от интенсивности

выжимания приемы ухода за выжатыми всходами должны быть различными. Если слегка приподнятые всходы можно оставить без ухода и ограничиться легкой оправкой, то более выжатые требуют окучивания и оправки, а для сильно выжатых всходов и эти приемы вряд ли дадут положительный эффект.

В связи с этим необходима дальнейшая разработка вопросов, связанных с выжиманием, и, в частности, желательно четко сформулировать понятие интенсивности выжимания.

Интенсивность выжимания мы представили шкалой, разбитой на пять степеней: невыжатые всходы (0); слабо выжатые (1); средне выжатые (2); сильно выжатые (3) и полностью выжатые (4) (табл. 1). Разработанная нами шкала интенсивности выжимания в опытных целях использовалась кафедрой лесных культур АЛТИ*.

Таблица 1

Шкала интенсивности выжимания всходов морозом

Показатель выжимания	Степень выжимания	Характеристика степени выжимания
0	Всходы не выжаты	
1	Слабое выжимание всходов	Корневая шейка приподнята на 0,5—1,5 см над поверхностью почвы. Всходы с несколько ослабленным ростом (рис. 1,а)
2	Среднее выжимание всходов	Корневая система до половины выжата из почвы. Всходы несколько наклонены, но не ложатся на поверхность почвы. Многие из них продолжают жить даже в летний период (рис. 1,б)
3	Сильное выжимание всходов	Большая часть корней выжата из почвы. Всходы (как усохшие, так и живые) лежат на поверхности почвы (рис. 1,в)
4	Полное выжимание всходов	Корни потеряли связь с почвой. Всходы лежат на поверхности почвы (рис. 1,г)

Используя приведенную шкалу при изучении выжимания культур в квартале 21 учебно-опытного лесхоза АЛТИ весной 1957 года, мы пришли к результатам, представленным в табл. 2.

Посевы были произведены на старой вырубке весной 1955 года. Почвы свежие среднеподзолистые суглинки. В площадку $0,5 \times 0,5$ м высевалось 60 семян. Всего учтено 350 площадок**.

* Следует сказать, что для производственных целей шкалу интенсивности целесообразно разбить на три степени:

0 — невыжатые всходы;

1 — полувыжатые всходы (объединены слабая и средняя степени шкалы интенсивности, приводимой в табл. 1;

3 — сильно выжатые (объединены сильно и полностью выжатые всходы).

** В работе принимали участие научные сотрудники кафедры лесных культур АЛТИ В. П. Тарабрин и П. Ф. Совершаев, старшая лаборантка М. С. Трясова и студентка З. И. Лапина.

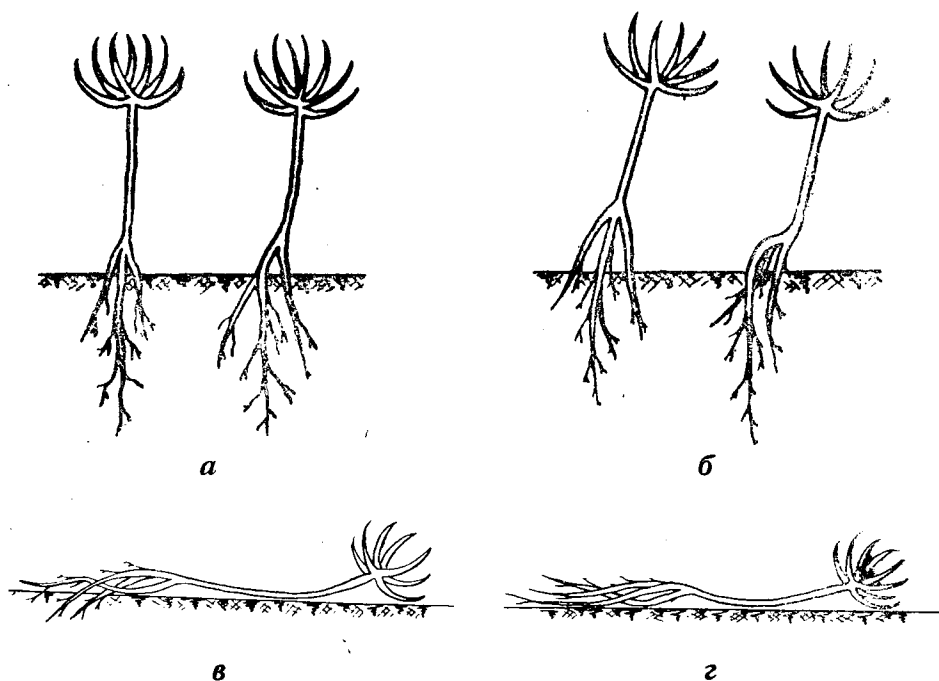


Рис. 1.

Приведенная ниже таблица показывает, что количество выжатых всходов у отдельных пород может достигать 100%. Однако интенсивность их выжимания не одинакова.

Таблица 2

Интенсивность выжимания семян морозом

Название культуры	Степень выжимания всходов в %					Количество всходов в персчете на га
	невьжатые	слабо выжатые	средне выжатые	сильно выжатые	полностью выжатые	
Ель	1,1	35,1	30,5	28,4	4,9	25 750
Сосна	—	9,5	80,0	10,2	0,3	78 340
Лиственница Сукачева	1,1	43,0	33,1	19,3	3,6	22 000

Значительная часть выжатых семян находится в стадии последних двух степеней шкалы выжимания — (3) и (4). Эта группа выжатых всходов при наступлении сухой и ветренной погоды неизбежно погибает.

Большой процент выжатых семян падает на среднюю степень выжимания — (2). По нашим наблюдениям некоторая часть из этой группы выжатых всходов (если они не подвергнутся повторному выжиманию) может оправиться и без вмешательства человека. Приживаемость возрастает при дождливой и пасмурной погоде в течение вегетационного периода (так было, например, в 1956 году).

Однако указанные наблюдения следует продолжить, проводя специально поставленные опыты.



Рис. 2. Сеянцы, оправившиеся после выжимания морозом.

На рис. 2. показаны трехлетние сосенки, пережившие выжимание средней степени и позднее окрепшие. Следы выжимания остались в виде искривления около шейки корня.

Легкая оправка и окучивание должны повысить приживаемость этой группы всходов, которые находятся во второй степени выжимания.

Значительный процент составляет и группа молодняка со слабой степенью выжимания — (1). Будучи слегка приподняты при выжимании (на 0,5—1,5 см), эти всходы при наступлении благоприятных условий смогут быстро оправиться и на дальнейшем их развитии выжимание заметно не отразится. Однако при последующих весенних и осенних

заморозках на второй и даже третий год жизни молодняк может подвергнуться дальнейшему выжиманию и перейти в следующие степени (это подтверждено сравнением числа выжатых всходов весной 1956 и 1957 гг.).

Дальнейшему выжиманию могут подвергнуться и остальные группы выжатых всходов.

К числу факторов, оказывающих существенное влияние на интенсивность выжимания всходов, следует отнести особенности культивируемой породы, механический состав и влажность почв, живой напочвенный покров, способы обработки почв, виды уходов за культурами и др.

По нашим наблюдениям на среднесуглинистых почвах в квартале 19 учебно-опытного лесхоза АЛТИ число однолетних всходов ели с сильной степенью выжимания достигало 60%, в то время как на легких супесях в квартале 48 того же лесхоза наблюдались лишь единичные выжатые всходы и только со слабой степенью выжимания. Среднее и сильное выжимание в этих условиях не наблюдалось.

Анализируя табл. 2, можно убедиться, что из трех хвойных пород (сосна, лиственница, ель) наиболее интенсивному выжиманию подвержена ель (полностью выжатого и сильно выжатого молодняка насчитывается 33%). Достаточно успешно противостоит выжиманию лиственница Сукачева.

К этому следует добавить, что в опытных культурах кедра сибирского, заложенных одновременно и в одинаковых лесорастительных условиях с тремя указанными породами, выжимание всходов наблюдалось очень редко и было незначительным.

На выжимание существенное влияние оказывает и способ обработки почвы. Исследования С. В. Алексеева [1] и Н. Е. Декатова [3], А. В. Преображенского [5] и других показали, что в более рыхлых почвах культуры в большей мере подвержены выжиманию, чем в плотных.

Согласно нашим данным, удаление с площадок гумусового горизонта и подстилки с последующим тщательным рыхлением дна площадки увеличивало выжимание до 70—90% от всего количества всходов. На площадках, где гумусовый горизонт не удалялся, а глубина и интенсивность рыхления почвы уменьшалась, количество выжатых всходов и степень их выжимания резко уменьшились [4].

Влияние обработки почвы на интенсивность выжимания наглядно иллюстрируют результаты наблюдения, проведенного нами весной 1957 года на 225 пробных площадках учебно-опытного лесхоза АЛТИ (табл. 3).

Культуры ели заложены весной 1956 года на старой вырубке в квартале 21. Почва — свежий среднеподзолистый средний суглинок. Небольшой мощности дернина с площадок снималась. На первом участке после снятия дернины дно площадок рыхлилось на глубину 8—10 см; на втором — рыхление не проводилось. В каждую площадку, размером $0,5 \times 0,5$ м высевались и заделывались скребком 60 шт. семян ели II класса.

Таблица 3

Влияние обработки почвы на интенсивность выжимания всходов

Состояние почвы	Количество всходов в %					Количество всходов в пересчете на га	Распределение всходов по площадке в %	
	невыжатые	слабо выжатые	средне выжатые	сильно выжатые	полностью выжатые		в центре	по краям
Разрыхленная . .	1,1	35,0	30,3	28,6	5,0	26 020	12	88
Неразрыхленная .	0,8	61,0	34,9	1,0	2,3	58 775	41,2	58,8

На площадках, где почва разрыхлялась, оказалось свыше 30% полностью и сильно выжатых всходов, в то время как на площадках с неразрыхленной почвой только 3%. Невыжатых и слабо выжатых всходов на обработанных площадках — 36,2%, на необработанных — 61,8%.

Распределение всходов по самим площадкам также неодинаково. На площадках, где рыхление почвы не проводилось, всходы сравнительно равномерно распределены по всей площадке (в центре площадок 41,2%; по краям — 58,8%). Иная картина наблюдалась на участке, который разрыхлялся мотыгой (без переворачивания пластов), а затем скребком. На периферийных участках площадок, где имеется больше гумусовых частиц и почва сильнее скреплена корнями и корневищами растений; сосредоточено 88% всех всходов.

В условиях Севера площадки, заложенные под культуры на подзолистых обработанных почвах, в течение первых двух-трех лет медленно зарастают травянистой растительностью. Одновременно дно площадок в первый и, в особенности, на второй год после посевов покрываются тонким ковром мхов *Polytrichum* и *Funaria*. В первые 2—3 года мощность этого покрова не превышает 1—4 см.

Специальные наблюдения в квартале 19 учебно-опытного лесхоза АЛТИ показали, что моховой покров в значительной мере снижает интенсивность выжимания всходов, что иллюстрирует табл. 4.

Если на площадках со слабым моховым покровом (0,0—0,2) полностью и сильно выжатых двухлетних елочек в два раза больше, чем слабо выжатых и невыжатых, то на площадках с густым моховым покровом (0,7—1,0), полностью и сильно выжатого молодняка почти в два раза меньше, чем слабо выжатых и невыжатых. Это говорит о том, что при уходах за почвой необходимо учитывать положительное влияние мохового покрова в первые два-три года жизни культур.

Таблица 4

Влияние Polytrichum на выжимание двухлетних культур ели

Степень покрытия почв мхом (в десятых долях)	Количе- ство учетных площадок (n)	Количество всходов в %					Количество всходов в пересчете на га
		невыжа- тые	слабо выжатые	средне выжатые	сильно выжатые	полно- стью вы- жатые	
0—0,2	18	1,4	17,8	39,7	30,1	11,0	18 250
0,3—0,6	82	1,0	30,6	26,6	34,7	7,1	24 500
0,7—1,0	32	2,2	39,6	35,1	20,1	3,0	33 500
Среднее		1,6	31,5	33,5	27,2	6,2	76 250

Примечания: 1. Посев произведен весной 1955 года на старой вырубке. Почва — свежий среднеподзолистый средний суглинок. 2. Учет производился весной 1957 года. 3. Травянистая растительность на площадках почти отсутствует.

Не располагая достаточным материалом, в настоящей статье мы не рассматриваем способов борьбы с явлением выжимания морозом. Этому важнейшему лесоводственному вопросу должны быть посвящены специальные работы.

В заключение необходимо лишь отметить, что объем посевов и посадок леса на Севере неуклонно возрастает. Между тем недооценка последствий выжимания морозом приводит к снижению качества культур, а иногда и к гибели их. Необходимо поставить специальные опыты по изучению различных факторов на выжимание всходов (способы обработки почв, густота посевов, глубина заделки семян, влияние погоды, качества почв, напочвенного покрова и др.).

Всестороннее изучение этих вопросов позволит разработать эффективные меры борьбы с выжиманием.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. В. Алексеев. К вопросу о плодоношении и искусственном возобновлении лесов Севера. Архангельск, 1932. [2]. С. В. Алексеев. К проблеме лесных культур в условиях Севера, Сборник статей «Некоторые вопросы ведения лесного хозяйства на Севере», Архангельск, 1953. [3]. Н. Е. Декатов. Простейшие мероприятия по возобновлению леса при концентрированных рубках. Л., 1936. [4]. Ф. Б. Орлов. Особенности ухода за лесными культурами на Севере. «Лесное хозяйство» № 5, 1957. [5]. А. В. Преображенский. Вековой опыт ведения хозяйства в Лисинском и Охтенском лесхозах. Гослесбуиздат, 1953.

Поступила в редакцию
13 февраля 1958 г.

БАМБУК НА САХАЛИНЕ

А. Н. ЛАШКОВ

Мл. научный сотрудник

(Сахалинская лесная опытная станция)

Значительная часть горных склонов Южного Сахалина сейчас занята зарослями различных видов курильского бамбука, способного хорошо развиваться в условиях мягкой и многоснежной зимы в зоне своего естественного распространения. На обезлесенных в результате вырубki площадях это создает ряд трудностей для естественного лесовозобновления на занятых бамбуком площадях, а подготовка почвы под лесные или сельскохозяйственные культуры весьма трудоемка. Следует также иметь в виду, что в сухое время года в зарослях бамбука легко возникают пожары.

Естественно, что изучение биологии этого своеобразного южного растения представляет определенный интерес, ибо знание свойств бамбука поможет найти правильные пути его использования и освоения площадей, занятых бамбуковыми зарослями.

Некоторые свойства бамбука, позволяющие найти эти пути, сейчас известны.

Курильский бамбук является многолетним корневищным злаком, растущим колониями с общими семенными центрами и разновозрастным стеблестоем: возраст побегов и стеблей может быть от нескольких дней до 8—10 лет.

В благоприятных условиях высота стеблей на Сахалине достигает 2—3,5 м, а на Курилах (о. Кунашири и Итуруп) 4—5 м при числе стеблей до 200 шт. на 1 м².

Побеги появляются с ранней весны по ноябрь включительно, опадение листьев продолжается в течение всего вегетационного периода.

У бамбуков, растущих в южных широтах, массовое цветение и плодоношение есть предвестник скорой гибели заросли. На Сахалине это свойство бамбука менее заметно, однако, обильное плодоношение ослабляет его, и в это время заросль легче подавить или уничтожить.

Обычно плодоносят заросли на склонах северных экспозиций, то есть там, где условия для этого южного растения хуже и семенной путь усиливает способность бамбука к расселению. Однако, основной путь размножения его на Сахалине — вегетативный, через развитие стеблей из почек на разрастающихся корневищах, которые образуют в почве до глубины 20 см густую сеть. Наибольшая и самая активная часть

корневищ сосредоточена в слое почвы от 1 до 10—12 см. Общая длина корневищ в почве объемом $1 \times 1 \times 0,2$ м достигает 80—85 м. Корневища содержат до 2000—2500 узлов, в которых закладываются почки, могут дать новые стебли.

При хорошем рыхлении, когда корневища разрезаются на куски длиной до 10—12 см, часть корней с узлами отрывается и большинство спящих почек погибает. Обработка почвы в период заморозков еще больше ослабляет заросль.

Корни бамбука проникают в почву на глубину более метра, но главная масса их сосредоточена в слое до 30 см. Вместе с корневищами корни образуют чрезвычайно густую сеть, которая прочно удерживает частицы почвы. Смыву препятствует и подстилка из опада бамбука.

Это свойство бамбука используется в Южной Европе, Северной Африке и других местах для борьбы с эрозией почв на горных склонах.

Указанная положительная роль зарослей бамбука подтверждается и нами для условий Сахалина и Курил, поэтому нет смысла ставить вопрос об уничтожении зарослей на склонах со значительной крутизной — целесообразно вести частичную обработку почвы под лесные культуры или создавать на склонах средней крутизны пастбища и лулукатурные луга.

В Японии, в частности на о. Хоккайдо, различные виды курильского бамбука используются довольно разнообразно: из зерен пекут хлеб, весенние толстые побеги пригодны для употребления в пищу, стебли и листья применяют для забутовки в шахтах, для изготовления лыжных палок, мебели, оконных и дверных переплетов, циновок, матов, веревок, компоста и т. д.

Там на стебли бамбука разработаны стандарты и заготовка стеблей на продажу имеет массовый характер.

Молодые листья и побеги бамбука превосходят по питательности дикорастущие травы, леспедецу двухцветную и даже тимофеевку. Это дает возможность создавать на ровных местах оригинальные пастбища для выпаса скота.

Природные условия Сахалина и меньшая развитость стеблей сужают возможность использования бамбука.

Однако бамбук с успехом может быть использован, например, для изготовления щитов при строительстве домов, обручей для боченков, плетеных изделий и др. Зерна бамбука пригодны для скармливания домашней птице.

Накапливается массовый опыт и в отношении перевода за 1,5—2 года бамбуковых зарослей в пастбища и луга без вспашки, при этом применяют выжигание или выкос с подсевом трав. Если это делать после обильного плодоношения бамбука, успех бывает большим.

Описанный прием основан в значительной степени на использовании межвидовой борьбы бамбука и некоторых трав, что отмечено и в наших работах.

При интенсивной подготовке почвы под садово-огородные культуры (Холмский район) после срезки стеблей бамбука пласты дерна толщиной в 12—15 см переворачивают, подвергая высушиванию и подмораживанию. На следующий год корневища легко удаляются, и участок можно считать готовым для посадки сельскохозяйственных культур.

В случае сплошной вспашки необходимым условием является срезание стеблей или раздробление их на куски, после чего надо глубоким дискованием вдоль и поперек участка так разрезать дернину до глубины не менее 12—15 см (не считая мощности бамбуковой подстилки), чтобы куски корневищ имели длину не более 12—15 см. Это позволит

вести затем собственно вспашку без образования груд из корневищ и стеблей, забивающих плуги.

Однако этот прием далеко не везде применим по условиям рельефа.

Если после срезки стеблей бамбука произвести подсев трав, то площадь может быть использована как полукультурный луг или пастбище (после достаточного развития культурных трав). Межвидовая борьба будет постоянно ослаблять позиции бамбука, а наличие молодых побегов его само по себе не является отрицательным моментом, так как питательность их достаточно высока. Если через несколько лет подходящие участки потребуется перевести в пахотные или в настоящие культурные луга, то вспашка не вызовет больших затруднений, так как значительная часть корневищ к этому времени ослабнет, а часть отомрет.

Естественно, что все участки требуют очистки от хлама, пней и кустарников.

Указанные выше возможные приемы выбраны на основе учета биологии бамбука, работ в области лесного хозяйства и опыта местного населения.

При разведении лесных культур в зарослях бамбука лесное хозяйство сталкивается с трудностями технического и экономического порядка: применение самоходной техники для сплошной или полосовой вспашки весьма ограничено, так как чаще всего участки имеют уклоны, препятствующие применению существующих технических средств. С другой стороны по экономическим причинам не эффективно использование для этих целей рабочих рук и примитивных орудий труда.

Автором даны предложения по конструированию мобильного мотofрезера для частичной обработки почвы и ухода за насаждениями на горных склонах. Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства начинает разработку этих предложений. После создания мотofрезера и государственных испытаний его на Сахалине лесное хозяйство области получит действенное орудие по механизации работ на горных склонах.

Следует обратить внимание на то обстоятельство, что при частичной обработке почвы от гниения массы опада и корневищно-корневой системы бамбука образуется органическое удобрение, способное улучшить рост семян. На 1 м² образуется от 7 до 10 кг гумуса.

Наконец, выявлено, что молодые побеги бамбука подвержены заболеваниям от воздействия ряда паразитических несовершенных грибов. Имеется возможность намеренным заражением почвы на площадях молодых культур обусловить вымирание появляющихся побегов бамбука. Окончательно проблема освоения площадей, занятых зарослями бамбука, будет решена путем использования химических средств борьбы с нежелательной растительностью, так, например, бертолетова соль и др., подавляя побеги бамбука, не действуют губительным образом на семена древесных пород.

Необходимо остановиться на важном вопросе о роли света в развитии бамбука и его молодых культур.

Редкие или плохо сомкнувшиеся лесные культуры пропускают к листьям бамбука достаточно света и одновременно накапливают мощный снеговой покров, что обуславливает более интенсивное развитие бамбука по сравнению с бамбуком, растущим в прочих равных условиях, но на открытых местах: по высоте в 2—4 раза, по весу в 5—7 раз, по листовой поверхности в 2—5 раз. Межвидовая борьба усиливается и лесные культуры слабеют.

Однако если сомкнутость культур значительна, то при правильном

уходе и при условии сохранения высокой степени сомкнутости культур к 20—25 годам наступает ослабление заросли бамбука и отмирание значительной ее части. Это происходит в силу химического воздействия продуктов разложения хвойного опада при недостатке света в течение ряда лет. Исследование этих процессов позволит выбрать рациональные типы культур, способных побеждать бамбук в межвидовой борьбе заросли, и, таким образом, обосновать еще один эффективный прием освоения площадей, занятых бамбуковыми зарослями.

В заключение следует заметить, что проблема эксплуатации зарослей курильского бамбука для целлюлозно-бумажной промышленности в условиях Сахалина до настоящего времени представляется малоперспективной ввиду того что, во-первых, для полного отрастания он требует до трех и более лет, во-вторых, в условиях горных склонов затруднено применение косилок и, наконец, высока стоимость подготовки подъездных путей. Однако не следует забывать, что целлюлозное производство может использовать до 31% от сухого веса стеблей бамбука и что на наиболее доступных для эксплуатации участках Сахалина стеблестой бамбука при высоте 0,75—2,0 м и нормальной густоте имеет массу 20—40 тонн с 1 га.

Как видим, оригинальное растение Сахалинской области — курильский бамбук является и вредным и полезным. Во всяком случае, его отрицательные свойства можно преодолеть на основе знания биологии, применяя соответствующие приемы борьбы, а положительные надо научиться использовать в полной мере.

Поступила в редакцию
7 декабря 1957 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

ВЛИЯНИЕ ПОЛИВКИ ЛЕДЯНЫХ ДОРОГ
НА СОПРОТИВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЮ

М. М. КОРУНОВ

Доцент

(Уральский лесотехнический институт)

Поливка ледяных дорог является одним из основных методов их содержания, обеспечивающих хорошее качество пути и значительно повышающих производительность перевозок.

На нескольких объектах нами было изучено влияние поливки ледяной колеи на величину основного сопротивления движению — w .

На рис. 1 представлены графики изменения удельного сопротивления движению и температуры воздуха за период с 13 по 27 января с указанием моментов поливки двухколейной ледяной дороги. Из рис. 1 видно, что поливка, произведенная в ночь на 14 января, снизила сопротивление движению с 31 до 17 $\text{кг}/\text{т}$, несмотря на происшедшее в эту ночь понижение температуры воздуха с -12° до -20° С. Следующая поливка проводилась в ночь на 17 января. Это снизило w от 22 до 13 $\text{кг}/\text{т}$, несмотря на то, что также произошло понижение температуры с -4° до -10° С. Далее, с 17 января поливки не было до 7 февраля. За этот

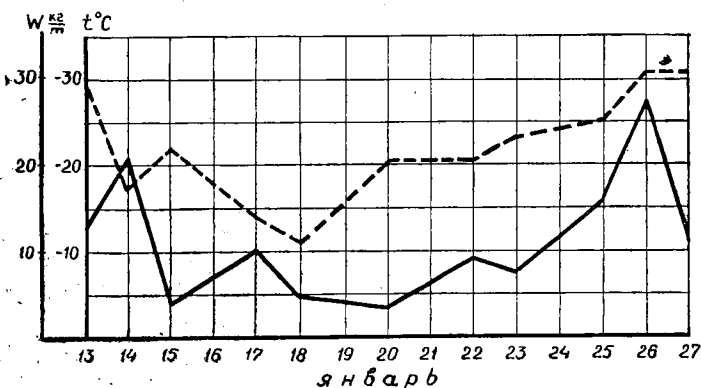


Рис. 1.

— сопротивление движению — $w \frac{\text{кг}}{\text{т}}$
 - - - температура воздуха — $t^\circ\text{C}$.

Поливки производились в ночь на 10, 14 и 18 января.

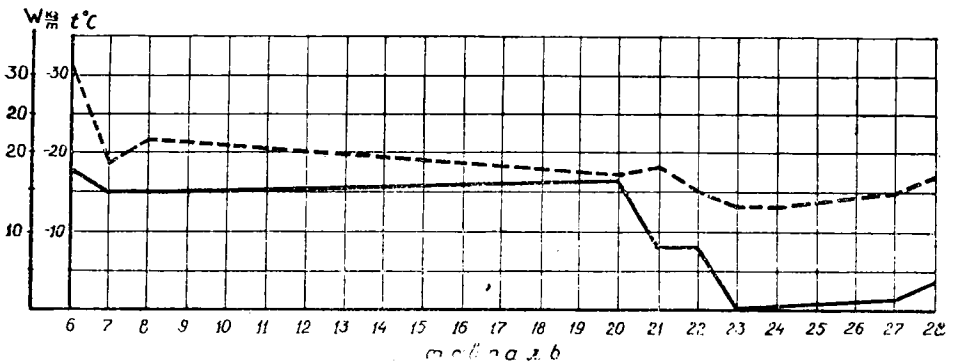


Рис. 2.

— сопротивление движению — $w \frac{кг}{т}$
 - - - температура воздуха — $t^{\circ}C$.

Поливки производились в ночь на 7, 20, 22, 24 и 27 февраля.

период сопротивление движению возросло с 13 до 30 $кг/т$, то есть в 2,5 раза, даже несмотря на тщательную очистку колеи. С 26 января по 6 февраля удельное сопротивление оставалось в пределах 26—32 $кг/т$.

На рис. 2 представлено изменение сопротивления движению в феврале, причем более интенсивные поливки были во второй половине месяца. Поливка в ночь на 7 февраля обусловила снижение w с 31 до 18 $кг/т$, а поливка в ночь на 20 февраля — с 22 до 17 $кг/т$.

Сравнительно небольшое уменьшение w произошло при поливке в ночь на 22 февраля (с 18 до 15 $кг/т$); мало или совершенно не улучшили качество пути поливки, произведенные в ночь на 24 и 27 февраля. Следует отметить, что средняя интенсивность движения по дороге была 80 саней в смену. Среднее удельное давление полюзьев саней на ледяную колею q составляло 1,5 $кг/см^2$.

Наблюдения были проведены и на одноколейной дороге при более высоких значениях удельного давления на колею. Результаты наблюдений представлены в табл. 1.

Таблица 1

Дата наблюдений	Дата поливки (в ночь на)	Температура воздуха в $^{\circ}C$	$q \frac{кг}{см^2}$	$w \frac{кг}{т}$	Качество пути
26/II	24/II	— 5,2	5,3	7,5	Колея чистая
27/II	27/II	— 8,5	4,7	7,4	На колее тонкий слой снега
28/II	"	— 15,0	5,0	10,8	Колея, очищенные от снега
1/III	"	— 7,5	5,5	8,7	"
4/III	"	— 4,5	4,5	9,0	"
5/III	"	— 0,5	4,0	10,0	Колея не очищена от снега
6/III	"	— 1,5	5,4	8,0	Колея не очищена, снегопад
7/III	"	— 13,0	4,4	9,7	"
9/III	"	— 8,5	6,0	7,5	Колея очищена от снега

Если не принимать во внимание дни, когда температура воздуха была -13° и -15° С, то за период с 26 февраля по 9 марта при температуре воздуха от $-0,5^{\circ}$ до $-8,5^{\circ}$ С средневзвешенное сопротивление движению составляло $8,9$ кг/т. Поливка, произведенная 27 февраля, незначительно уменьшив сопротивление движению, задержала его рост (следует помнить, что температура воздуха несколько снизилась). Отсутствие поливки в течение десяти дней привело к возрастанию среднего значения основного сопротивления движению с $7,4$ до $8,9$ кг/т, то есть на 23%. Интенсивность движения по дороге была слабая. В практике при температуре воздуха от -5° до -10° С дороги поливаются редко, так как сопротивление движению при таких температурах сравнительно невелико, и производительность перевозок достаточно высока. Данные исследований, проведенных в производственных условиях, сопоставлялись с результатами аналогичных испытаний, сделанных нами на спортивном катке.

В табл. 2 даны средние значения ω по результатам трех измерений при $q = 4-5$ кг/см² и скорости движения $0,9-1$ м/сек.

Таблица 2

Дата наблюдений	Поливки	Температура воздуха в °С	Среднее значение основного сопротивления в кг/т	
			для саней с плоским подрезом	для саней с сегментным подрезом
28/ II	28/ II	- 5	5,6	5,6
3/ III		- 3	6,4	6,6
8/ III	8/ III	-15	10,8	8,2
10/ III		-12	13,7	11,0
3/ II	3/ II	-24	15,0	12,3
4/ II		-22	20,0	16,1

Из таблицы видно, что отсутствие поливки в течение одних суток при температуре воздуха -22° С увеличивало сопротивление движению на 5 кг/т (31—33%). Отсутствие поливки в течение двух суток при температуре от -12° до -15° С также увеличило сопротивление движению на $2,9$ кг/т (25—34%). При температуре воздуха от -3° до -5° С влияние поливки оказалось менее заметным; поверхность катка оставалась достаточно хорошей.

При низкой температуре воздуха поливка нередко оказывает и отрицательное влияние на качество пути. Об этом свидетельствуют данные табл. 3, которые получены в результате измерений ω после поливки, произведенной в ночь на 6 февраля. Увеличение сопротивления объясняется тем, что после поливки ледяная поверхность стала шероховатой и сгладилась только в ночь на 8 февраля после новой поливки катка; величина ω после этого снизилась на 45%.

Таблица 3

Дата наблюдений	Температура в °С	ω кг/т
5/ II	-23	22
6/ II	-18	25
7/ II	-20	26
8/ II	-15	14,5

Однако нельзя полностью отождествлять влияние поливок на сопротивление движению льда катка и льда колеиной дороги, ибо на катке имеет место «резание» льда, а на колеиной дороге, в особенности при поездной вывозке, происходит образование катка.

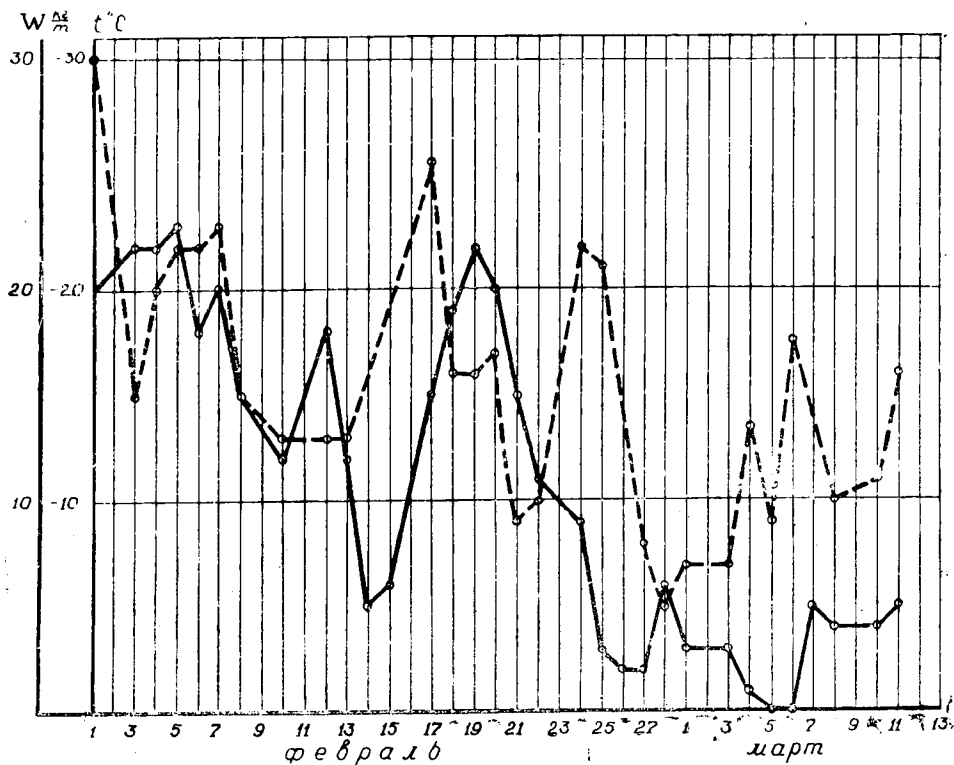


Рис. 3.

— сопротивление движению — $\omega \frac{\text{кг}}{\text{м}}$
 - - - температура воздуха — $t^{\circ}\text{C}$.

Поливка производилась в феврале: утром 3, 12, 21, 27 и 28;
 вечером 5, 6, 15, 18 и 25.
 в марте утром 5 и 7.

Рассмотрев график на рис. 3, можно сделать бесспорное заключение о том, что поливка влияет на изменение сопротивления движению гораздо эффективнее, чем изменения температуры воздуха.

Вечерние поливки отражались на результатах наблюдения следующего дня, утренние — на результатах того же дня. Так, например, утренняя поливка 3 февраля снизила ω с 30 до 12,5 кг/м, то есть больше чем в два раза (до этого каток не подивался в течение четырех дней).

Утренняя поливка 12 февраля и вечерняя 18 февраля задержали рост ω , несмотря на понижение температуры воздуха. Вечерние поливки 7, 15, 25 и утренние 21, 27, 28 февраля, а также 5 и 7 марта привели к значительному уменьшению сопротивления движению. Особо следует отметить вечернюю поливку 5 февраля, когда с повышением температуры с -23° до -18°C сопротивление возросло, что было связано с образованием на ледяной поверхности изморози. Отсутствие поливки в течение одного и тем более двух-трех дней приводило к резкому увеличению ω . Например, из-за отсутствия поливки с 1 по 4 марта ω увеличилось в 4,4 раза (с 5 кг/м до 22 кг/м).

Повышение ω при повышении температуры воздуха, происшедшее с 22 по 24 февраля, объясняется тем, что в это время на поверхности

катка оставался тонкий слой выпавшего снега. После поливок 25 и 27 февраля ω значительно уменьшилось. Начиная с момента первой оттепели (12 марта), при отсутствии поливок ω не было ниже 20 кг/т.

Нами проводились также наблюдения за состоянием поверхности льда (табл. 4).

Таблица 4

Дата наблюдений	Температура воздуха в °С	Среднее ω кг/т	%	Состояние льда
28/II и 7/III	-5,5	6,2	100,0	Чистая, зеркально блестящая поверхность. Испытания проводились через 3—7 час. после поливки катка
21/III и 8/II 3/III	-15 -22	9,6 13,4	154,8 214,4	Лед не изрезан, но местами покрыт слоем снега в 1—2 мм
9/IV и 12/IV	-1	14,8	238,7	После таяния и замерзания поверхность катка получилась ровной, гладкой, но не блестящей
31/III и 8/IV	-2,5	20,7	333,9	Каток с 14/III не поливался. Поверхность катка менялась под влиянием изменений температуры и снегопада. Снег перед испытанием тщательно убирался

Средние значения основного сопротивления движению, приводимые в табл. 4, определялись в теплую погоду при удельных давлениях 2—8 кг/см², а для дней наблюдений, когда температура воздуха была от -15° до -22° С — при удельных давлениях от 2 до 6 кг/см², так как при давлении свыше 6 кг/см² наблюдалось увеличение сопротивления движению в связи с «резанием» льда. Температура воздуха взята средняя за соответствующий период непосредственных испытаний.

В первых трех случаях наблюдений поверхность катка была почти одинаковой по своему качеству; относительное изменение основного сопротивления (100, 154,8 и 214,4%) в этих наблюдениях связано с изменением температуры воздуха.

Совершенно иная картина наблюдалась в периоды со средними температурами -1° и -2,5° С. Несмотря на благоприятную погоду, сопротивление движению с момента последней поливки к 31 марта увеличилось в три с лишним раза.

В те дни наблюдений, когда поверхность катка была гладкой, чистой, ровной, что обуславливалось последовательным таянием и замерзанием, — сопротивление движению при средней температуре -21° С было в два с лишним раза выше, чем при температуре -22° С. Объяснение этого интересного явления следует искать не только в особенностях физико-механических свойств льда, связанных с ежесуточным таянием и замерзанием поверхности, а, главным образом, во влиянии на сопротивление водяного слоя, который был на поверхности льда. Среднесуточные колебания температуры воздуха за период 8—12 апреля были от -0,3° до -3,4° С, максимальная температура колебалась от -0,9° до -3,5° С; минимальная — от -2,7° до -9° С.

Можно было бы привести много примеров, подтверждающих влияние систематической поливки ледяных дорог на уменьшение сопротив-

ления движению. К сожалению, в практике эксплуатации ледяных дорог нередко бывает, что поливка делается не один раз в 2—3 дня, а один-два раза в месяц. Понятно, что в таких случаях мнимая экономия на расходах по поливке дорог в несколько раз перекрывается убытками на более повышенном расходе топлива и уменьшенной производительности перевозок.

Произведенными испытаниями выявлено, что:

а) систематическая поливка дорог, как правило, значительно снижает основное сопротивление движению, и, следовательно, уменьшает расход топлива работающих тяговых машин и повышает производительность перевозок.

Перерыв в поливке дороги в течение 3—10 и более дней, как правило, увеличивает сопротивление движению в 2—4 раза.

б) Одноколейные ледяные дороги, при хорошем их содержании и систематических поливках, при средней температуре воздуха — 15°C имеют основное удельное сопротивление движению не свыше 10 кг/т, то есть на 70% ниже, чем принято в настоящее время считать по нормам для дорог хорошего качества.

В целях достижения наибольшей производительности перевозок целесообразно производить ночные поливки дорог.

Поступила в редакцию
28 апреля 1958 г.

К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ РУСЛА СПЛАВНЫХ РЕК

Б. С. РОДИОНОВ

Доцент

(Сибирский лесотехнический институт)

В настоящее время первоначальный сплав леса является наиболее трудоемкой фазой лесосплавного производства, ибо он поглощает 50—60% общих трудовых затрат на сплаве, поэтому именно эта фаза представляется основным резервом снижения трудовых затрат и повышения производительности труда на сплавных работах.

Улучшение сплавных рек путем регулирования русла и стока является одной из главных и первоочередных мер, которые могут значительно повысить производительность труда на первоначальном сплаве леса и соответственно снизить трудовые затраты.

При проектировании регулирования сплавных рек важно решить вопросы технической эффективности тех или иных мелиоративных мероприятий.

В данной статье используются следующие измерители для количественной оценки эффективности мелиорации: степень увеличения сплавопропускной способности потока и степень снижения потребности в рабочей силе при сплаве по регулируемому участку потока.

Об измерителях эффективности регулирования русла

Эксплуатационная эффективность регулирования сплавных рек, а также применения сплавного оборудования и использования различных методов организации процесса сплава может быть оценена следующими основными измерителями:

$$\eta = \frac{П_{ср}}{П_c} \quad \text{и} \quad \lambda = \frac{L_{ср}}{L_c},$$

где $П_c$ и L_c — сплавопропускная способность и сплавная мощность потока в начальном состоянии;

$П_{ср}$ и $L_{ср}$ — те же величины, но для потока в его новом состоянии (после регулирования и т. п.).

Величина суточной сплавопропускной способности потока через поперечное сечение, характеризующееся геометрически правильным про-

филем, может быть определена следующим, установленным нашими исследованиями, уравнением:

$$\Pi_c = Q \frac{M}{T} D_z, \quad (1)$$

где Q — мгновенный секунднй расход потока при глубине z ;
 M — модуль суточной сплавпропускной способности;
 T — осадка сплавных единиц (толщина сплавного слоя потока);
 D_z — безразмерный параметр удельной сплавпропускной способности, введенной нами в [4].

Модуль суточной сплавпропускной способности:

$$M = 86\,400 \varphi k_u \mu p,$$

где φ — коэффициент использования суток для сплава;
 k_u — коэффициент перехода от средней скорости потока к скорости движения сплавных единиц;
 μ — коэффициент заполнения акватории сплавного хода сплавными единицами;
 p — количество древесины, приходящееся на квадратный метр наибольшей площади ватерлинии сплавной единицы.

Параметр D_z определяется следующим выражением:

$$D_z = (m + 1) \left(1 - \frac{T}{z}\right)^m \frac{T}{z}, \quad (2)$$

где z — стрежневая глубина потока в данном поперечном сечении сплавного потока;
 m — показатель степени в уравнении профиля поперечного сечения сплавного потока.

Зависимость $D_z = f\left(\frac{T}{z}, m\right)$ представлена графиком на рис. 1.

Параметр D_z может быть также представлен функцией от расхода Q :

$$D_z = (m + 1) \left[1 - \left(\frac{Q_T}{Q}\right)^{\frac{2}{2m+3}}\right] \cdot \left(\frac{Q_T}{Q}\right)^{\frac{2}{2m+3}}, \quad (3)$$

где Q_T — расход, соответствующий стрежневой глубине, равной T .

Для некоторых значений m параметр D_z исследован экспериментально в лабораторных условиях [4], [6].

Многообразие форм поперечного сечения русл естественных потоков может быть приведено в любом сечении к некоторому «степенному» руслу [2], а приведенное выше уравнение сплавпропускной способности (1) может быть применено к естественным потокам с приемлемой для практики точностью.

Поскольку производительность труда рабочих на операции по сплаву леса измеряется в единицах транспортной работы, представляется целесообразным введение понятия о сплавной мощности потока. С помощью такого измерителя можно количественно оценивать степень технической и экономической эффективности методов использования руслового потока для лесосплавных целей и методов речной мелиорации.

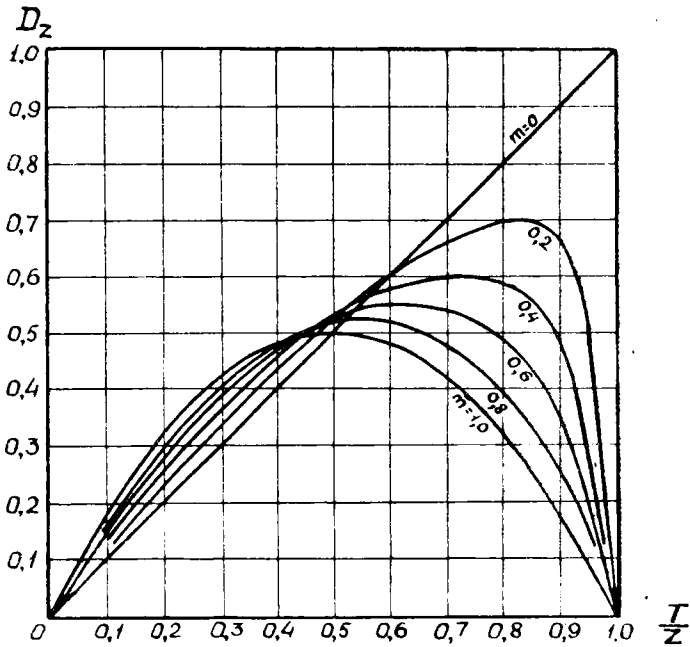


Рис. 1.

Это положение согласуется в принципе с основами построения норм выработки на операциях сплава [5].

Величина $\lambda = \frac{L_{\text{ср}}}{L_c}$ в каждом конкретном случае непосредственно определяет степень увеличения производительности труда на операции по сплаву леса.

Сплавная мощность потока представляет собой произведение объема проходящей через данное поперечное сечение сплаваемой древесины на средневзвешенное расстояние, пройденное потоком древесины в единицу времени. Суточная сплавная мощность:

$$L_c = \Pi_c \cdot 0,5 u_n, \quad (4)$$

где u_n — средневзвешенная путевая скорость свободного движения сплаваемых единиц в м за сутки.

$$u_n = 86\,400 \varphi k_u v,$$

где v — средняя скорость потока по живому сечению.

На основе общего выражения расхода для «степенного» русла [2] и модуля суточной сплавпропускной способности путевая скорость может быть определена следующим выражением:

$$u_n = \frac{M}{\varphi p b_1} \cdot A^{\frac{2(m+1)}{2m+3}} Q^{\frac{1}{2m+3}} (m+1)^{-\frac{m}{2m+3}}, \quad (5)$$

где b_1 — ширина русла в рассматриваемом поперечном сечении при стрежневой глубине $z = 1$ м;

$$A = b_1 C I^{0.5},$$

где C — коэффициент Шези;

I — уклон свободной поверхности.

С помощью полуэмпирических выражений η и λ решается ряд практических задач по определению эксплуатационной эффективности мелиоративных мероприятий, таких, как закрытие неславных рукавов реки, спрямление русла, применение водостеснительных дамб и систем полузапруд, дноуглубление на перекатах, оборудование сплавного хода лесонаправляющими сооружениями, обвалования пойм и т. д.

В рамках статьи не представляется возможным подробно рассмотреть вопрос об эксплуатационной эффективности всех этих способов улучшения сплавного пути. Поэтому ограничимся рассмотрением лишь некоторых из них для уяснения сущности предлагаемого нами метода анализа изменений лесосплавных свойств потока, вызываемых регулированием русла, и для определения показателей эксплуатационной эффективности этих изменений в виде увеличения сплавопропускной способности потока на участке регулирования русла (η) и повышения сплавной мощности его (λ), определяющей собой степень снижения потребности в рабочей силе на сплав по регулируемому участку реки.

Закрытие неславных рукавов

Для определения степени эксплуатационной эффективности, которая может быть получена при улучшении русла потока рассматриваемым способом, составим соответствующие выражения измерителей η и λ .

Обозначим:

Q_u — расход в используемом для сплава протоке при рассматриваемом мгновенном уровне;

Q — расход соединенного потока в сплавном русле после закрытия неславных протоков;

$x = \frac{Q_u}{Q}$ — отношение этих расходов.

Воспользовавшись формулами (1) и (3), после некоторого преобразования имеем:

$$\eta = \frac{\left[1 - \left(x \frac{Q_u}{Q} \right)^{\frac{2}{2m+3}} \right]}{\left[1 - \left(\frac{Q_u}{Q} \right)^{\frac{2}{2m+3}} \right]} \cdot \frac{1}{x^{\frac{2m+1}{2m+3}}}, \quad (6)$$

а имея в виду (4) получим:

$$\lambda = \eta \cdot \frac{1}{x^{\frac{1}{2m+3}}}. \quad (7)$$

В качестве примера рассмотрим изменение показателей эффективности η и λ в зависимости от величины отношения расходов для случая, когда расчетное сечение приводится к параболическому с показателем степени $m = 0,5$.

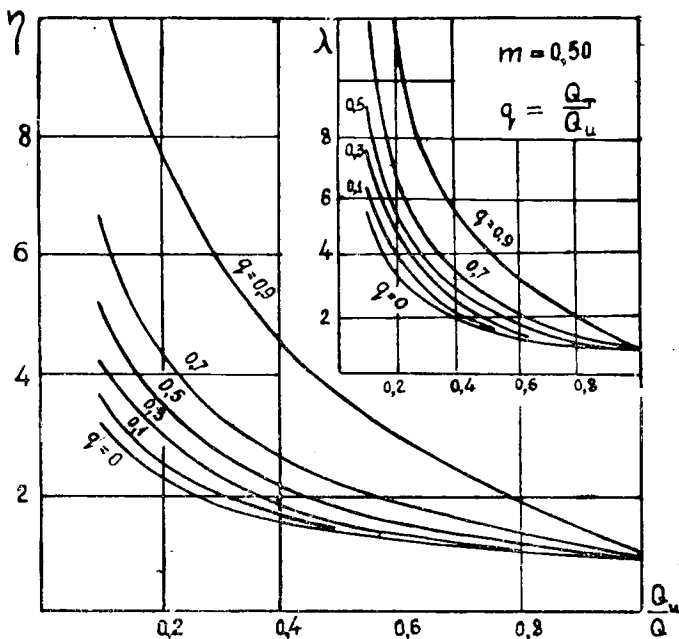


Рис. 2.

На рис. 2 представлены графики зависимости показателей эффективности η и λ от величины относительного расхода в сплавленном протоке $x = \frac{Q_u}{Q}$ при различных значениях отношения $q = \frac{Q_T}{Q}$.

Для русла, характеризующегося показателем степени стрежневой глубины в уравнении поперечного профиля $m = 0,5$ величина q определяется отношением:

$$q = \frac{Q_T}{Q} = \left(\frac{T}{z}\right)^2.$$

Из анализа графиков показателей эффективности следует, что даже при достаточно больших относительных глубинах в сплавленном протоке закрытие несплавных протоков заметно повышает сплавпропускную способность и сплавную мощность потока. Повышение сплавной мощности потока (λ) позволяет соответственно уменьшить потребность в рабочей силе.

Таким образом, величина λ количественно оценивает эксплуатационную эффективность мелиоративных мероприятий по регулированию русла в смысле затрат труда на операции сплава.

В большинстве случаев поперечные сечения естественных потоков в расчетных створах приводятся к профилю с показателем, довольно близким к $m = 0,5$ и, таким образом, приведенные на рис. 2 графики могут быть широко использованы в практических расчетах.

Пример: Участок реки характеризуется наличием большого количества несплавных протоков.

Расчетное (лимитирующее) сечение сплавленного протока имеет следующие характеристики:

1. Профиль поперечного сечения приводится к параболическому с показателем степени стрежневой глубины в уравнении профиля $m \approx 0,5$.

2. Отношение величины расхода в сплавно́м протоке Q_u к полному расходу всей реки по рассматриваемому створу (при учете расхода в неславных рукавах реки) Q при расчетном уровне $x = \frac{Q_u}{Q} = 0,4$.

3. Отношение осадки сплавной единицы к стрежневой глубине в расчетном сечении при расчетном уровне $\frac{T}{z} = 0,78$.

Требуется определить эффективность закрытия неславных рукавов реки.

Расчет. При показателе степени в уравнении поперечного профиля $m = 0,5$ величина отношения q находится из формулы

$$q = \frac{Q_r}{Q_u} = \left(\frac{T}{z}\right)^2.$$

При заданной величине отношения $\frac{T}{z}$ находим $q = 0,61$.

Из графиков на рис. 2 по заданной величине $x = 0,4$ и вычисленному $q = 0,61$ находим:

а) степень увеличения суточной сплавпропускной способности участка $\eta = 2,5$;

б) степень увеличения суточной сплавной мощности реки на участке $\lambda = 3,2$.

Таким образом, сосредоточение расхода реки при меженном уровне в сплавно́м протоке путем закрытия неславных рукавов повышает сплавную мощность потока в $\lambda = 3,2$ раза, что позволяет соответственно снизить потребное на сплав количество рабочей силы.

Увеличение сплавпропускной способности сплавно́го протока в $\eta = 2,5$ раза дает возможность повысить интенсивность сплава и сократить соответственно продолжительность сплавно́го периода.

Величина η и λ дают основания для исчисления эксплуатационных расходов в новых условиях регулирования русла стоимости строительства и содержания дамб, закрывающих неславные рукава, рассматриваемый метод обоснования эксплуатационных расходов в проектных условиях дает возможность установить и экономическую эффективность проектируемого мероприятия.

Спря́мление русла устройством прокопа

Рассматривая вопрос о спря́млении русла потока посредством устройства прокопа, выясним принципиальную сущность изменений лесосплавных свойств расчетного участка потока, которые вызываются этим мероприятием, а также установить его эффективность.

Расчетный участок потока в основном характеризуется тем, что мгновенные расходы по его длине — практически одинаковы.

На основании результатов исследования сплавпропускной способности различных сечений расчетного участка сплавно́го русла при некотором мгновенном уровне [3] следует, что спря́мление русла путем устройства прокопа в принципе представляет собой замену плеса перека́том.

Это мероприятие даст положительный эффект увеличения сплавпропускной способности расчетного участка в том случае, если плес, исключаемый из потока, после мелиоративных работ содержит сечение, лимитирующее сплавпропускную способность всего расчетного участка, и если при этом прокоп, при прочих равных условиях, не будет иметь уклона большего, чем пере́кат, определяющий продолжительность сплавно́го периода на рассматриваемом участке.

Эффективность устройства прокопа в отношении увеличения сплавпропускной способности всего расчетного участка, характеризующаяся одинаковым значением мгновенного расхода по всей его длине, определится путем сравнения суточной сплавпропускной способности

Π_{ci} плеса, ставшего после устройства прокопа лимитирующим, с сплавпропускной способностью π_{ce} рассматриваемой излучины потока, то есть величиной η , определяемой формулой (1), которая в этом случае имеет вид:

$$\eta_i = \frac{D_{zi}}{D_{ze}}$$

Если спрямление сделано с таким расчетом, что при минимальном расходе за сплавной период стрежневая глубина прокопа равна оптимальной (соответствующей максимуму D_z), то сплавпропускная способность прокопа будет всегда больше, чем на заменяемой им излучине, согласно отношению

$$\eta_i = \frac{D_{zp}}{D_{ze}}$$

Степень увеличения сплавной мощности потока при замене излучины прокопа равна:

$$\lambda = \frac{L_{cp}}{L_{ce}}$$

где индексы «р» и «е» относятся к прокопу и излучине соответственно.

Подставляя в последнюю формулу соответствующие выражения сплавной мощности, после некоторого преобразования получим:

$$\lambda = \eta \frac{V_p}{V_e}$$

где V_p и V_e — средняя (по живому сечению) скорость потока в расчетном поперечном сечении прокопа и в сечении излучины соответственно.

При одном и том же объеме сплавляемой древесины объем транспортных работ на прокопе длиной l_p будет меньше, чем на излучине длиной l_e , соответственно отношению этих длин. Таким образом, лесосплавные свойства искусственного участка потока (прокопа), заменяющего естественную излучину потока, таковы, что производительность труда на процессе сплава по нему выше в $\lambda \frac{l_e}{l_p}$ раз, чем при сплаве по излучине, при условии равенства сплавпропускных способностей прокопа и излучины, то есть при $\eta = 1$.

Пример: Для спрямления излучины реки запроектировано устройство прокопа. Длина излучины по оси 1050 м. Длина прокопа 102 м.

В гидравлическом расчете параметры поперечного сечения прокопа определены из условия нормального пропуска расчетного расхода при суточной сплавпропускной способности прокопа, равной суточной сплавпропускной способности на излучине.

Полученное в расчете отношение средних скоростей потоков по живому сечению и в излучине $\frac{V_p}{V_e} = 1,4$.

Требуется определить эффективность замены излучины прокопом в заданных условиях.

Расчет: По условию проектирования прокопа степень увеличения сплавпропускной способности $\eta = 1,0$.

Показатель увеличения сплавной мощности потока в прокопе:

$$\lambda = \eta \frac{V_p}{V_e} = 1,0 \cdot 1,4 = 1,4.$$

Уменьшение транспортных работ при спрямлении русла определяется при неизменном объеме сплава отношением

$$\frac{l_e}{l_p} = \frac{1050}{102} = 10,3.$$

Результативный показатель уменьшения потребности в рабочей силе после замены излучины прокопом будет равен

$$\lambda \frac{l_e}{l_p} = 1,4 \cdot 10,3 = 14,4.$$

Сужение межженного потока

Рассмотрим вопрос о таком способе воздействия на естественный поток в период стояния низких горизонтов воды, при котором увеличение сплавопропускной способности некоторых участков сплавного русла достигается путем сужения потока продольными дамбами или системами полузапруд.

При проектировании сужения потока должен быть рассмотрен ряд задач, решение которых необходимо основывать на данных эксплуатационного характера.

Важно, например, рассмотреть вопросы:

- а) о расчетной глубине в суженной части потока и о степени стеснения ширины русла;
- б) о высоте продольных дамб или полузапруд;
- в) о лимитирующем сечении на зарегулированном участке потока;
- г) об эффективности рассматриваемого способа регулирования русла — в отношении повышения сплавопропускной способности и сплавной мощности потока.

Необходимость в сужении потока возникает тогда, когда в межженный период глубины на участке потока (перекате) становятся значительно меньше оптимальных, соответствующих максимуму сплавопропускной способности, а в некоторых случаях могут достигать и таких значений, при которых

$$\frac{T}{z} \geq 1,0.$$

В рассматриваемых условиях наибольший эффект от сужения потока может быть получен, если на регулируемом участке русла будет установлена стрежневая глубина, соответствующая максимуму удельной сплавопропускной способности [3], то есть $z = T(m + 1)$.

В этом случае:

$$\eta = \frac{D_{z_p}}{D_{z_e}},$$

где индексы «р» и «е» относятся к случаям зарегулированного и естественного состояния потока соответственно.

Значения D_z определяются по графику на рис. 1.

При заданной проектной стрежневой глубине в суженной части потока (z_p) степень сужения потока определяется из общего выражения потока, приведенного к «степенному» руслу [2]. Приравнявая выражения расхода, написанные одно для состояния потока в естественном русле, другое — для состояния потока в стесненном русле, получим расчетную зависимость для определения степени стеснения потока в виде отношения:

$$\frac{b_{1p}}{b_{1e}} = \frac{C_e (I_e)^{0.5} (m_p + 1)^{1.5} z_e^{m_e + 1.5}}{C_p (I_p)^{0.5} (m_e + 1)^{1.5} z_p^{m_p + 1.5}}$$

В частном случае, когда в суженной части потока устанавливается режим, практически близкий к равномерному, стрежневая глубина z_p — оптимальная, форма поперечного сечения потока такая же, как и в естественном состоянии потока ($m_p = m_e$) и может быть принято равенство (1).

$$C_p I_p^{0.5} = C_e I_e^{0.5}$$

Степень сужения потока выражается следующим образом:

$$\frac{b_{1p}}{b_{1e}} = \left[\frac{z_e}{T(m+1)} \right]^{m+1.5}$$

При рассмотрении задачи о необходимой высоте продольных дамб, сужающих поток, сравним ход изменения суточной сплавпропускной способности в поперечном сечении потока в естественном состоянии и при сужении его дамбами, воспользовавшись формулой $\Pi_c = f(Q, D_z)$ и графиком $D_z = f\left(\frac{T}{z}, m\right)$.

Сравнение Π_c в суженном и естественном состоянии потока будем проводить при условии равенства величины расхода в этих потоках. Тогда сравнительная величина Π_c будет определяться только величиной D_z .

Проследим изменение D_z при увеличении расхода потока от расчетного наименьшего в расчетном поперечном сечении потока естественного русла и при сужении потока в наиболее простом частном случае равенства $m_p = m_e$.

Положим, что при расчетном низком горизонте воды в естественном русле (z_e) сужение потока дамбами определило такое повышение горизонта воды в суженной части, при котором стрежневая глубина z_p является оптимальной, то есть соответствующей максимуму D_{z_p} . Для иллюстрации рассматриваемого примера на рис. 3 представлен график:

$D_z = f\left(\frac{T}{z}\right)$ с нанесением этих двух горизонтов воды.

В начальном положении Π_{cp} суженного потока превышает Π_{ce} естественного потока соответственно отношению: $D_{z_p} : D_{z_e}$.

При возрастании расхода повышение горизонта воды в суженном потоке вызовет соответствующее уменьшение D_{z_p} . В том же поперечном сечении потока при естественном состоянии D_{z_e} будет сначала возрастать и только достигнув максимума начнет убывать.

В процессе увеличения расхода от его минимального расчетного значения наступает такой момент, когда D_{z_p} , убывая от своего максимума, будет равен D_{z_e} (рис. 3). Начиная с этого момента, D_{z_p} будет всегда меньше, чем D_{z_e} . Следовательно, при увеличении расхода потока, начиная с момента наступления равенства $D_{z_{p,x}} = D_{z_{e,x}}$, суточная сплавпропускная способность суженного потока будет всегда меньше, чем сплавпропускная способность в естественном состоянии.

Это положение, установленное нами с учетом эксплуатационных соображений по результатам анализа, может служить основой при решении задачи о необходимой высоте дамб, сужающих поток.

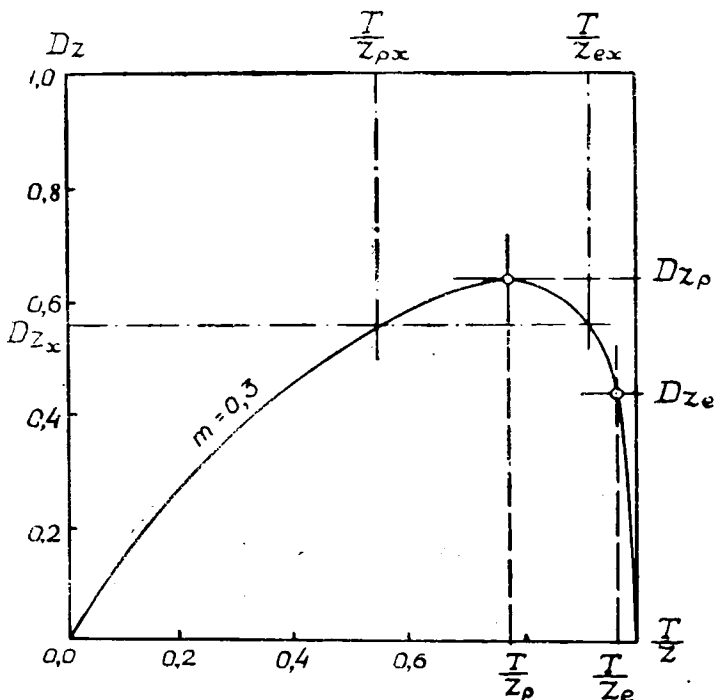


Рис. 3.

Очевидно, что высота сужающих поток дамб, соответствующая уровню $\frac{T}{z_{px}}$, является предельной наибольшей.

Разберем для примера решение рассматриваемой задачи в наиболее простом частном случае, когда в суженной части потока устанавливается режим, практически близкий к равномерному, расчетная стрежневая глубина z_p — оптимальная, форма поперечного сечения потока такая же, как и в естественном состоянии ($m_p = m_e$) и может быть принято равенство:

$$C_p I_p^{0,5} = C_e I_e^{0,5}$$

Искомая стрежневая глубина потока z_{px} , определяющая предельную высоту продольных дамб, может быть найдена из совместного решения двух уравнений:

$$D_{z_{px}} = D_{z_{pe}} \text{ и } Q_{px} = Q_{ex}$$

Первое уравнение напишем, имея в виду (2), а второе на основе общего выражения расхода потока, приведенного к «степенному» руслу [2].

Совместно решая эти два уравнения, находим:

$$\frac{T}{z_{px}} = \frac{\left(\frac{b_{1e}}{b_{1p}}\right)^{\frac{2}{(2m+3)m}} - 1}{\left(\frac{b_{1e}}{b_{1p}}\right)^{\frac{2(m+1)}{(2m+3)m}} - 1}$$

Полученное значение $\frac{T}{z_{px}}$ — такое, при котором сплавпропускная способность

стесненного потока становится равной сплавпропускной способности потока в естественном состоянии при одинаковых расходах. При более высоких горизонтах воды Π_{cp} будет уже меньше, чем Π_{ce} и необходимость в сужении потока отпадет.

Выражение $\frac{T}{z_{px}}$ имеет действительное значение при $m > 0$.

Стеснение русла потока регулирующими сооружениями вызывает в сечении перед входом в суженную часть потока возникновение подпора.

Если в суженной части потока устанавливается стрежневая глубина z_p , равная или большая оптимальной, то в сечении перед сооружением, в связи с подпором, глубина будет больше, чем z_p , параметр Dz соответственно меньше, чем для суженной части потока, а, следовательно, будет меньше и сплавопропускная способность сооружения.

Таким образом, при глубине в суженной части потока $z_p \gg T(m+1)$ поперечное сечение потока на входе регулирующего сооружения является лимитирующим сечением на участке регулирования.

Увеличение сплавной мощности потока, вызываемое сужением, определяется из отношения $\lambda = I_{cp} : L_{ce}$.

Общее выражение λ получим, применяя формулы (4) и (5). Производя необходимые преобразования, будем окончательно иметь:

$$\lambda = \eta \frac{b_{1e}}{b_{1p}} \cdot \left(\frac{z_p}{z_e}\right)^{0,5} \cdot \frac{A_p}{A_e} \left(\frac{m_e + 1}{m_p + 1}\right)^{0,5} \quad (11)$$

Наибольшее значение λ будет при z_p равной оптимальной глубине в суженной части потока. В частном случае

$$m_p = m_e \quad \text{и} \quad C_p I_p^{0,5} = C_e I_e^{0,5} \quad \text{получаем:}$$

$$\lambda = \eta \left[\frac{T(m+1)}{z_e} \right]^{0,5} \quad (11a)$$

Сужение потока продольными дамбами в некоторых случаях сочетается с дноуглубительными работами. Анализ эксплуатационной эффективности этого способа регулирования русла проводится на той же основе и в том же виде, как и в рассмотренном выше случае применения в регулировании русла только одних продольных дамб.

Пример: Запроектировано повысить сплавопропускную способность переката при меженном горизонте воды посредством сооружения на нем продольных водостенительных дамб.

При естественном состоянии переката профиль его поперечного сечения в расчетном створе характеризуется показателем степени стрежневой глубины в уравнении профиля $m = 0,3$. Величина отношения осадки сплавных единиц к стрежневой глубине при расчетном низком горизонте воды $\frac{T}{z_e} = 0,95$.

При сужении потока продольными дамбами общий характер очертания поперечного профиля меняется столь незначительно, что при расчете можно принять $m_p = 0,3$.

При гидравлическом расчете стесненного дамбами потока было принято:

$$\frac{T}{z_p} = \frac{1}{m_p + 1}$$

обеспечивающее получение максимального значения сплавопропускной способности при заданном расходе.

Требуется определить эффективность сужения потока продольными дамбами.

Расчет: Находим для стесненного потока отношения

$$\frac{T}{z_p} = \frac{1}{0,33 + 1} = 0,77.$$

По графику на рис. 1 находим для стесненного потока по

$$\frac{T}{z_p} = 0,77 \quad \text{и} \quad m_p = 0,3 \quad \text{параметр} \quad D_{z_p} = 0,64.$$

Для того же участка реки в естественном состоянии по

$$\frac{T}{z_e} = 0,95 \quad \text{и} \quad m_e = 0,3 \quad \text{из графика на рис. 1 имеем} \quad D_{z_e} = 0,35$$

Степень увеличения сплавопропускной способности переката при стеснении потока продольными дамбами определяем по отношению

$$\eta = \frac{D_{zp}}{D_{ze}} = \frac{0,64}{0,35} = 1,83.$$

Показатель увеличения сплавной мощности потока при стеснении его дамбами находим в порядке первого приближения по упрощенной формуле (11а):

$$\lambda = \eta \left[\frac{T}{z_e} (m + 1) \right]^{0,5} = 1,83 \left[0,95(0,3 + 1) \right]^{0,5} = 2,03.$$

Таким образом, сооружение на перекате продольных дамб, стесняющих поток, дает возможность уменьшить потребность в рабочей силе на сплав в два раза.

Выводы

Применение установленного нашими исследованиями уравнения сплавопропускной способности потока в виде $\Pi_c = f(Q, D_z)$ и введение понятия о сплавной мощности потока позволяют определить аналитические выражения относительных измерителей эффективности регулирования русла в виде степени увеличения сплавопропускной способности регулируемого участка потока η и степени увеличения его сплавной мощности λ , определяющей собой степень возможного уменьшения потребности в трудовых затратах на операции сплава по зарегулированному участку.

Формулы измерителей эффективности регулирования русла η и λ могут быть применены к расчетам естественных потоков с достаточной для практики степенью точности на основе использования метода приведения этих потоков в расчетных сечениях к «степенному» руслу.

Предлагаемый метод исследования эффективности регулирования русла позволяет устанавливать основные параметры проектируемого изменения русла естественного потока, а также некоторые конструктивные размеры регулирующих сооружений на основе эксплуатационных требований.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. Н. Костяков. Основы мелиорации. Сельхозгиз, 1951. [2]. Н. Н. Павловский. Гидравлический справочник. ОНТИ, 1937. [3]. Б. С. Родионов. Исследование о эффективности использования лесосплавных свойств русловых потоков. Труды Сиб. ЛТИ, Сб. XIX, 1957. [4]. Б. С. Родионов и Б. Г. Сизов. О некоторых параметрах сплавоспособности русловых потоков. Труды Сиб. ЛТИ, Сб. XIX, 1957. [5]. Справочник по лесосплаву. Минлеспром СССР и ВНИТОЛес, 1952. [6]. Gennar E. s. s. e. n. Flottningsrännors sectionform, „Svenska Flöttledsforbundets“, 5, 1930. [7]. Petrus Silverbrand. Flottledernas rationalisering. „Svenska Flöttledsforbundets“ 6, 1933.

Поступила в редакцию
25 февраля 1958 г.

О РАСЧЕТЕ ПО ЭЛАСТИКОВОЙ ТЕОРИИ ПУЧКОВ ПУЧКОВЫХ ПЛОТОВ ДЛЯ СЛУЧАЯ НАХОЖДЕНИЯ ИХ НА СУШЕ

А. Г. ВОРОБЬЕВ

Профессор

1. Теорию пучка пучковых плотов, называемую нами эластиковой, мы уже либо специально трактовали [1], либо упоминали в связи с другими вопросами [2], [3]. Однако полного изложения теории в печати еще никем дано не было*. В настоящей статье предпринимается попытка дать таковое. В качестве примера взят расчет пучка для случая нахождения его на суше. Этот случай лежит в основе расчета пучка на плаву и уже по одной этой причине должен быть изложен раньше; кроме того, он более прост.

2. Эластиковая теория уподобляет совокупность комплектуемых в пучок бревен некоей несжимаемой** жидкости, а сам пучок — части матерчатой невесомой бесконечно длинной цилиндрической оболочки, наполненной под давлением этой жидкостью. Оболочка, принимающая форму, сечение которой достаточно точно изображено на рис. 1, покоится на опорной, горизонтальной, абсолютно жесткой плоскости, уподобляемой земле.

Как нами установлено [3], кривая $ВАН_1В_1$ удовлетворяет условию

$$\rho y = \text{const}, \quad (1)$$

где y — расстояние по вертикали от любой точки кривой до уровня жидкости в манометрической трубке (рис. 1), а ρ — радиус кривизны в этой точке.

Кривая и является так называемой (нами) бесперегибной эластикой, известной в науке еще со времен Эйлера [6], который называл ее упругой кривой восьмого вида. После Эйлера исследованием этой кривой занималось большое количество математиков, механиков, физиков и инженеров (Сегнер, Лаплас, Юнг и др.). Для настоящего исследования наиболее важны параметрические уравнения бесперегибной эластике в осях xOy

* Существует общедоступное частичное изложение эластиковой теории — [4].

** Как показывает практика лесосплава, может оказаться имеющим практическое значение построение теории пучка в предположении сжимаемой жидкости (учет сжимаемости совокупности бревен пучка при различных натяжениях в обвязках) [5]. Пока можно только сказать, что форма поперечного сечения пучка эластикой быть тогда перестанет.

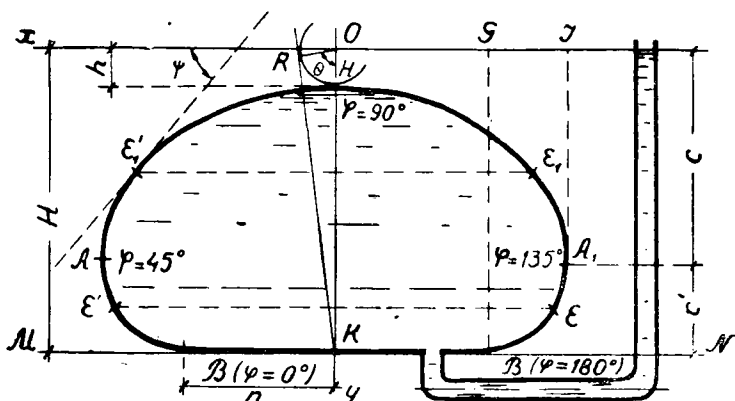


Рис. 1.

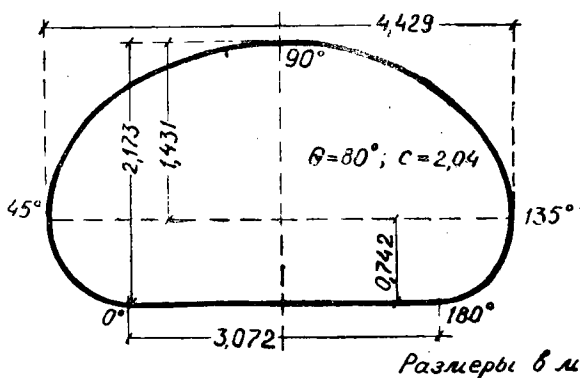


Рис. 2.

(рис. 1), впервые предложенные приблизительно в одно время Беером [7] и Рэнкиным [8]. Эти уравнения имеют вид

$$x = \frac{1}{4} H f \quad (2)$$

и

$$y = H \Delta, \quad (3)$$

где

$$f = f(\theta, \varphi) = 2[(2 - \sin^2 \theta) [K(\theta) - F(\theta, \varphi)] - 2[E(\theta) - E(\theta, \varphi)]], \quad (4)$$

а

$$\Delta = \Delta(\theta, \varphi) = \sqrt{1 - \sin^2 \theta \sin^2 \varphi}. \quad (5)$$

Фигурирующие в (2) — (5) длина H и модулярный угол θ показаны на рис. 1. Для данной бесперегибной эластике эти величины постоянны, а параметром является угол φ , изменяющийся вдоль дуги; на рис. 1 также показаны * значения φ в точках B, A, H, A_1 и B_1 . Наконец $K(\theta)$ и $E(\theta)$

* Бесперегибная эластика является кривой с периодом в 180° , поэтому углы φ могут также отличаться от обозначенных на рис. 2 на углы $N180^\circ$, где N — любое целое число. Само собой разумеется, что нет надобности иметь дело с углами φ , лежащими вне диапазона $0^\circ - 180^\circ$.

являются хорошо известными полными, а $F(\Theta, \varphi)$ и $F(\Theta, \varphi)$ — неполными эллиптическими интегралами.

Из уравнений (3) и (2) можно установить множество нужных нам свойств бесперегибной эластики. Так, например, из них получается ее фундаментальное и широко известное свойство (1).

$$y\varphi = \frac{1}{4} H^2 \sin^2 \Theta = \text{const.} \quad (6)$$

Если ввести в (6) полезное для последующих математических выкладок обозначение

$$\frac{1}{2} H \sin \Theta = \lambda^*,$$

то (6) запишется в виде

$$y\varphi = \lambda^2.$$

Далее из (2) и (3) легко установить, что

$$\text{tg} \psi = \frac{dy}{dx} = -\text{tg} 2\varphi.$$

откуда

$$\psi + 2\varphi = 180^\circ. \quad (7)$$

Из (2) и (3) можно показать, что «периметр» эластики BB_1 :

$$\Pi = L + 2n = 2(K - E)H, \quad (8)$$

где $2n$ — «отверстие» эластики.

$$2n = \frac{1}{2} H f(\Theta, 0^\circ) = H[(2 - \sin^2 \Theta)K - 2E], \quad (9)$$

а

$$L = \text{с} \text{ } BAN_1B_1 = HK \sin^2 \Theta.$$

Наконец из (2) и (3) можно получить [10] формулу для вычисления площади сегмента эластики $E_1'HE_1 (E'AHA_1E)$ в виде

$$\omega = \frac{1}{2} f' H^2, \quad (10)$$

где

$$f' = f'(\Theta, \varphi) = f \Delta - \sin^2 \Theta \sin 2\varphi. \quad (11)$$

Отсюда имеем

$$\omega_0 = \text{пл. } BAN_1B_1B = \frac{1}{2} f' H^2 = \frac{1}{2} f(\Theta, 0^\circ) H^2 = 2nH = BB_1 \cdot KO^{**} \quad (12)$$

На основании теории гибкой нерастяжимой нити получаем поперечное погонное натяжение в гибкой (матерчатой) оболочке

$$T = q\varphi = \Gamma y\varphi = \Gamma \lambda^2 = \frac{1}{4} H^2 \Gamma \sin^2 \Theta,$$

* Уместно отметить, что $\lambda = \frac{1}{2} KR$ (рис. 1) и как доказал Т. Юнг [9], λ^2 является площадью фигур OHE_1A_1IO (рис. 1) с одной стороны и GB_1AIG с другой.

** Этот результат впервые был получен Женева [11], а впоследствии, независимо от него, нами [10] и чрезвычайно легко и изящно доказывается на основе геометрической интерпретации — λ^2 , отмеченной в первой сноске.

где q — давление в жидкости на уровне с ординатой равной y , а Γ — объемный вес жидкости, наполняющей оболочку.

3. После изложенного в пункте 2 можно дать следующий способ расчета пучка для случая нахождения его на суше. Предположим, что заданы объем древесины, формируемой в пучок — V , объемный вес древесины — γ , коэффициент полндревесности пучка — ν и средняя расчетная длина бревен в пучке — l . Определяем объем пучка

$$V = \frac{v}{\gamma};$$

площадь поперечного сечения пучка

$$\Omega = \frac{V}{l};$$

объемный вес «пучковой жидкости»

$$\Gamma = \nu\gamma$$

и задаемся модулярным углом Θ . Так как в данном случае

$$\Omega = \omega_0,$$

то из (12)

$$H = \sqrt{\frac{\Omega}{f(\Theta, 0^\circ)}} = \sqrt{\frac{\Omega}{(2 - \sin^2\Theta)K - 2E}}.$$

После этого, имея в виду (8) находим Π , а с помощью понятного равенства

$$q_0 = H\Gamma$$

высчитываем «давление» в «пучковой жидкости» на уровне опорной плоскости, и далее по формуле

$$q_0' = \Gamma h = \Gamma H \cos \Theta$$

находим «давление» жидкости в наивысшей точке H . Значение p_0 и величин q_0' дает возможность судить о прочности пучка и поэтому очень важно. Усилие в каждой из обвязок (их две) будет, очевидно, равно:

$$S = \frac{1}{2}lT = \frac{1}{8}lH^2 \sin^2\Theta\Gamma \quad (13)$$

Высота пучка

$$b = H - h = (1 - \cos\Theta)H = 2H \sin^2\frac{\Theta}{2}; \quad (14)$$

ширина его

$$B = 2x_A = \frac{1}{2}Hf(\Theta, 45^\circ), \quad (15)$$

ординаты точек A и A_1 определяются выражением

$$c = \sqrt{\frac{2 - \sin^2\Theta}{2}} H$$

и возвышение этих точек над опорной плоскостью MN можно вычислить по формуле

$$c' = \left(1 - \sqrt{\frac{2 - \sin^2 \Theta}{2}} \right) H.$$

Наконец, «отверстие элаستيку» определяется формулой (9).

Специалисты лесосплава важной характеристикой считают «коэффициент формы»

$$C = \frac{B}{b},$$

который на основании (15), (14) и (6) будет

$$C = \frac{1}{2} \left\{ (2 - \sin^2 \Theta) [K - F(\Theta, 45^\circ)] - 2[E - E(\Theta, 45^\circ)] \operatorname{cosec}^2 \frac{\Theta}{2} \right\}.$$

Видно, что C является функцией одного лишь модулярного угла. Задаваясь различными Θ , можно составить таблицу величин $\Pi, S, q_0, q'_0, H, h, B, b, 2n$ и C и получить таким образом все необходимые данные для суждения о прочности, размерах и форме пучка для случая нахождения его на суше. Для выбранного пучка, пользуясь уравнениями (2) и (3), можно построить по точкам все сечение. Впрочем, в этом практически нет большой надобности, если учесть, что вся эластика с большой точностью может быть заменяема некоторым полуэллипсом на дуге \widehat{ANA}_1 [12] и двумя четвертями некоторого другого эллипса на дугах $\widehat{BE'A}$ и $\widehat{B_1E_1A_1}$ (наше предложение).

4. В заключение приводим численный пример.

Нами был рассчитан пучок со следующими параметрами $v = 35,0 \text{ м}^3$, $l = 6,50 \text{ м}$, $\gamma = 800 \text{ кг/м}^3$ и $\nu = 2/3$. Результаты сведены в таблицу.

Таблица 1

Θ	$H \text{ м}$	$q_0 \text{ кг/м}^2$	$h \text{ м}$	$q'_0 \text{ кг/м}^2$	$B \text{ м}$	$b \text{ м}$	C	$\Pi \text{ м}$	$S \text{ м}$
0°	∞	∞	∞	∞	3,206	3,206	1,000	10,07	∞
30°	24,49	13060	21,21	11310	3,278	3,095	1,059	10,09	62,79
45°	10,06	5365	7,113	3793	3,392	2,947	1,158	10,13	21,92
60°	5,434	2898	2,717	1449	3,620	2,717	1,332	10,27	9,5965
65°	4,531	2416	1,915	1021	3,739	2,616	1,430	10,37	7,306
70°	3,802	2028	1,300	693,3	3,905	2,502	1,561	10,54	5,531
75°	3,176	1694	0,8219	488,3	4,113	2,354	1,747	10,74	4,179
80°	2,630	1403	0,4566	243,5	4,429	2,173	2,038	11,12	2,906
85°	2,098	1119	0,1829	97,54	4,960	1,915	2,590	11,83	1,892
89°	1,533	817,5	0,02675	14,27	6,083	1,506	4,039	13,59	1,018
$89^\circ 30'$	1,399	746	0,01221	6,512	6,521	1,387	4,702	14,35	0,848
$89^\circ 54'$	1,187	633	0,002071	1,104	7,442	1,185	6,280	15,99	0,610

С их помощью можно получить другие данные, нужные для проектирования пучка. На рис. 2 представлена примерная форма поперечного сечения пучка, рассчитанного для случая $\Theta = 80^\circ$ ($C = 2,038 \approx 2$; $\Pi = 11,2 \text{ м}$).

Численные расчеты можно значительно упростить, если составить всевозможного вида расчетные номограммы.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. Г. Воробьев. Об естественной форме поперечных сечений пучков пучковых плотов. Высшее Арктическое Морское училище им. адм. Макарова Ученые записки, вып. II, 1951. [2]. А. Г. Воробьев. К вопросу об естественной форме поперечных сечений пучков пучковых плотов (сигар). ЛОНТОВТ. «Сб. трудов», вып. III, 1956.

- [3]. А. Г. Воробьев и Н. И. Смирнов. Приборы ВС-1 и ВС-3 для расчета пучков. «Лесная промышленность» № 9, 1957. [4]. А. Л. Можевитинов. Форма сечения и натяжения обвязок морских плотов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Ленинград, 1947. (Машинописная рукопись в библиотеке ЛПИ)
- [5]. Н. Н. Калихевич. Исследование усилий при сжатии бревен в пучки. Научно-исследовательский сектор Ленинградской лесотехнической академии им. С. М. Кирова. Сб. научно-исследовательских работ по лесосплаву. Под редакцией Б. Ю. Калихевича. 1940. [9]. Л. Эйлер. Метод нахождения кривых линий, обладающих свойствами максимума либо минимума. ГТИ. М.-Л., 1934. (7). А. Веер. Tractatus de theoria mathematica — phaenomenorum in liquidis actioni gravitatis detractis observatorum, Bonnae, MDCCCVII. [8]. W. I. M. Rankine. A manual of applied mechanics, London and Glasgow, 1858. [9]. T. Yung. A course of lectures on natural philosophy and the mechanical arts. Vol., London, 1807. [10]. А. Воробьев. Про площу безперергінної еластики. Прикладная механика, т. III, вып. 1, Київ, 1957. [11]. L. Genevois. Forme rationnelle des gross conduites, „Genie Civil“, 1929. [12]. Y von Villarceau. Equilibre des voutes en berceau cylindriques, dans lesquelles le plans de tête sont perpendiculaires a l'axe. „Revue generale de l'architecture et des travaux publics“, 1844.

Поступила в редакцию
25 февраля 1958 г.

НАГРЕВ ДВИГАТЕЛЕЙ ПАРОМ ОТ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК НЕБОЛЬШОЙ ПАРПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Н. А. САНЮКЕВИЧ

Ст. преподаватель

(Московский лесотехнический институт)

Из всех способов, применяющихся для нагрева двигателей в условиях безгаражного хранения машин на лесозаготовительных пунктах, наиболее эффективным является нагрев паром. Пар используется: 1) для прогрева двигателей, охладившихся после длительной стоянки на открытом воздухе или в неотапливаемом помещении; 2) для подогрева двигателей при необходимости поддержания их в состоянии готовности в течение всей стоянки на морозе; 3) для периодического подогрева воды в системе охлаждения; 4) для нагрева помещений поста службы эксплуатации машин мастерского участка (профилакторий, помещение для обогрева людей, передвижная мастерская, топливозаправочная установка и т. д.).

Известно, что продолжительный подогрев трудоемок, и на его осуществление расходуется много пара; то же можно сказать и о периодических кратковременных прогревах.

Наиболее приемлемым можно признать кратковременный нагрев холодного двигателя.

При определении количества тепла, потребного для нагрева холодного двигателя, необходимо учитывать:

1. Тепло, затрачиваемое на нагрев массы двигателя ($Q_{дв}$) и массы радиатора ($Q_{рад}$) от температуры наружного воздуха ($t_{н.в}$) до $+60^{\circ}\text{C}$;

2. Тепло, необходимое для нагрева масла, находящегося в системе смазки ($Q_{м}$);

3. Передачу тепла агрегатам, находящимся в соприкосновении с двигателем — $Q_{тп}$;

4. Потерю тепла двигателем во внешнюю среду за время нагрева, слагающуюся из потерь на лучеиспускание ($Q_{л}$) и потерь на конвекцию ($Q_{к}$).

В общем виде тепловой баланс при нагреве холодного двигателя списывается формулой:

$$Q_{нагр} = Q_{дв} + Q_{рад} + Q_{м} + Q_{тп} + Q_{л} + Q_{к} .$$

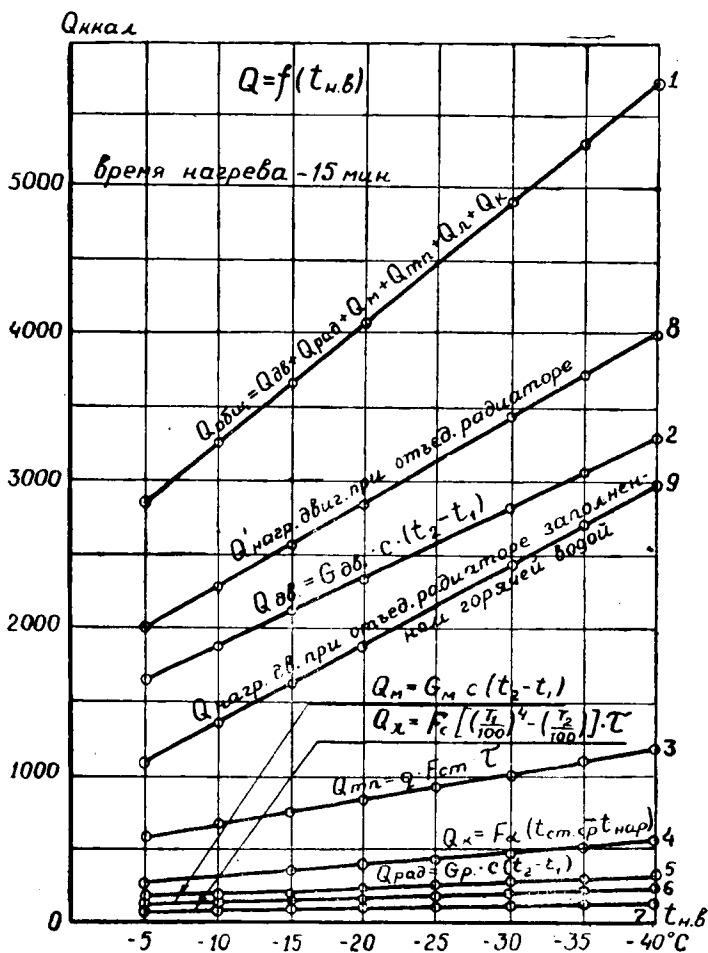


Рис. 1. График количества тепла в ккал, потребного для нагрева холодного двигателя ЗИС-21 до t воды в блоке 60°C при различных t воздуха.

1—общий расход тепла в ккал на нагрев двигателя с учетом всех потерь; 2—тепло, необходимое для нагрева массы металла двигателя; 3—потеря тепла за время нагрева теплопередачей; 4—потеря тепла за время нагрева конвекцией; 5—тепло, необходимое для нагрева радиатора; 6—тепло, необходимое для нагрева масла; 7—потеря тепла лучеиспусканием; 8—общий расход тепла на нагрев двигателя при отключенном радиаторе; 9—общий расход тепла на нагрев двигателя, вводимого с паром после однократного заполнения его горячей водой и с отключенным радиатором.

Каждый из членов вышеуказанного баланса вычислен нами по теоретическим формулам и приведен на графике (рис. 1), характеризующем количество тепла, расходуемого в процессе прогрева двигателя ЗИС-21 при разных температурах наружного воздуха.

Анализируя общий баланс тепла, расходуемого при прогреве двигателя, приходим к заключению, что, не снижая степени нагрева двигателя, можно достичь значительной экономии тепловой энергии за счет отключения радиатора от системы охлаждения двигателя. Радиатор, как теплообменный аппарат, будучи необходимой принадлежностью работающего двигателя, оказывается ненужным при подготовке двигателя к запуску, так как на нагрев радиатора и содержащейся в нем

сильно охлажденной воды расходуется большое количество тепла. Если радиатор отключить, то расход тепла будет уменьшен, так как в этом случае нагреванию подвергается только двигатель; затраты тепла при $t_{н.в} = -30^\circ\text{C}$ уменьшаются на 1465 ккал; на нагрев массы металла холодного двигателя затрачивается при той же температуре наружного воздуха до 2830 ккал.

Но при отключенном радиаторе можно значительно сократить кратковременный расход пара, подогревая двигатель путем заливки горячей воды в систему охлаждения. Даже одноразовая заливка позволяет достичь значительной экономии. Заливка воды, нагретой до 90°C , сообщает двигателю ЗИС-21 около 1000 ккал, следовательно, для нагревания двигателя до температуры 60°C при $t_{н.в} = -30^\circ\text{C}$ от паровой установки потребуется $4844 - (1465 + 1000) = 2379$ ккал (см. график на рис. 1). При этих условиях (отключенный радиатор и заливка в охлаждающую систему двигателя горячей воды, $t_{н.в} = -30^\circ\text{C}$) кратковременный расход тепла на нагрев двигателя уменьшается на 2465 ккал.

Еще большее значение имеет отключение радиатора в случае, когда необходимо поддерживать двигатели в состоянии постоянной готовности к запуску.

Так как поверхность радиатора в 8—10 раз больше поверхности теплоотдачи собственно двигателя, то при отключенном радиаторе потери тепла уменьшаются в 8—10 раз.

Приведенные выше расчеты не учитывают скорости ветра, который оказывает большое влияние на конвективный унос тепла — Q_k . Однако этот вопрос до настоящего времени не отражен в литературе.

Экспериментальное исследование процесса нагрева двигателя паром

Свои опыты по выявлению влияния на нагрев двигателя М-47 температуры наружного воздуха ($t_{н.в}$) и скорости ветра (W) мы проводили на открытой площадке при $t_{н.в}$ от 0 до -48°C и $W = 0 \div 5$ м/сек.

Методика экспериментов была следующей: холодный двигатель, простоявший продолжительное время на морозе, заливали водой, нагретой до 90°C . (При этом двигателю за весьма короткое время сообщалось около 7200 ккал тепла, что при паровом прогреве потребовало бы 11,25 кг пара. На выпуск такого количества пара затрачивается 9—10 минут.) Пар впускается в систему охлаждения после заливки воды.

Преимущества такого способа прогрева двигателей по сравнению с паровым нагревом без предварительной заливки воды заключаются в следующем:

1. Время нагрева двигателей машин сокращается на 10—12 минут.
2. Появляется возможность нагрева двигателей всего парка машин от несложной передвижной паробогревательной установки, так как подготовка горячей воды может производиться заблаговременно.
3. Может быть использована облегченная пароподогревательная установка, что очень важно для агрегата передвижного типа.

Двигатель нагревали до 60°C ; эта температура оказывалась достаточной для нормального запуска. Во всех опытах подачу пара в обогреваемый двигатель производили при одинаковом давлении, следовательно, расход пара в единицу времени был одинаковым. Температура замерялась дистанционными термометрами.

По данным испытаний построены графики для расхода пара и затрат времени на нагрев двигателя.

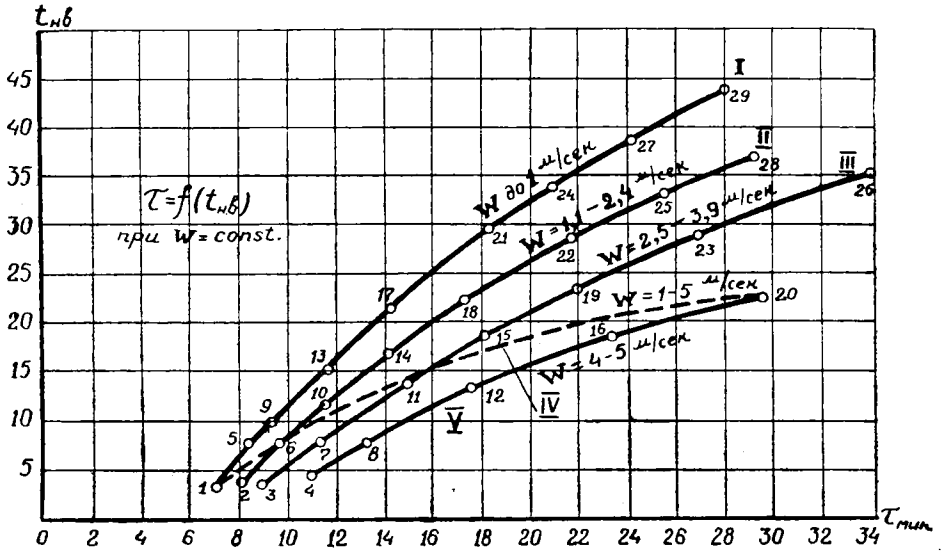


Рис. 2. График затраты времени на нагрев паром двигателя М-17 при меняющейся t наружного воздуха и постоянной его скорости.

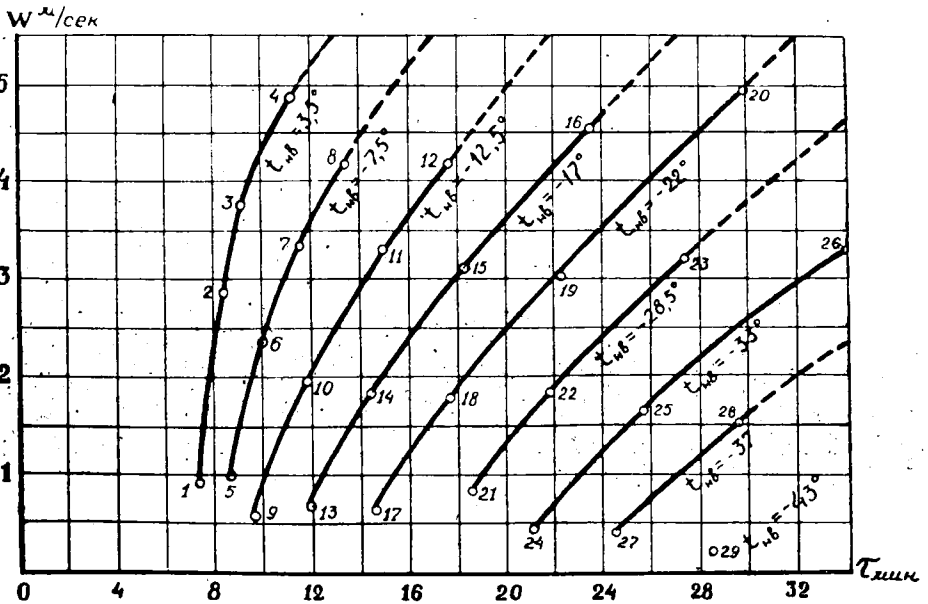


Рис. 3. График затраты времени на нагрев паром двигателя М-17 при меняющейся скорости воздуха и t наружного воздуха — const.

Из графика на рис. 2 видно, что при скорости воздуха до 1 м/сек, на нагрев двигателя при $t_{н.в} = -5^\circ \text{C}$, затрачивается время 7,6 мин; при $t_{н.в} = -15^\circ \text{C}$ — 11,4 мин; при $t_{н.в} = -20^\circ \text{C}$ — 18,8 мин и при $t_{н.в} = -40^\circ \text{C}$ — 25,5 мин. Снижение температуры наружного воздуха от -5° до -40°C при неизменной скорости ветра (до 1 м/сек) требует увеличения продолжительности нагрева от 7,6 до 25,6 мин, то есть в 3,4 раза.

Особенно сильно на продолжительность нагрева влияет снижение температуры при больших скоростях ветра. Об этом наглядно свидетельствует кривая IV (рис. 2); при $t_{н.в} = -5^\circ \text{C}$ время, необходимое для нагрева двигателя, равно 11,6 мин, а при $t_{н.в} = -22^\circ \text{C}$ — 29,6 мин, то есть продолжительность нагрева увеличивается в 2,6 раза.

График на рис. 3 характеризует затраты времени на нагрев того же двигателя при постоянной температуре наружного воздуха, но при меняющейся скорости ветра. При $t_{н.в} = -5^\circ \text{C}$ изменение скорости воздуха от 1 до 4,8 м/сек требует увеличения времени нагрева от 7,2 до 11 мин, то есть в 1,5 раза, а при $t_{н.в} = -22^\circ \text{C}$ изменение скорости от 1 до 4,8 м/сек требует увеличения времени нагрева от 14,4 до 28,6 мин, то есть в 2 раза.

Кривая V на рис. 2 показывает, что при одновременном снижении температуры наружного воздуха и увеличении скорости ветра резко увеличивается продолжительность нагрева. Например, при снижении температуры $t_{н.в}$ от -5° до -22°C при одновременном увеличении скорости воздуха от 1 до 4,8 м/сек продолжительность нагрева возрастает в 4 раза (с 7,2 до 29,6 мин).

В графике на рис. 4 показан расход пара (в кг) при нагреве двигателя М-17 до 60°C в зависимости от температуры наружного воздуха ($t_{н.в}$) и скорости ветра (W).

Каждая кривая характеризует расход пара при почти неизменной скорости ветра.

Из графика на рис. 4 видно, что снижение $t_{н.в}$ от -5° до -25°C при скорости ветра, не превышающей 1 м/сек, ведет к увеличению расхода пара в 2,11 раза, а такое же снижение температуры наружного воздуха при скорости ветра 4—5 м/сек увеличивает расход пара в 2,9 раза.

Расход пара в зависимости от скорости ветра при постоянной температуре наружного воздуха виден из графика рис. 4 по линиям a — b , c — d и т. д., параллельным оси ординат.

При $t_{н.в} = -5^\circ \text{C}$ изменение скорости воздуха W от 1 до 4—5 м/сек, увеличивает расход пара с 4,4 до 6,4 кг, то есть в 1,5 раза. При $t_{н.в} = -25^\circ \text{C}$ при тех же изменениях скорости ветра расход пара увеличивается с 9,3 до 18,8 кг, то есть в два раза. Одновременно увеличение температуры воздуха и скорости ветра приводит к весьма резкому увеличению расхода пара.

Снижение $t_{н.в}$ от -5° до -25°C с одновременным увеличением скорости ветра с 1 до 5 м/сек дает увеличение расхода пара с 4,4 до 18,8 кг, то есть в 4,27 раза.

Для аналитического вывода зависимости $Q = f(t_{н.в}, W)$ нами подсчитан удельный расход пара $q_{уд}$, представляющий расход пара в граммах в единицу времени, необходимый для повышения температуры нагрева на 1°C при определенном температурном перепаде.

$$q_{уд} = \frac{1000Q}{\tau(t_{нагр} - t_{н.в})\Delta t_{ср}} \frac{z}{\text{мин (град)}^2}$$

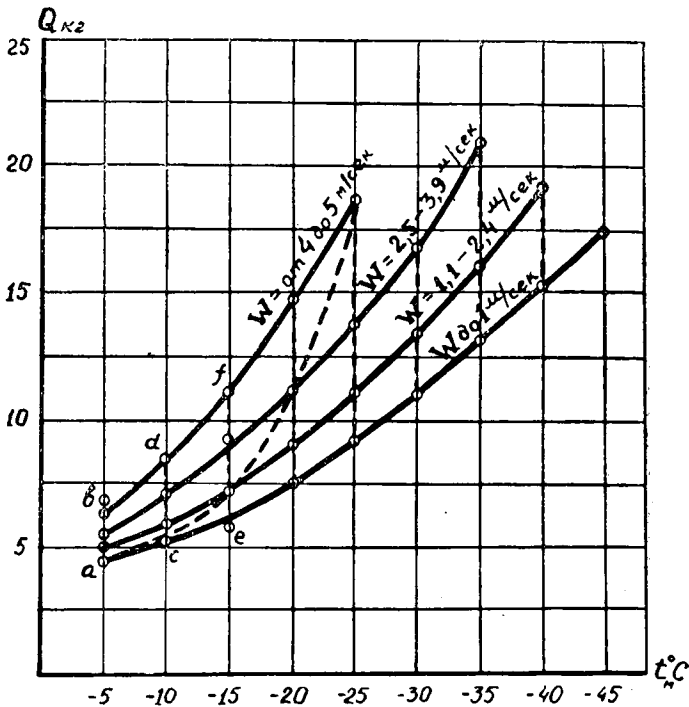


Рис. 4. График расхода пара в кг на нагрев двигателя М-17.

Зная удельный расход пара и время нагрева, мы можем подсчитать количество пара, необходимого для нагрева двигателя при любой температуре наружного воздуха и любых скоростях ветра (в пределах исследованных), по формуле:

$$Q = \frac{q_{\text{уд}}(t_{\text{нагр}} - t_{\text{н.в}})\Delta t_{\text{ср}}\tau}{1000}$$

где Q — расход пара на нагрев двигателя в кг;
 $q_{\text{уд}}$ — удельный расход пара в г/мин (град)²;
 $t_{\text{н.в}}$ — температура наружного воздуха в °С;
 $t_{\text{нагр}}$ — температура нагрева двигателя в °С;
 $\Delta t_{\text{ср}}$ — прирост температуры за время нагрева в °С;
 τ — время нагрева при данных W и $t_{\text{н.в}}$, мин.

Значения величин $q_{\text{уд}}$ и τ приведены в табл. 1.

Приведенная выше формула учитывает расход пара при нагревании двигателя М-17, а для подсчета расхода пара при нагревании других типов двигателей в формулу следует ввести коэффициент μ , который подсчитывается, исходя из соотношений весов поверхности охлаждения и емкостей систем охлаждения разных двигателей (для двигателя М-17 μ принимается равным единице).

Коэффициенты для двигателей:

М-17	$\mu = 1,0$
КДМ-46	$\mu = 0,94$
ЗИС-21	$\mu = 0,33$
ЯАЗ-200	$\mu = 0,51$

Таблица 1

Наружная температура $t_{н.в}$ °С	Скорость ветра (W)							
	до 1 м/сек		1,1÷2,4 м/сек		2,5÷3,9 м/сек		4,0÷5,4 м/сек	
	$\frac{q_{уд}}{z}$ мин(град) ²	τ мин	$\frac{q_{уд}}{z}$ мин(град) ²	τ мин	$\frac{q_{уд}}{z}$ мин(град) ²	τ мин	$\frac{q_{уд}}{z}$ мин(град) ²	τ мин
— 5	0,285	7,1	0,274	8,2	0,270	8,6	0,262	11,0
— 10	0,256	8,4	0,242	9,3	0,227	11,3	0,224	13,2
— 15	0,208	9,4	0,196	11,6	0,188	14,9	0,205	17,5
— 20	0,202	11,7	0,182	14,2	0,171	18,2	0,189	23,4
— 25	0,178	14,4	0,180	17,4	0,159	22,0	0,178	29,6
— 30	0,164	18,4	0,167	21,8	0,150	27,0	—	—
— 35	0,155	21,0	0,161	25,5	0,141	34,0	—	—
— 40	0,147	24,3	0,157	30,0	—	—	—	—

Теплосодержание выпускаемого в двигатель пара было равно 640 ккал/кг, а формула для определения количества тепла в этом случае имеет вид:

$$Q = 0,640 q_{уд}(t_{нагр} - t_{н.в}) \Delta t_{ср} \cdot \tau \cdot \mu \text{ ккал};$$

чтобы определить количество тепла, необходимое для предпускового нагрева двигателей различных типов, необходимо пользоваться формулой:

$$Q_{общ} = 0,640 \{ [q_{уд}(t_{нагр} - t_{н.в}) \Delta t_{ср} \tau k] (\mu_1 n_1 + \mu_2 n_2 + \dots + \mu_n n_n) \}$$

где: k — коэффициент потери тепла в паропроводах $k = 1,1$;

n_n — число машин с двигателем типа « n ».

Формула хорошо удовлетворяет поставленным целям, но ее применение затруднено тем, что при расчетах по этой формуле всегда требуется иметь под руками таблицы значений $q_{уд}$ и τ ; кроме того, сами расчеты по этой формуле довольно громоздки.

Мы поставили задачу изобразить функцию $Q = f(t_{н.в}, W)$ формулой, которая представляла бы зависимость между переменными величинами в удобной и ясной форме, обладающей необходимой точностью и вместе с тем легкой для запоминания, записи и для расчетов.

Пользуясь экспериментальными данными расхода пара на нагрев двигателя при разных температурах наружного воздуха и разных скоростях ветра, переведем весовые единицы расхода пара в тепловые.

Все опыты распределяются на четыре серии, в каждой из которых переменная W оказывается постоянной.

Во всех четырех сериях значения переменной $t_{н.в}$ принимались одинаковыми. Это дает возможность, пользуясь данными опыта, построить графики:

$$Q = f_1(t_{н.в}, W = \text{const})$$

и

$$Q = f_2(t_{н.в} = \text{const}, W)$$

При соответствующем выборе масштабов по осям координат можно изобразить эти зависимости прямыми, убедившись при этом, что прямые не пересекаются (рис. 5 и 6) и что переменная W должна входить в формулу в первой степени, а $t_{н.в}$ — в степени $3/2$, таким образом

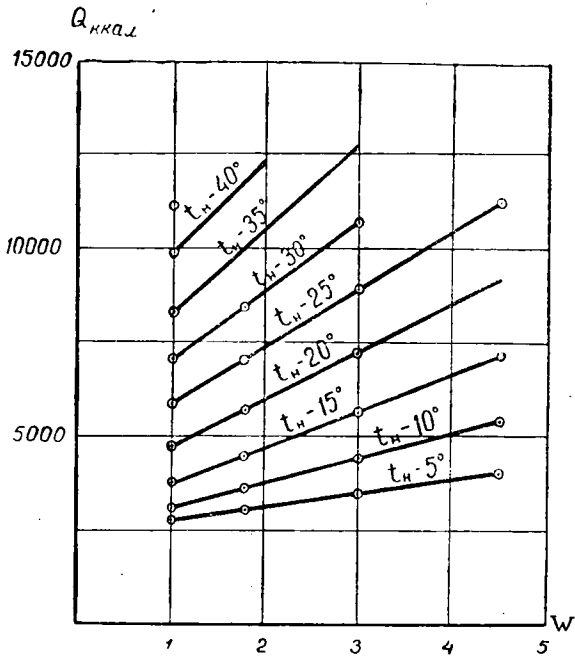


Рис. 5. График расхода тепла на нагрев двигателя М-17, построенный в координатах равномерных шкал.

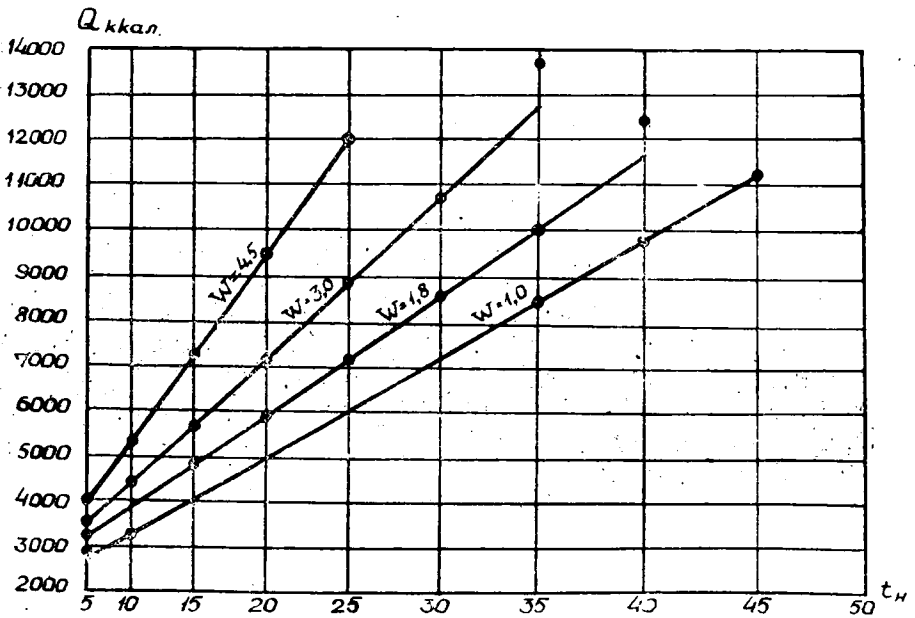


Рис. 6. График расхода тепла на нагрев паром двигателя М-17 при построении с применением шкалы $x \sqrt{x}$ по оси x и равномерной шкалы по оси y .

зависимость между переменными Q , $t_{п.в}$, W может быть выражена формулой вида:

$$Q = (a \cdot t_{п.в} \sqrt{t_{п.в}} + b) W$$

Постоянные a и b вычислены на основании результатов двух опытов и приведены в табл. 2.

Таблица 2

Эмпирические постоянные	$W = 1 \text{ м/сек}$	$W = 1,8 \text{ м/сек}$	$W = 3,0 \text{ м/сек}$	$W = 4,5 \text{ м/сек}$
a	28,6	19,39	15,7	15,54
b	2560	1560	998	725

Подсчет количества тепла по вышеприведенной формуле дает результаты, весьма близкие к данным эксперимента: отклонения от опыта не превышают 2,66%, что вполне допустимо.

Пользуясь приведенной формулой, можно легко определить количество тепла, необходимое для нагрева двигателей в условиях любых лесозаготовительных районов, в которых эксплуатируются машины и механизмы.

При наличии в парке разных типов машин расчет количества тепла, необходимого для нагрева двигателей может быть произведен по формуле:

$$Q = [(a \cdot t_{п.в} \sqrt{t_{п.в}} + b) W] (\mu_1 n_1 + \mu_2 n_2 + \dots + \mu_n n_n) \text{ ккал.}$$

На рис. 7 построен график расхода тепла на нагрев двигателя М-17.

Семейство кривых (а) характеризует общее количество тепла, необходимое для нагрева холодного двигателя в зависимости от температуры наружного воздуха и скорости ветра:

- I — при скорости ветра $W = 1,0 \text{ м/сек}$;
- II — » » » $W = 1,8 \text{ м/сек}$;
- III — » » » $W = 3,0 \text{ м/сек}$;
- IV — » » » $W = 4,5 \text{ м/сек}$.

Кривая V, характеризующая расход тепла на нагрев холодного двигателя, построена по данным, полученным теоретическим расчетом.

Сопоставляя кривые, видим, что теоретически рассчитанные величины расхода тепла близки к средним значениям расхода, определяемым (опытными) кривыми I и IV.

На этом же графике приведено семейство кривых (б), характеризующих количество тепла, вносимого паром при нагреве того же двигателя и до тех же значений температуры, но после заполнения системы охлаждения горячей водой.

Из сопоставления приведенных семейств кривых (а) и (б) следует, что расход пара от котельной установки на нагрев двигателя без заполнения системы охлаждения горячей водой в два раза больше, чем на нагрев после заполнения.

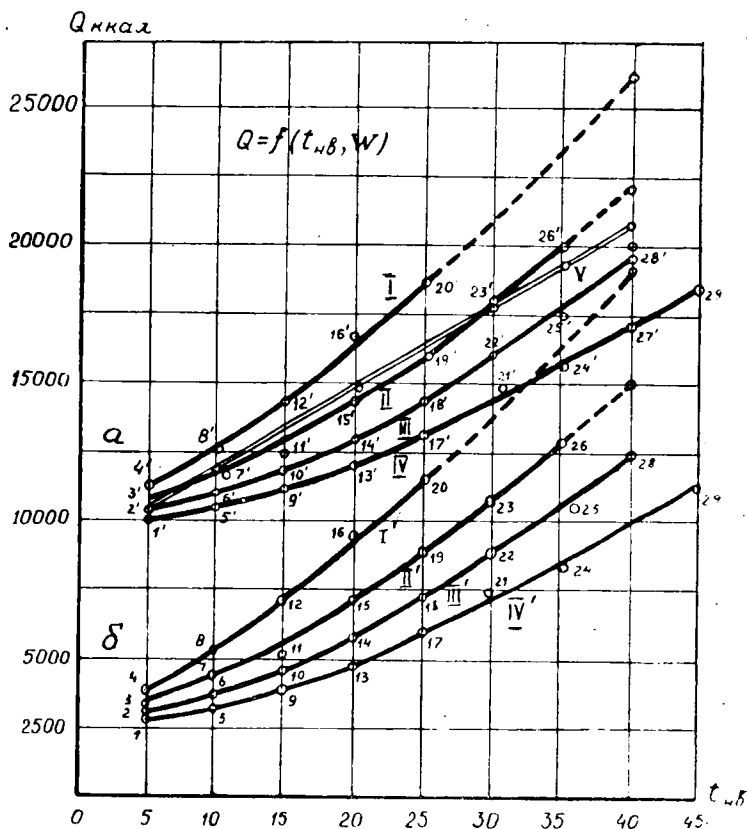


Рис. 7. График расхода тепла в ккал на нагрев двигателя М-17.

a — общее количество тепла; b — количество тепла, вносимого с паром после заполнения двигателя горячей водой.

Это наглядно показывает, что наш метод вполне оправдывается. Ибо подготовка горячей воды может быть произведена в любое время, а заливка ее в систему охлаждения двигателя нетрудна и занимает всего 1—2 минуты. Уменьшенный расход тепла позволяет применять легкие котельные установки с низким избыточным давлением и малой паропроизводительностью, эксплуатация которых на мастерских участках вполне целесообразна и не требует высокой квалификации обслуживающего персонала. При правильной организации работы такой котел обеспечит нагрев двигателей всех машин перед запуском, удовлетворит нужды топливо-заправочной станции и всех служб мастерского участка (профилакторий, передвижная столовая и пр.).

Поступила в редакцию
17 февраля 1958 г.

О ПОКАЗАТЕЛЯХ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАСТЕРСКИХ УЧАСТКОВ

Е. С. РОМАНОВ

Инженер

(Архангельский лесотехнический институт)

Хозяйственный расчет является испытанным методом планового ведения хозяйства в социалистических предприятиях.

Материальная заинтересованность коллектива предприятия в успешном осуществлении хозрасчета способствует вовлечению всех работников в борьбу за совершенствование производства, снижение себестоимости продукции и повышение ее качества.

В основе хозрасчета лежит соизмерение затрат на производство и его результатов. В хозрасчетной деятельности всего предприятия это соизмерение приобретает форму разности между себестоимостью продукции и выручкой от ее реализации. При внутривзаводском хозрасчете сопоставляются фактические и плановые затраты на производство.

Внутривзаводской хозрасчет теоретически и практически разработан слабее, чем хозрасчет предприятия. Так, например, нет единого мнения по такому принципиальному вопросу внутривзаводского хозрасчета, как вопрос о круге затрат для соизмерения. В машиностроении в ряде предприятий на себестоимость продукции цеха относят часть общезаводских расходов, в других предприятиях ограничиваются только цеховыми расходами. Большинство авторов по хозрасчету на лесозаготовках предлагает относить на мастерские участки часть общецеховых и даже общезаводских расходов, другие считают это необоснованным. В лесозаготовительной практике возникает также вопрос о том, как исчислять результат по себестоимости для участка или лесопункта — на обезличенную древесину или с учетом сортиментного состава и др.

Отсутствие ясного взгляда в этих вопросах привело к тому, что хозрасчет лесопунктов, и особенно мастерских участков, организуется примитивно, без достаточного учета различий в технологии и организации производства. Действующие инструкции б. Минлеспрома СССР по хозрасчету закрепляют эти примитивные представления, а иногда даже делают шаг назад по сравнению с опытом внутривзаводского хозрасчета в леспромхозах. Все это говорит о необходимости разработки принципиальных схем организации хозрасчета в леспромхозах. В настоящей статье в порядке обсуждения выдвигаются положения о показателях себестоимости для хозрасчетных мастерских участков.

* * *

Повсеместное внедрение хозрасчета на мастерских участках и повышение его действенности может быть достигнуто только при наличии несложной, но достаточно полной системы показателей работы хозрасчетного участка. Особенно важно иметь правильно построенную систему показателей по себестоимости продукции, так как основной целью хозрасчета является борьба за снижение издержек производства.

В действующих формах наряд-заданий хозрасчетным мастерским участком предусмотрены два показателя затрат на производство: фонды заработной платы и затраты на содержание механизмов. Для расчетов по зарплате нужно знать только сдельные расценки на 1 м^3 по основным операциям и суммы заработной платы по подготовительным и вспомогательным работам, также отнесенные к 1 м^3 . Пересчет планового фонда заработной платы на фактическое выполнение производится путем умножения плановой заработной платы на 1 м^3 по всем работам на фактический объем древесины по конечной фазе. Для определения суммы расходов на содержание механизмов требуются лишь плановая норма на машино-смену, плановая себестоимость машино-смены и объем работ по плану и фактически.

В этой методике обращают на себя внимание следующие обстоятельства: 1) заработная плата вспомогательных рабочих на 1 м^3 принимается постоянной, не зависящей от объема стрелованной и отгруженной древесины; 2) себестоимость машино-смены также считается неизменной, не зависящей ни от выработки на машино-смену, ни от того, как в действительности расходовались тросы, чокеры, горючее, смазочные материалы, сколько затрачено средств на ремонт; 3) остается неучтенным такой расход, зависящий от работы участка, как попенная плата. Наконец, в наряд-задании не предусмотрено отражение количества механизмов, фактически имевшихся в распоряжении мастерского участка.

Эти пробелы настолько значительны, что по существу сводят на нет единственное преимущество этой методики — простоту.

До сих пор в практике хозрасчета мастерских участков расходы всегда приводились в постатейном разрезе, причем все расходы, кроме текущего ремонта, обычно давались по элементам: заработная плата, топливо, материалы, амортизация и т. д. Не всегда можно было согласиться с порядком пересчета плановых норм расхода топлива, материалов, заработной платы и др. на фактическое выполнение, но при любом способе пересчета плановые расходы сравнивались с фактическими. Да это и понятно — ведь в сопоставлении плановых и фактических расходов и состоит существо внутривзаводского хозрасчета. Действующая же методика расчета затрат хозрасчетных мастерских участков игнорирует это исходное положение. Она в частности базируется на том, что «большинство затрат на содержание механизмов являются постоянными, и абсолютная сумма их остается постоянной вне зависимости от выработки на машино-смену». (см. «Указания по заполнению наряд-задания мастеру леса в лесозаготовительных предприятиях Министерства лесной промышленности СССР», 1956 г.). Во-первых, само по себе это утверждение лишено научной основы. Например, всем известно, что наиболее технически обоснованными являются нормы расхода топлива на 1 л. с. в час . Количество же силочасов работы трелевочного трактора зависит как от использования времени смены, так и от интенсивности работы, то есть от тех скоростей движения и нагрузок, которые развиваются машиной, а в конечном счете — от выработки на машино-смену. Совершенно правильно работники Городищенского ЛПХ, где хозрасчет находится на

относительно высоком уровне, нормы расхода топлива пересчитывают на 1 м^3 , то есть считают, что расход этот не постоянен на машино-смену, а, скорее, постоянен на 1 м^3 (разумеется, при прочих равных условиях). Нормы расхода тросов, установленные Министерством, рассчитаны в килограммах или погонных метрах на 1000 м^3 стрелованной или погруженной древесины и постоянны также на 1 м^3 , а не на машино-смену.

Но главное даже не в этом. Действующая методика предполагает, что затраты по содержанию механизмов складываются сами собой, пропорционально числу машино-смен. В действительности же величина всех расходов обусловлена уровнем хозяйственного руководства на участке, отношением самих рабочих к расходованию материальных ценностей, принадлежащих государству. При одном и том же числе машино-смен можно израсходовать и очень большие количества топлива, запчастей, тросов и т. д., если не следить за их расходом, и можно добиться их экономии, если пресекать расточительство и поощрять бережливость. Хозрасчет мастерских участков должен обеспечить снижение издержек производства. Для этого нужен строгий и ясный контроль конкретных издержек. Поскольку наиболее точному учету поддается кубатура древесины, то нужно стремиться к тому, чтобы как можно большее число показателей строилось в расчете на 1 м^3 . Если же ориентироваться на число машино-смен, то здесь возможны и ошибки и прямые злоупотребления. Все это говорит о том, что действующая методика определения затрат по содержанию механизмов не обеспечивает правильного, объективного отражения этих затрат и должна быть пересмотрена.

Нуждается в уточнении и порядок пересчета фонда зарплаты вспомогательных рабочих. Сумма зарплаты рабочих по подогреву воды и смазочных, охране, содержанию волоков (при повременной оплате) не зависит от объема заготовленной и отгруженной древесины и потому при пересчете планового фонда зарплаты на фактическое выполнение должна остаться неизменной. В выражении же на 1 м^3 зарплата этих рабочих, естественно, будет различной в зависимости от уровня выполнения плана по производству.

Наконец, следует включать в наряд-задание мастерскому участку и попенную плату. Попенная плата исчисляется за лес на корню, и, если древесина оставляется несваленной или нестрелованной, то сумма попенной платы на 1 м^3 увеличивается. Наоборот, при полном использовании ственного запаса попенная плата на 1 м^3 остается та же, что и в плане, или даже снизится. Таким образом достигается заинтересованность мастеров в лучшем использовании лесфонда.

Предлагаемая методика расчета затрат по мастерскому участку и выявления результата его хозрасчетной деятельности состоит в следующем.

Основная зарплата рабочих на основных работах определяется по сдельным расценкам. Указывать зарплату по операциям не имеет смысла, так как фактически начисленные суммы в настоящее время определяются в основном по комплексным расценкам (при работе малыми бригадами и звеньями), а в отчетности не требуется распределение затрат по операциям и фазам.

Различного рода премии и прогрессивные надбавки не следует включать в наряд-задание, так как их влияние на себестоимость можно правильно оценить только в рамках всего предприятия (в фабрично-заводской себестоимости). Оплата простоев и сверхурочных работ, как известно, никогда не планируется, но должна включаться в фактическую сумму зарплаты.

Зарплата на подготовительных работах в общем пропорциональна

объему древесины и в плане может быть определена по укрупненным нормативам.

Вспомогательные рабочие оплачиваются частью повременно (охрана, подогрев воды и смазочных зимой, содержание волоков) частью сдельно (персонал передвижных электростанций, пилоточи, рабочие по разгребанию снега у деревьев). Сумма зарплаты повременщиков не зависит от объема отгруженной древесины и не пересчитывается на фактическое выполнение. Зарплата вспомогательных рабочих-сдельщиков определяется в плановом размере на $1 м^3$, и фактически ее сумма сравнивается с плановой, пересчитанной на фактический объем.

Плановый расход горючего, смазочных, тросов также выводится в рублях на $1 м^3$. Для этого поступают так. Норму расхода топлива и смазочных на машино-смену делят на плановую норму выработки на машино-смену и умножают на цену $1 кг$ топлива или смазки.

Расход троса берется по действующим ценам и нормам износа на $1000 м^3$. Фактически суммы показываются в соответствии с действительным расходом топлива и материалов.

Амортизация рассчитывается на одну машину в месяц, причем в число машин включаются и подменные и резервные, закрепленные за участком. Включение амортизации в затраты мастерского участка основано на том, что участок должен добиваться выполнения и перевыполнения плана с запланированным количеством машин. Используя больше машин, чем это нужно по нормативам, участок будет иметь увеличение затрат по статье «Амортизация». Наоборот, высвобождая машины, участок получит экономию по амортизации. Например, плановое количество работающих кранов — 2; фактически 15 дней работали 2 крана и 10 дней — 1 кран, а в среднем — 1,6 крана. Сумма амортизации на 1 кран в месяц 500 руб. Следовательно, в наряд-задании амортизация кранов показывается: по плану $500 \times 2 = 1000$ руб., фактически $500 \times 1,6 = 800$ руб.; результат — экономия $800 - 1000 = -200$ руб. Очевидно, что «фактическая» сумма амортизации должна сравниваться непосредственно с плановой цифрой, без пересчета на фактическое выполнение.

Наибольшие трудности связаны с правильным и в то же время простым отражением затрат на текущий ремонт механизмов. Показывать ли эти расходы одной комплексной статьей или по элементам затрат: заработная плата, запчасти и материалы, амортизация передвижных ремонтных мастерских, энергия для станков и сварок и т. д.; включать ли в эти затраты стоимость ремонтов, выполненных в ремонтно-механических мастерских лесопункта или леспромхоза; как определять плановую и фактическую суммы затрат — на весь участок или по типам механизмов? При решении всех этих вопросов нужно стремиться к достижению как максимальной заинтересованности коллектива участка в снижении затрат по ремонту, так и к возможно большему упрощению всех расчетов. Наиболее правильным нам представляется следующий путь решения этой задачи.

Плановые расходы на ремонт определяются на основе графика технического обслуживания механизмов мастерского участка. Для основных механизмов: тракторов, лебедок, кранов, передвижных электростанций, бензопил затраты на техническое обслуживание подсчитываются в соответствии с количеством уходов и ремонтов по графику и по себестоимости одного ухода или ремонта. Для остальных механизмов плановые расходы по техническому обслуживанию можно найти по удельным затратам в рублях на один час работы или на один механизм в месяц.

В расчет включается и стоимость ремонтов, выполняемых в ремонтно-механических мастерских. Если количество ремонтов оказывается больше планового (вследствие аварии или необходимости выполнения, например, среднего ремонта вместо планового текущего), соответственно увеличивается и стоимость услуг ремонтно-механических мастерских мастерскому участку.

Разумеется, что в калькуляции технических уходов и ремонтов, выполняемых в лесу, должны включаться только прямые расходы: основная зарплата ремонтных рабочих, стоимость материалов и запчастей и затраты по содержанию передвижных ремонтных мастерских (амортизация, энергия, инструмент). Себестоимость же одного ремонта, производимого в РММ, определяется по всему кругу затрат, так как и в плане и в отчете по мастерскому участку она принимается неизменной.

При таком порядке расчета плановые затраты на текущий ремонт получают в виде комплексной статьи (см. пример). Фактические затраты участка по ремонту также группируются в комплексную статью, причем услуги ремонтно-механических мастерских включаются по фактическому количеству ремонтов и плановой себестоимости (планово-расчетной цене) одного ремонта.

Действующая отчетность предусматривает определение себестоимости содержания основных механизмов. Одной из статей здесь является сумма затрат по текущему ремонту. Поэтому определение затрат мастерского участка на текущий ремонт по отдельным механизмам не будет означать увеличение отчетности. Однако, для простоты вполне достаточно указать фактическую величину расходов по ремонту общей суммой, без разделения по типам механизмов. Зарплата ремонтных рабочих учитывается без включения премий и прогрессивных надбавок, то есть так же как и в плановых калькуляциях техуходов и ремонтов.

Следует отметить, что нет серьезных оснований пересчитывать плановые расходы по ремонту на фактическое выполнение.

Попенная плата рассчитывается на основе денежной оценки лесосек. Фактическая сумма получается путем умножения средней таксы на объем древесины, которая предназначалась к рубке на освоенной за месяц площади. Например, освоена площадь с запасом 4550 м^3 , средняя такса 1,2 руб. за м^3 , фактическая сумма попенной платы $4650 \times 1,2 = 5580$ руб. Она оказалась больше перечисленного плана ($4500 \times 1,2 = 5400$ руб.) на 180 рублей. Вместо плановых 1,2 руб. на м^3 попенная плата фактически составит $5580 : 4500 = 1,24$ руб. на м^3 . Это результат того, что с освоенной площади недобрано 150 м^3 леса. Таким образом, устанавливается влияние полноты использования лесосечного фонда на себестоимость продукции мастерского участка.

Чтобы упростить расчеты, можно сделать включение попенной платы обязательным не для всех случаев, а начиная, например, со средней таксы в 4—5 руб. за м^3 .

Случаи начисления штрафов за нарушение установленных правил лесопользования по вине мастера следует расценивать как невыполнение наряд-задания по себестоимости, независимо от результатов по другим статьям.

Включение в наряд-задание зарплаты мастеров и десятников нецелесообразно. Расход этот (сумма окладов) не зависит от работы участка, а отнесение различного рода условно-постоянных расходов затущивает результаты экономии или перерасхода, то есть зависящих от работы участка (зарплата рабочих, топливо и др.). Именно поэтому не должны относиться на мастерский участок также и общецеховые и общезаводские расходы.

Статьи затрат	Виды работ и типы механизмов	Един. измерения	Количество единиц		Плановые затраты в руб.			Фактические суммы затрат	Результат (-, +)
			по плану	фактически	на единицу	на все количество			
						плановые	фактические		
Основная зарплата рабочих	Основные работы	м ³	4000	4500	7,95	31800	35800	36700	+900
	Подготовительные работы	"	4000	4500	0,90	3610	4050	3960	-90
	Вспомогательные работы	"	—	—	—	1800	1800	1880	—
Итого						37200	41650	42460	+810
Топливо, смазочные, тросы и др. материалы	"Дружба"	м ³	4000	4500	0,12	480	540	590	+50
	ТДТ-40	"	4000	4500	1,0	4000	4500	4120	-80
	К-7	"	4000	4500	0,4	1600	1800	1560	-240
Амортизация	"Дружба"	механизм	6	6	250		1500	1500	—
	ТДТ-40		6	5	1350		8100	6750	-1350
	К-7		2	1,6	500		1000	800	-200
Текущий ремонт	"Дружба"	"	—	—	—		900	1020	+120
	ТДТ-40	"	—	—	—		4000	4170	+170
	К-7	"	—	—	—		1200	810	-390
Попевная плата	—	м ³	4000	4500	1,20	4800	5400	5580	+180
Всего затрат	—	—	—	—	—	64780	70590	69660	-930
На 1 м ³	—	—	—	—	—	16,20	15,69	15,48	-0,21

Примечание: Амортизация рассчитана по дифференцированным нормам Госстроя СССР для машин, занятых на лесозаготовках.

Эти расходы, как известно, составляют 6—7, а иногда до 10 руб. на 1 м³. Что может получиться, если их включить в себестоимость продукции мастерского участка? Допустим, что участку с месячным объемом работ в 4000 м³ установлена плановая сумма накладных расходов 30 тыс. руб., а по всем другим статьям — 70 тыс. руб. Всего затрат 100 тыс. руб., или 25 руб. на м³, в том числе без накладных расходов 17,5 руб на м³. Фактически участок отгрузил 4500 м³ и затратил на заработную плату, топливо, материалы, ремонт и другие зависящие от него расходы 81 тыс. руб.

Налицо перерасход $\frac{81}{4,5} - 17,5 = 0,5$ руб. на м³. Однако, с учетом накладных расходов себестоимость оказывается ниже плановой: $\frac{111}{4,5} = 24,7$ на м³ вместо 25 руб.

Поскольку внутризаводской хозрасчет должен явиться орудием режима экономии, он должен обеспечить заинтересованность в уменьшении конкретных трудовых и материальных затрат. Включение же накладных расходов в себестоимость продукции мастерских участков исказило бы действительную картину и ослабило борьбу за сокращение тех издержек, размер которых зависит от уровня хозрасчетной дисциплины на мастерском участке.

Пример расчета и сопоставления затрат по изложенной методике приводится в таблице на стр. 114.

Итог хозрасчетной деятельности мастерского участка выражается суммой экономии или перерасхода по всем статьям (в нашем примере — экономия 930 руб.). Затраты на 1 м³ по плану, по пересчитанному плану и фактически, показывают за счет чего достигнуто снижение себестоимости. В приведенном примере снижение получено: на 51 коп. на 1 м³ (15,69—16,20) за счет условно-постоянных расходов при перевыполнении плана отгрузки на 112,5% и на 21 коп. (15,48 — 15,69) — благодаря экономии в 930 руб. Пример показывает, что режим экономии на мастерском участке поставлен довольно слабо (наличие перерасходов по всем статьям, кроме амортизации), а снижение себестоимости достигнуто в основном вследствие перевыполнения плана по производству.

Рассмотренная методика, по нашему мнению, вполне правильно отражает характер затрат мастерских участков. В ней конкретные плановые расходы сравниваются с действительными фактическими издержками. Поэтому в борьбе за снижение себестоимости древесины она будет иметь большее стимулирующее значение, чем действующая официальная методика.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОГО ЗАПАСА ЗАГОТОВОК НА
СТЫКАХ ОПЕРАЦИОННЫХ УЧАСТКОВ В
АВТОМАТИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ ПО ДЕРЕВООБРАБОТКЕ

В. И. САНЕВ

Инженер

(Ленинградская лесотехническая академия)

Анализ * работы автоматических линий в производственных и лабораторных условиях показывает, что во всех случаях производительность сработки на операционных участках отклоняется от производительности подачи заготовок на участки. Величина этого отклонения переменна во времени и является следствием влияния внешних и внутренних возмущений системы. В целях увеличения коэффициента использования оборудования, учитывая возможные колебания производительностей, на стыках операционных участков целесообразно создавать запасы заготовок. Последние следует устанавливать внутри линии:

- а) в местах с явно выраженным изломом в технологии обработки;
- б) в местах перехода от сплошного потока к дискретному;
- в) в местах перехода от дискретного потока к сплошному.

Запас заготовок должен определяться величиной и длительностью отклонения производительности подачи от производительности обработки. В деревообрабатывающих автоматических линиях запас ни в коем случае не должен компенсировать временный выход из строя одного из операционных участков линии, так как в этом случае при значительных скоростях резания и подачах в деревообрабатывающих станках для создания запаса потребовались бы большие и громоздкие емкости.

Роль запасов заготовок, сконцентрированных на стыках участков линии, аналогична роли маховиков с неустановившимся движением. В тех случаях, когда несоответствие в производительностях на смежных участках значительно и сохраняется длительное время, при помощи запасов нельзя установить необходимую согласованность в период работы участков. В данном случае целесообразно прибегать к автоматическому регулированию производительностей.

Правильный выбор объема запаса имеет большое практическое значение как в стадии проектирования, так и в стадии эксплуатации автоматических линий.

* Работа проводилась под руководством проф. А. Э. Грубе.

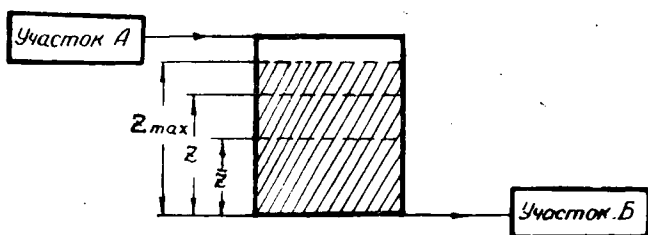


Рис. 1. Принципиальная схема автоматической линии, состоящей из двух операционных участков:

z_{max} — максимальный запас заготовок в магазине; z — текущий запас заготовок в магазинах; \bar{z} — средний запас заготовок в магазине.

В настоящей статье делается попытка теоретического исследования вопроса о величине оптимального запаса заготовок на стыках операционных участков линии.

Работа в целом была направлена на изучение условий, обеспечивающих бесперебойную работу автоматических линий.

Величина оптимального запаса заготовок определялась в предположении, что изменение производительности труда на операционных участках описывалось:

- а) элементарной моделью (синусоидой);
- б) вероятностным законом.

Поставленную задачу удобно решать в условиях работы двух операционных участков. Принципиальная схема связи двух участков в линию изображена на рис. 1.

Считаем, что участки А и Б работают нормально, если их средние производительности равны, то есть

$$P_{cp}^A = P_{cp}^B$$

Сравнивая работу двух смежных участков А и Б на рис. 1, можно отметить пять основных возможных случаев их совместной работы, а именно:

1. $P^A = P_{cp} = P^B$
2. $P^A > P_{cp} < P^B$
3. $P^A < P_{cp} > P^B$
4. $P^A < P_{cp} < P^B$
5. $P^A > P_{cp} > P^B$

а) Определим величину запаса заготовок, исходя из предположения, что производительности участков изменяются во времени по синусоидальному закону.

Предполагаем, что средняя производительность линии равна фактической производительности участка Б, то есть

$$P^A \neq P_{cp} = P^B.$$

Самым неблагоприятным законом изменения производительности участка А в этом случае следует считать такой, когда за период $0 \div t_2$ (рис. 2) в течение времени t_2 участок выдает излишек заготовок, а в течение периода $t_2 - t_1$ работает в режиме недостаточной производитель-

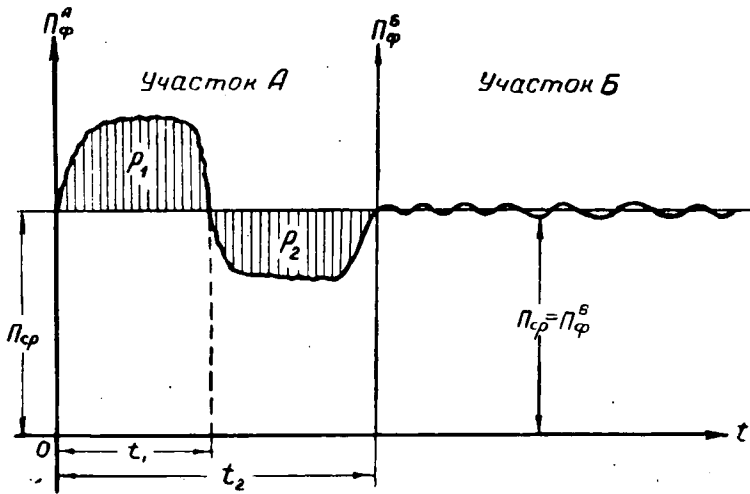


Рис. 2. График изменения производительности по операционным участкам.

$\Pi_{ср}$ — средняя производительность линии; t_1 — время работы участка А в режиме избыточной производительности; $t_2 - t_1$ — время работы участка А в режиме недостаточной производительности; ρ_1 — количество излишних заготовок, ρ_2 — количество недостающих заготовок.

ности. Если предположить, что кривая изменения производительности близка к синусоиде (рис. 2), то есть

$$\Delta\Pi = C \sin \omega t, \quad (*)$$

где $\Delta\Pi$ — изменение производительности на операционном участке (в данном случае на участке А),

C — величина наибольшего отклонения от среднего значения производительности.

Тогда можно принять, что $\rho_1 = \rho_2$, то есть количество недоданных заготовок во второй период равно количеству излишних заготовок, выданных в первый период.

Минимальный запас заготовок на стыке участков может быть выражен площадью, ограниченной полуволной синусоиды и линией, определяющей среднюю производительность.

Для определения данного запаса проинтегрируем выражение (*) в пределах $0 \div t_1$:

$$z = C \int_0^{t_1} \sin \omega t dt.$$

Выполняя интегрирование, получим:

$$z = -\frac{C}{\omega} \cdot \cos \omega t \Big|_0^{t_1} = \frac{2C}{\omega}.$$

Принимая, что период равномерной производительности равен периоду синусоидального колебания и равен

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

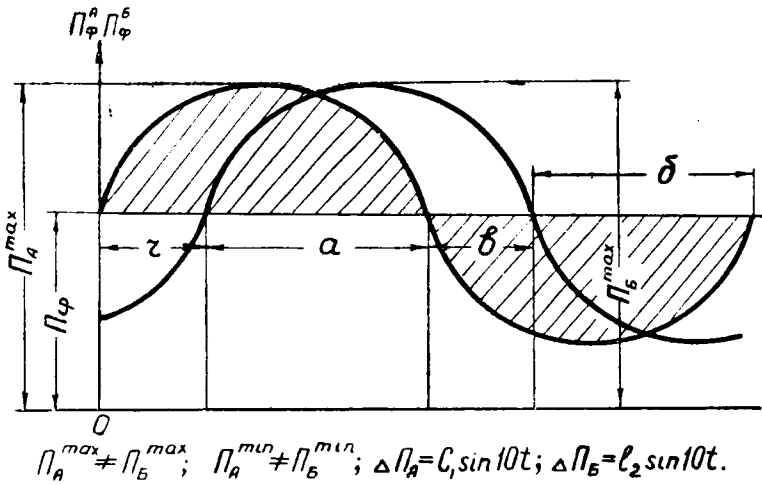


Рис. 3. График синусоидального изменения производительности на двух участках линии.

Π_{cp} — среднее значение производительности; Π_{max}^A — максимальное значение производительности участка А; Π_{max}^B — максимальное значение производительности участка Б; $a, b, c,$ — диапазоны противоположных и одноименных значений производительности.

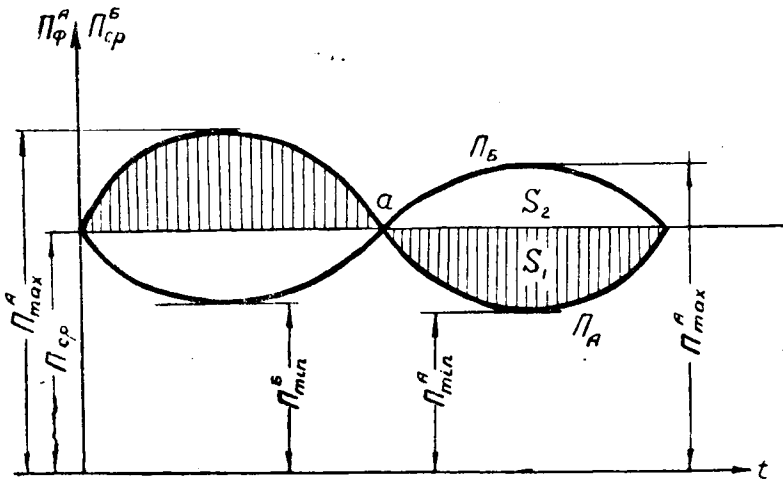


Рис. 4. График к расчету минимального запаса.

Π_{cp} — среднее значение производительности; Π_{max} — максимальное значение производительностей; Π_{min} — минимальное значение производительностей; S_1, S_2 — площади сегментов.

получим окончательно:

$$z_0 = \frac{C \cdot T}{\pi},$$

где z_0 — оптимальное значение запаса заготовок.

Далее предположим, что оба работающие участка меняют свою производительность по синусоидальным законам. Принципиальная схема

работы участков в данном варианте представлена на рис. 3. Сравнивая на графике структуру отдельных случаев, убеждаемся, что самым неблагоприятным с точки зрения опустошения магазина является случай:

$$П^А < П_{ср} < П^Б$$

Согласно рис. 4 величина минимального запаса в этом случае равна сумме площадей $S_1 + S_2$.

По аналогии с ранее полученной зависимостью можно записать

$$S_1 = \frac{C_1 \cdot T_1}{\pi}$$

$$S_2 = \frac{C_2 \cdot T_2}{\pi}$$

Величина оптимального запаса при этих условиях будет равна:

$$z_0 = \frac{1}{\pi} (C_1 T_1 + C_2 T_2).$$

Величины C_1 , C_2 , T_1 и T_2 должны быть известны из опыта. Учитывая, что при работе участков возможны случайные отклонения производительностей, превышающие величину C_1 или C_2 , в полученную формулу следует ввести коэффициент запаса, тогда формула для определения оптимальной величины запаса примет вид:

$$z_0 = \frac{k}{\pi} (C_1 T_1 + C_2 T_2).$$

Предварительно можно рекомендовать

$$k = 1,1 \div 1,25.$$

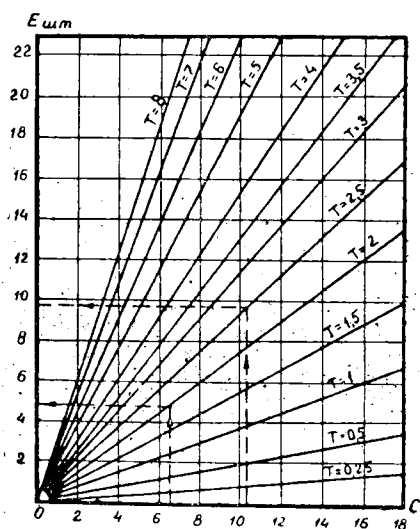


Рис. 5. Зависимость минимальной емкости магазина от периода равномерной производительности и величины наибольшего отклонения от средней производительности.

На рис. 5 приведен график изменения минимального запаса заготовок в зависимости от величины C и T .

Рассмотрим числовой пример: Пусть из опыта известно, что

$$\begin{aligned} C_1 &= 10,2 & T_1 &= 2,5 \\ C_2 &= 6,4 & T_2 &= 2,0 \end{aligned}$$

По графику на рис. 5 определяем с округлением в большую сторону до целых единиц для первого участка

$$E_1 = 10;$$

для второго участка.

$$E_2 = 5.$$

Тогда оптимальный запас заготовок равен: $z_0 = E_1 + E_2 = 15$.

б) Определим величину запаса заготовок, исходя из предположения, что производительности участков изменяются во времени

по вероятностному закону. Такое рассмотрение является более общим, чем предыдущее.

С целью установления вероятностного закона изменения производительности участков, рассмотрим представленный на рис. 6 модельный график.

Вертикальными линиями на графике отмечены примерные границы участков равномерной производительности. Горизонтальными линиями отмечены минимальные и максимальные производительности на автоматической линии, состоящей из двух операционных участков.

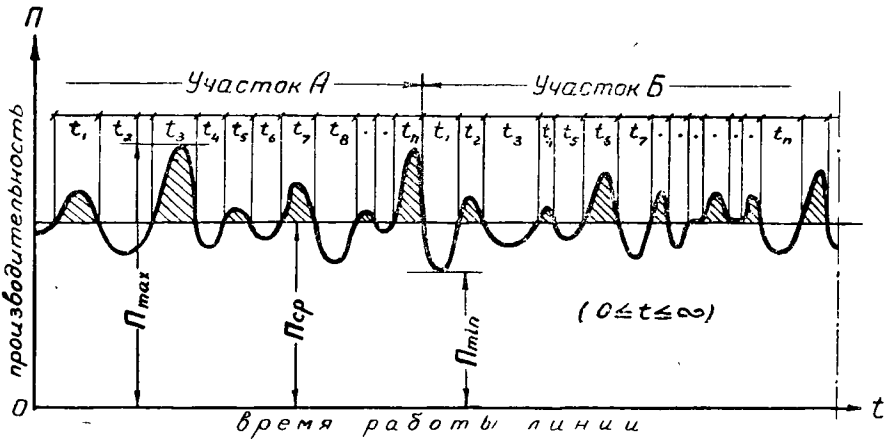


Рис. 6. Принципиальный модельный график изменения производительности по участкам автоматической линии.

$P_{ср}$ — средняя производительность; P_{max} , P_{min} — максимальная и минимальная производительности; t_1, t_2, \dots, t_n — длительность обработки на микроучастке с равномерной производительностью (с учетом микропростоев).

Можно предполагать, что в пределах длительности работы автоматической линии распределение плотности вероятности длительностей обработки на микроучастках с равномерной производительностью и микропростоями, отвечает гистограмме, которая приведена на рис. 7. Аппроксимируя практическую гистограмму теоретической кривой, которая на графике нанесена пунктиром, можно вероятностный закон работы линии записать в форме показательной кривой

$$y = A \cdot e^{-xa}.$$

С учетом того, что теоретическая кривая на рис. 7 представляет собой распределение плотностей вероятности события, окончательно вероятностный закон работы автоматической линии можно представить в форме экспоненты

$$p(t) = k \cdot e^{-kt},$$

где $p(t)$ — плотность вероятностей длительности обработки на микроучастках с равномерной производительностью (с учетом микропростоев);

t — длительность обработки на микроучастке с равномерной производительностью (с учетом микропростоев);

$k = \frac{1}{t}$ — характеристика экспоненты.

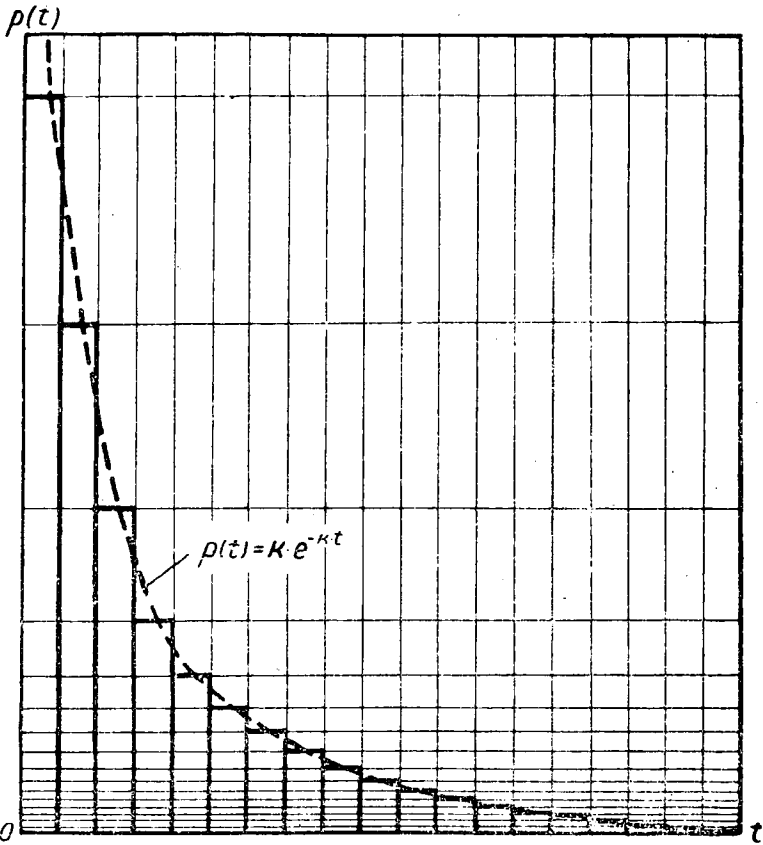


Рис. 7. Гистограмма распределения плотности вероятности длительностей обработки на микроучастках с равномерной производительностью (с учетом микропростоев).

Введем следующие обозначения:

z — текущая величина запаса заготовок;

z_n — запас заготовок в прошлом;

z_{max} — максимальный запас;

\bar{z} — средняя величина запаса;

τ — среднее значение интервала выхода заготовок с автоматической линии.

Для решения поставленной задачи удобно указанные значения запасов связать с интервалом выпуска заготовок с автоматической линии, вводя

$z\tau$ — уровень запаса заготовок в данный момент, накапливающегося за время τ ;

$(z_{max}\tau)$ — максимальный запас заготовок, накапливающийся за время τ ;

$(z_n\tau)$ — запас заготовок в прошлом, накопленных за время τ ;

$\Delta\Pi$ — величина отклонения производительности участка линии от среднего значения производительности автоматической линии Π .

Предварительно определим вероятность единичного состояния автоматической линии. Для этой цели предположим, что работающие

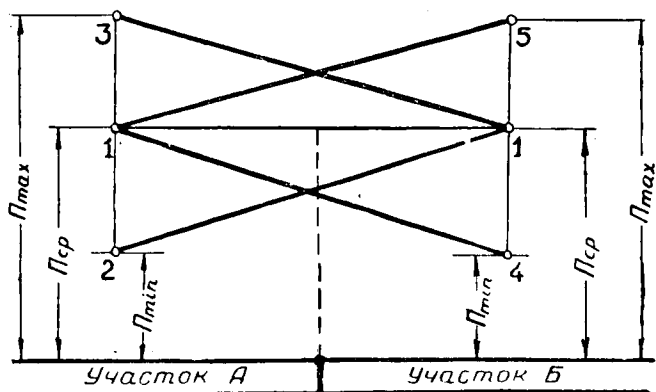


Рис. 8. Точечная схема для определения вероятности единичного состояния автоматической линии.

участки равноценны и совмещение во времени рассматриваемых событий одновременно невозможно на двух участках. Из точечной схемы (рис. 8) видно, что возможны четыре состояния автоматической линии при принятых выше условиях. Исходя из основного определения вероятности, в дальнейшем можно принять вероятность появления одного из событий равной:

$$p_c = \frac{1}{4} P(x)$$

Анализируя работу участков автоматической линии, можно отметить следующие состояния запаса заготовок в магазине:

- 1) магазин пуст $z = 0$;
- 2) магазин заполнен $z = z_{max}$;
- 3) запас заготовок находится на уровне $0 \leq z \leq z_{max}$.

Представляет значительный интерес рассмотрение двух первых случаев, так как фактически они определяют в итоге нормальный ход работы участков.

Для отмеченных состояний запаса введем вероятностные функции:

- 1) P_0 — вероятность магазину быть пустым;
- 2) $P(z_{max})$ — вероятность магазину быть полным;
- 3) $P_x(z)$ — плотность вероятности запаса находиться на уровне z .

Для раскрытия указанных характеристик воспользуемся теорией марковских процессов, согласно которой абсолютная величина характеристики каждого из n состояний системы определяется из условий полноты системы.

В нашем случае $n = 3$. Основная идея марковских процессов состоит в учете всех возможных состояний системы в любой промежуток времени. Условие полноты системы, следовательно, будет иметь вид:

$$P_0 + P(z_{max}) + \int_{(z^-)=0}^{z_{max}^-} p_x(z^-) dz^- = 1. \quad (1)$$

Перейдем к определению вероятностных характеристик системы.

Определим P_0 — вероятность магазину быть пустым.

В данный момент времени магазин может быть пустым в следующих случаях:

а) Магазин был пуст в предыдущий момент времени, когда участки работали со средними производительностями, затем предыдущий участок увеличил свою производительность. Вероятность данного случая равна:

$$P_1 = \frac{1}{4} P_0. \quad (2)$$

б) Магазин был пуст в предыдущий момент времени, когда участки работали со средними производительностями, затем последующий участок увеличил свою производительность. Вероятность данного случая равна:

$$P_2 = \frac{1}{4} P_0. \quad (3)$$

в) Магазин был полон в предшествующий момент времени, когда участки работали со средней производительностью, затем предыдущий участок снизил свою производительность и в таком режиме работал не менее чем $(\Delta_1 z_{max} \tau)$, где

$$\Delta_1 = \frac{\Delta \Pi_{cp}(1)}{\Pi_{cp}}.$$

Вероятность данного случая равна:

$$P_3 = \frac{1}{4} P(z_{max}) \cdot N(z_{max})_1,$$

где $N(z_{max})_1$ — вероятность того, что перестройка, меняющая производительность предыдущего участка, не начнется в течение времени $\Delta_1 z_{max} \tau$.

В соответствии с принятым вероятностным законом работы автоматической линии

$$P_3 = \frac{1}{4} P(z_{max}) \left(1 - \int_{t=0}^{\Delta_1 z_{max} \tau} k \cdot e^{-kt} dt \right). \quad (4)$$

г) Магазин был полон в предшествующий момент времени, когда участки работали со средней производительностью, а затем последующий участок увеличил свою производительность и в таком режиме работал не менее чем $\Delta_2 z_{max} \tau$, где

$$\Delta_2 = \frac{\Delta \Pi_{cp}(2)}{\Pi_{cp}}.$$

Вероятность данного случая равна:

$$P_4 = \frac{1}{4} P(z_{max}) \cdot N(z_{max})_2,$$

где $N(z_{max})_2$ — вероятность того, что перестройка, изменяющая производительность на последующем участке, не начнется ранее чем через $\Delta_2 z_{max} \tau$.

В соответствии с законом работы автоматической линии

$$P_4 = \frac{1}{4} P(z_{max}) \left(1 - \int_{t=0}^{\Delta_2 z_{max} \bar{\tau}} k e^{-kt} dt\right). \quad (5)$$

д) Магазин был заполнен до величины $z_n \bar{\tau}$, когда участки работали со средней производительностью, а затем предыдущий участок снизил свою производительность и в таком режиме работал не менее чем

$$\Delta_1 z_n \bar{\tau}.$$

Вероятность данного случая равна:

$$P_5 = \frac{1}{4} \int_{z_n \bar{\tau} = 0}^{z_{max} \bar{\tau}} p_x(z_n \bar{\tau}) dz_n \bar{\tau} \cdot N(z_n)_1. \quad (6)$$

где $N(z_n)_1$ — вероятность того, что предыдущий участок не изменит производительности в период $\Delta_1 z_n \bar{\tau}$.

В соответствии с принятым законом работы линии

$$P_5 = \frac{1}{4} \int_{z_n \bar{\tau} = 0}^{z_{max} \bar{\tau}} (p_x z_n \bar{\tau}) dz_n \bar{\tau} \left(1 - \int_{t=0}^{\Delta_1 z_n \bar{\tau}} k \cdot e^{-kt} dt\right).$$

е) Магазин был наполнен до величины $z_n \bar{\tau}$, когда участки работали со средней производительностью, а затем увеличил свою производительность последующий участок и в таком режиме работал не менее чем

$$\Delta_2 z_n \bar{\tau}.$$

Вероятность данного случая равна:

$$P_6 = \frac{1}{4} \int_{z_n \bar{\tau} = 0}^{z_{max} \bar{\tau}} p_x(z_n \bar{\tau}) dz_n \bar{\tau} \cdot N(z_n)_2,$$

где $N(z_n)_2$ — вероятность того, что перестройка, изменяющая производительность на последующем участке, не начнется ранее чем через $\Delta_2 z_n \bar{\tau}$.

В соответствии с принятым законом работы автоматической линии

$$P_6 = \frac{1}{4} \int_{z_n \bar{\tau} = 0}^{z_{max} \bar{\tau}} p_x(z_n \bar{\tau}) dz_n \bar{\tau} \left(1 - \int_{t=0}^{\Delta_2 z_n \bar{\tau}} k \cdot e^{-kt} dt\right) \quad (7)$$

Составив сумму единичных вероятностей и произведя возможное интегрирование, получим P_0 следующее выражение:

$$P_0 = \frac{1}{2} (P_{z_{max}}) (e^{-k\Delta_1 z_{max} \bar{\tau}} + e^{-k\Delta_2 z_{max} \bar{\tau}}) + \\ + \frac{1}{2} \int_{z_n \bar{\tau} = 0}^{z_{max} \bar{\tau}} P_x(z_n \bar{\tau}) dz_n \bar{\tau} \cdot e^{-k\Delta_1 z_n \bar{\tau}} + \frac{1}{2} \int_{z_n \bar{\tau} = 0}^{z_{max} \bar{\tau}} p_x(z_n \bar{\tau}) dz_n \bar{\tau} \cdot e^{-k\Delta_2 z_n \bar{\tau}} \quad (8)$$

Аналогичным же приемом для вероятностей $P(z_{max})$ магазину быть полным получим выражение:

$$\begin{aligned}
 P(z_{max}) &= \frac{1}{2} P_0 (e^{-k\Delta_1 z_{max}} + e^{-k\Delta_2 z_{max}}) + \\
 &+ \frac{1}{2} e^{-k\Delta_1 z_{max}} \int_{z_n=0}^{z_{max}} p_x(z_n) dz_n e^{k\Delta_1 z_n} + \\
 &+ \frac{1}{2} e^{-k\Delta_2 z_{max}} \int_{z_n=0}^{z_{max}} p_x(z_n) dz_n e^{k\Delta_2 z_n}
 \end{aligned}$$

Предполагая, что принятый вероятностный закон работы линии справедлив для каждого участка в отдельности, можно допустить, что промежуточный магазин является системой с симметричными состояниями, если участки линии равноценны, то есть в этом случае вероятность магазину быть пустым и вероятность магазину быть полным должны быть равны.

$$P_0 = P(z_{max}) \quad (10)$$

Имея в виду (8), (9) и (10) получим:

$$\begin{aligned}
 &\int_{z_n=0}^{z_{max}} p_x(z_n) dz_n \cdot e^{-k\Delta_1 z_n} + \int_{z_n=0}^{z_{max}} p_x(z_n) dz_n \cdot e^{-k\Delta_2 z_n} = \\
 &= e^{-k\Delta_1 z_{max}} \int_{z_n=0}^{z_{max}} p_x(z_n) dz_n \cdot e^{k\Delta_1 z_n} + \\
 &+ e^{k\Delta_2 z_{max}} \int_{z_n=0}^{z_{max}} p_x(z_n) dz_n \cdot e^{k\Delta_2 z_n}.
 \end{aligned}$$

Полученное равенство удовлетворяется, если функция распределения вероятностей является постоянной величиной.

Докажем данное предположение, подставив в левую и правую части равенства значение $p_x(z_n) = c$

Для левой части получим:

$$\begin{aligned}
 c \cdot \int_{z_n=0}^{z_{max}} e^{-k\Delta_1 z_n} dz_n + c \cdot \int_{z_n=0}^{z_{max}} e^{-k\Delta_2 z_n} dz_n &= \\
 = \frac{c}{k\Delta_1} (e^{-k\Delta_1 z_{max}} - 1) - \frac{c}{k\Delta_2} (e^{-k\Delta_2 z_{max}} - 1) &= \\
 = \frac{c}{k\Delta_1} (1 - e^{-k\Delta_1 z_{max}}) + \frac{c}{k\Delta_2} (1 - e^{-k\Delta_2 z_{max}}). &
 \end{aligned}$$

Для правой части:

$$\begin{aligned}
 & e^{-k\Delta_1 z_{max} \bar{\tau}} \cdot c \int_{z_n \bar{\tau} = 0}^{z_{max} \bar{\tau}} e^{k\Delta_1 z_n \bar{\tau}} \cdot dz_n \bar{\tau} + e^{-k\Delta_2 z_{max} \bar{\tau}} \cdot c \int_{z_n \bar{\tau} = 0}^{z_{max} \bar{\tau}} e^{k\Delta_2 z_n \bar{\tau}} \cdot dz_n \bar{\tau} = \\
 & = e^{-k\Delta_1 z_{max} \bar{\tau}} \cdot \frac{c}{k\Delta_1} (e^{k\Delta_1 z_{max} \bar{\tau}} - 1) + e^{-k\Delta_2 z_{max} \bar{\tau}} \cdot \frac{c}{k\Delta_2} (e^{k\Delta_2 z_{max} \bar{\tau}} - 1) = \\
 & = \frac{c}{k\Delta_1} (1 - e^{-k\Delta_1 z_{max} \bar{\tau}}) + \frac{c}{k\Delta_2} (1 - e^{-k\Delta_2 z_{max} \bar{\tau}}).
 \end{aligned}$$

Таким образом равенство удовлетворяется при $P_x(z_n \bar{\tau}) = c = \text{const}$, что доказывает справедливость предположения.

Подставим значения интегралов левой и правой части равенства в (8) и (9). Тогда при $P_0 = P(z_{max})$ получим:

$$\begin{aligned}
 P_0 = P(z_{max}) & = \frac{1}{2} P(z_{max}) (e^{-k\Delta_1 z_{max} \bar{\tau}} + e^{-k\Delta_2 z_{max} \bar{\tau}}) + \\
 & + \frac{1}{2} \frac{c}{k\Delta_1} (1 - e^{-k\Delta_1 z_{max} \bar{\tau}}) + \frac{1}{2} \frac{c}{k\Delta_2} (1 - e^{-k\Delta_2 z_{max} \bar{\tau}}).
 \end{aligned}$$

Отсюда видно, что равенство удовлетворяется, если

$$P_0 = P(z_{max}) = \frac{c}{2k} \left(\frac{1}{\Delta_1} + \frac{1}{\Delta_2} \right). \tag{11}$$

Определим при данном значении величин P_0 и $P(z_{max})$ постоянную c из условия полноты системы (1):

$$c = \frac{1}{\frac{1}{k} \left(\frac{1}{\Delta_1} + \frac{1}{\Delta_2} \right) + z_{max} \bar{\tau}} \tag{12}$$

Подставив значение c в выражение (11) для P_0 и $P(z_{max})$ имеем:

$$P_0 = P(z_{max}) = \frac{1}{2 + \frac{2z_{max} \bar{\tau} k}{\left(\frac{1}{\Delta_1} + \frac{1}{\Delta_2} \right)}}$$

При отсутствии запаса в магазине, последующий участок вынужден часть времени работать «вхолостую», что крайне нежелательно, так как снижается коэффициент загрузки станка и нарушается синхронная выдача заготовок в последующие позиции.

Учитывая, кроме того, что вероятность данного события по точечной схеме равна $\frac{1}{4}$, можно составить следующее равенство:

$$\frac{1}{4} + P_0 = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \lambda,$$

где λ — вероятность работы последующего участка «вхолостую».

Подставим значение P_0 из данного равенства в выражение (13). Тогда, произведя преобразование, получим (при $k = \frac{1}{t}$)

$$z_{max} = \frac{\bar{t}}{\tau} \left(\frac{1}{\Delta_1} + \frac{1}{\Delta_2} \right) \left(\frac{2}{\lambda} - 1 \right),$$

где \bar{t} — среднее значение периода равномерной производительности (с учетом микропростоев).

Если преобразовать последнее выражение с учетом того, что

$$\bar{\tau}\Delta_1 = \Delta\bar{\tau}_1 \text{ а } \bar{\tau}\Delta_2 = \Delta\bar{\tau}_2,$$

то окончательно получим

$$z = \left(\frac{t}{\Delta\bar{\tau}_1} + \frac{t}{\Delta\bar{\tau}_2} \right) \left(\frac{2}{\lambda} - 1 \right),$$

где $\Delta\bar{\tau}$ — величина изменения интервала выхода заготовок на соответствующем операционном участке линии.

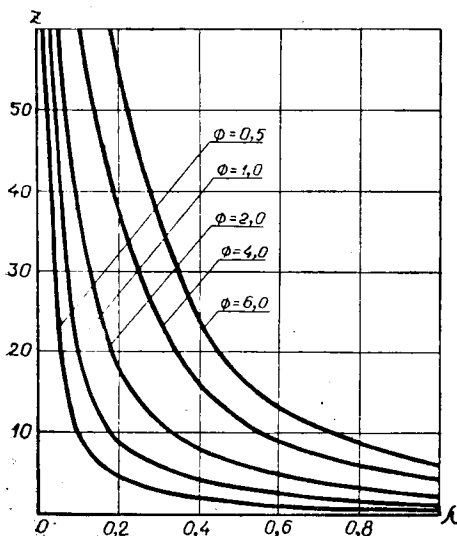


Рис. 9. График изменения величины запаса в функции (λ и Φ).

Пусть известно, что $\Delta\bar{\tau}_1 = 1$ сек, $\bar{t} = 2$ сек, $\Delta\bar{\tau}_2 = 1$ сек.

При данных значениях величин получим: $z = 3 \cdot 2 \cdot 2 = 12$ шт.

При пользовании формулой (14) следует помнить, что

$$\begin{aligned} \text{при } \Delta\bar{\tau} = 0 & \quad (\bar{t} \rightarrow \infty) \\ \text{при } \Delta\bar{\tau} > 0 & \quad (0 < \bar{t} < \infty) \end{aligned}$$

то есть указанные величины взаимозависимы. Таким образом, при вероятностном законе работы участков автоматической линии оптимальный запас является вполне определенной величиной.

Обозначим:

$$\left(\frac{\bar{t}}{\Delta\bar{\tau}_1} + \frac{\bar{t}}{\Delta\bar{\tau}_2} \right) = \Phi$$

тогда формула примет вид:

$$z = \Phi \cdot \left(\frac{2}{\lambda} - 1 \right)$$

По формуле построен график $z = f(\lambda)$, который приведен на рис. 9. Из графика видно, что диапазон изменения величины $\lambda = 0,4 \div 0,6$ можно считать оптимальным. С учетом этого окончательную формулу для определения величины запаса можно представить в виде:

$$z = 3t \left(\frac{1}{\Delta\bar{\tau}_1} + \frac{1}{\Delta\bar{\tau}_2} \right). \quad (14)$$

Приведем пример:

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ СПРЕССОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ КАК МАТЕРИАЛА ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

А. Д. ЮРИЧЕВ

Ст. преподаватель

(Поволжский лесотехнический институт)

Наиболее экономичным неметаллическим заменителем цветных металлов является спрессованная древесина. Она в 2—3 раза дешевле древесно-слоистых пластиков и в 10—12 раз дешевле текстолита. Процесс производства спрессованной древесины прост и не требует сложного оборудования.

Испытания показали, что она во многих случаях может быть полноценным заменителем цветных металлов и текстолита [2].

Однако антифрикционные и эксплуатационные свойства спрессованной древесины исследованы еще недостаточно, что в значительной степени замедляет широкое внедрение ее в промышленность.

В настоящей работе приводятся результаты испытаний, целью которых было определение относительной износостойкости и коэффициентов трения подшипников из спрессованной древесины при различных удельных нагрузках, смазках и скоростях скольжения.

Испытания проводились на специальной экспериментальной установке, принципиальная схема которой представлена на рис. 1.

Объектом испытаний являлась спрессованная древесина березы торцового гнутья, древесина контурного прессования и древесина одноосного прессования.

До прессования древесина подвергалась распариванию в парах кипящей воды.

При одноосном прессовании распаренный брусок древесины прямоугольного сечения помещался в металлическую прессформу и подвергался прессованию поперек волокон под давлением 100—150 кг/см². В результате такого прессования древесина уплотняется только в одном направлении, вдоль одной оси. В спрессованном виде брусок закреплялся в прессформе и в этом состоянии просушивался.

При контурном прессовании распаренный цилиндрический образец вдавливался в цилиндрическую прессформу с коническим приемником; прессование происходит поперек волокон, по кольцу. После запрессовки брусок подвергается сушке.

При торцовом гнутье с последующим прессованием предваритель-

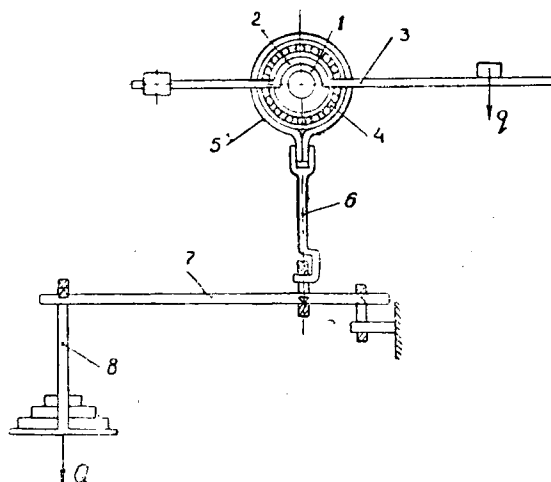


Рис. 1. Принципиальная схема установки.

1 — опытный подшипник; 2 — обойма; 3 — двулучный рычаг, приваренный к торцу обоймы; 4 — шариковый подшипник; 5 — кольцо; 6 — тяга; 7 — рычаг; 8 — подвеска с грузом.

но распаренная заготовка в виде пластинки толщиной 15—20 мм гнется на торец в специальной шинке, затем вдавливается в цилиндрическую прессформу, после чего прессуется поперек волокон и сушится.

Объемный вес используемой в опытах древесины при влажности 6—7% составлял 1,15—1,17 г/см³.

Из заготовок спрессованной древесины вытачивались вкладыши, внутренний диаметр которых равен 35 мм, толщина стенок — 5 мм, длина — 50 мм, а угол обхвата шейки вала — 120°. Во вкладышах одноосного и контурного прессования осевое давление было направлено поперек волокон, во вкладышах торцового гнутья — параллельно волокнам. Каждый вкладыш запрессовывался в металлическую оправу. Для подвода смазки в теле подшипника проделывалось сквозное отверстие, переходящее на внутренней поверхности вкладыша в канавку. Ось отверстия располагалась под углом 50—55° к направлению нагрузки. Отверстие и канавка располагались так, чтобы смазка, поступающая в канавку, захватывалась вращающейся цапфой и подавалась ею в зону трущихся поверхностей подшипника.

Перед проведением опытов вкладыши подвергались приработке. Смазка подшипников производилась веретненным маслом ЗВ, автолом 18, солидолом жировым «Л» и водопроводной водой. Минеральное масло из бачка подавалось через воронку, вставленную в отверстие в теле подшипника и далее поступало к трущимся поверхностям. Солидол подводился на рабочую поверхность подшипника при помощи масленки Штауфера, вода из водопровода — при помощи резинового шланга. Чем больше была скорость вращения, тем больше захватывалась смазки вращающейся цапфой.

Расход смазки в опытах составлял:

Минерального масла	0,15—1,15 г/мин.
Солидола	0,11—0,31 »
Воды	0,53—3,66 л/мин.

Окружная скорость (V) изменялась в пределах от 0,16 до 2,6 м/сек, а удельное давление (p) — в пределах от 3 до 40 кг/см².

Каждый вкладыш испытывался несколько раз. Результаты воспроизводились на двух и более вкладышах.

Результаты испытаний вкладышей из спрессованной древесины при смазке водой представлены на рис. 2.

Из диаграммы видно, что вкладыши, изготовленные из спрессованной древесины торцового гнуща, обладают значительно более низкими коэффициентами трения по сравнению с вкладышами, изготовленными из древесины контурного и одноосного прессования.

После испытаний рабочая поверхность вкладышей из древесины торцового гнуща была гладкой, без трещин, с зеркальным блеском. Поверхность же трения вкладышей из древесины контурного и одноосного прессования была шероховатой, причем в большей степени — у вкладышей одноосного прессования. Кроме того, древесина этих вкладышей разбухает в радиальном направлении, вследствие чего нарушается правильное и полное прилегание вала к подшипнику. У вкладышей торцового гнуща разбухания древесины в радиальном направлении не наблюдается, так как вдоль волокон древесина практически не разбухает.

Из графика на рис. 2 видно, что коэффициент трения вкладышей из спрессованной древесины при смазке водой уменьшается с увеличением удельной нагрузки до 7—10 кг/см². При дальнейшей увеличении удельной нагрузки величина коэффициента трения изменяется мало. При увеличении скорости скольжения коэффициент трения уменьшается для всех ступеней удельных нагрузок сначала быстро, затем при $V > 1$ м/сек — медленно. В опытах

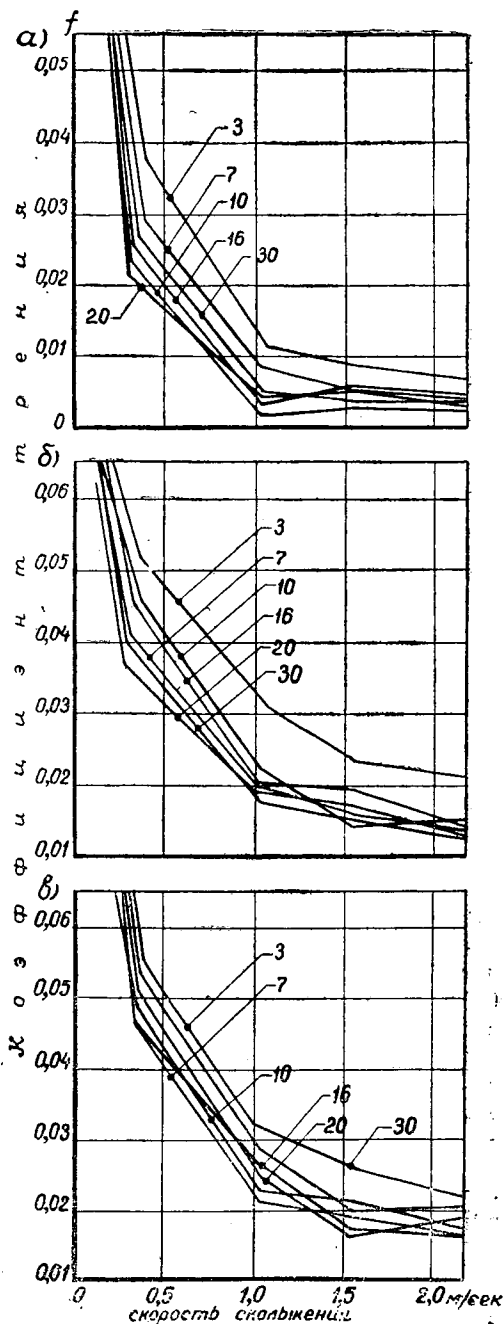


Рис. 2. Зависимость коэффициента трения от скорости скольжения и удельной нагрузки при трении со смазкой водой.

Древесина вкладыша: а — торцового гнуща; б — контурного прессования; в — одноосного прессования.

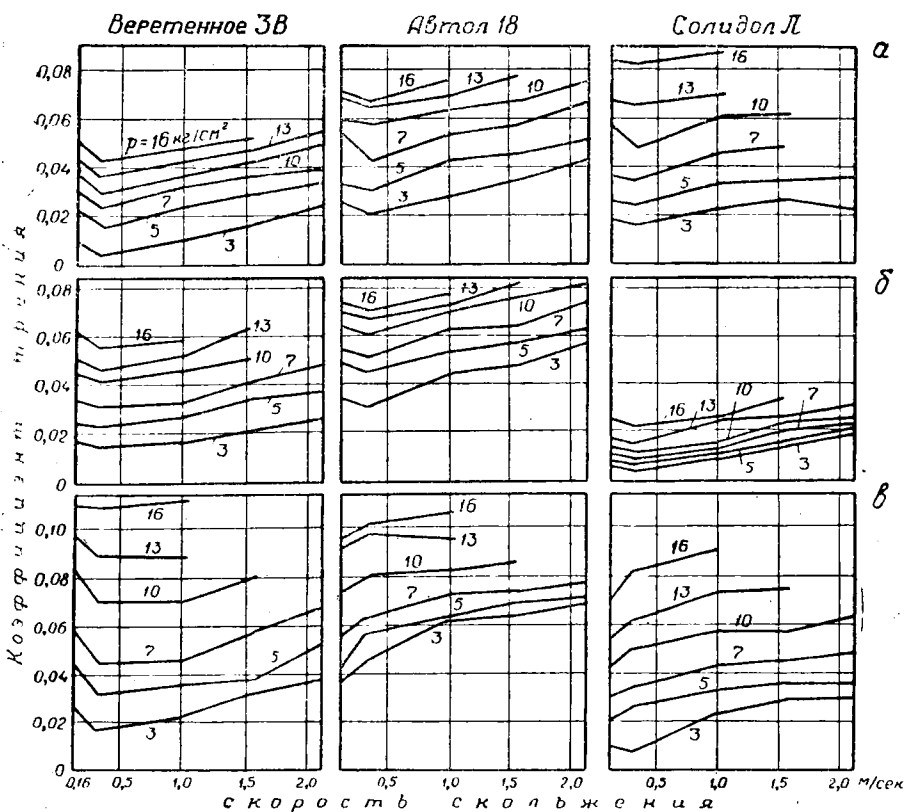


Рис. 3. Зависимость коэффициента трения от скорости скольжения и удельной нагрузки при трении на минеральных смазках.

Древесина вкладыша: а — торцового гнута; б — контурного прессования; в — одноосного прессования.

перепад температуры воды не превышает 5—7°С при расходе воды 0,033—0,232 л/мин см². При данных режимах работы и смазке водой возможности вкладышей из спрессованной древесины (в смысле увеличения удельных нагрузок и скоростей) исчерпаны не были. На основании экспериментальных данных получены аналитические зависимости коэффициентов трения от скорости скольжения и удельной нагрузки при смазке водой в виде степенной функции:

$$f = AV^B,$$

V — скорость скольжения (независимая переменная);

A и B — параметры, учитывающие влияние удельной нагрузки.

Для прессованной древесины торцового гнута параметры A и B определяются выражениями:

$$A = 0,00525 \frac{1}{p} + 0,00754,$$

$$B = 0,067 \frac{1}{p} - 1,082,$$

где p — удельная нагрузка.

Результаты испытаний вкладышей при смазке минеральными маслами представлены на рис. 3.

В зависимости от скорости вращения цапфы, расход смазки в опытах составлял 0,15—1,15 г/мин (0,0095—0,073 г/мин см²). Это обеспечивало образование нормального слоя смазки, но не было достаточным для охлаждения вала и подшипника. Следует заметить, что в большинстве случаев подшипники различных машин и механизмов не имеют искусственного охлаждения. Теплопроводами, способствующими охлаждению в этих подшипниках являются вал и тело подшипника.

Особенностью работы подшипников из спрессованной древесины на минеральных смазках без охлаждения является то, что тепло, выделяющееся в результате трения, отдается в воздух, в основном только через вал. Этим они отличаются от металлических подшипников, отдающих большую часть тепла через тело подшипника. Ограниченная отдача тепла в окружающий воздух является большим недостатком подшипников из спрессованной древесины, а также подшипников из древесных пластиков, текстолита и других неметаллических материалов. Работоспособность их зависит, главным образом, от следующих факторов: а) максимально допустимой температуры нагрева вала в подшипнике; б) марки масла; в) теплопроводности материала вала и величины его поверхности, отдающей тепло окружающему воздуху (то есть от геометрических размеров вала); г) степени циркуляции воздуха.

Нашими опытами показано, что подшипники из спрессованной древесины могут длительное время работать устойчиво при температуре вала в подшипнике 80—85°С; на короткие промежутки времени (10—15 мин) допустима температура вала до 110—120°С.

В табл. 1 приведены предельные значения удельных нагрузок, полученные при испытаниях вкладышей из спрессованной древесины. В качестве смазки использовались минеральные масла.

Таблица I

V м/сек	Прессованная древесина торцового гнущя			Древесина контурного прессования			Древесина одноосного прессования		
	$p \frac{кг}{см^2}$	$t \text{ } ^\circ\text{C}$	$\frac{pV}{\frac{кгм}{см^2сек}}$	$p \frac{кг}{см^2}$	$t \text{ } ^\circ\text{C}$	$\frac{pV}{\frac{кгм}{см^2сек}}$	$p \frac{кг}{см^2}$	$t \text{ } ^\circ\text{C}$	$\frac{pV}{\frac{кгм}{см^2сек}}$
При смазке веретенным маслом ЗВ									
0,37	16	66	5,9	16	69	5,9	16	77	5,9
1,01	10	78	10,1	7	66	7,1	7	67	7,1
1,54	7	81	10,8	5	63	7,7	5	65	7,8
2,16	5	78	10,8	5	79	10,8	3	64	6,5
При смазке автолом 18									
0,37	16	75	5,9	16	77	5,9	16	85	5,9
1,01	7	67	7,1	7	81	7,1	5	73	5,1
1,54	5	74	7,7	5	77	7,7	3	69	4,6
2,16	3	61	6,5	3	68	6,5	3	74	6,5
При смазке солидолом									
0,37	16	85	5,9	—	—	—	16	77	5,9
1,01	7	72	7,1	10	66	10,1	7	76	7,1
1,54	5	71	7,8	7	69	10,8	5	71	7,8
2,16	3	64	6,5	5	65	10,8	3	67	6,5

Рабочие поверхности вкладышей после испытаний в большинстве случаев были в хорошем состоянии, без трещин. Частичное обгорание вкладышей в местах контакта не снижало их грузоподъемности при повторных опытах.

Из диаграммы на рис. 3 видно, что при смазке подшипников минеральными маслами в условиях, когда отвод тепла не предусмотрен, коэффициент трения вкладышей из спрессованной древесины возрастает с увеличением удельной нагрузки и снижается с увеличением скорости скольжения. Но при скоростях больших $0,37$ м/сек коэффициент трения возрастает. Если в качестве смазки служит автол 18 или солидол, то коэффициент трения вкладышей из древесины одноосного прессования возрастает с увеличением как удельной нагрузки, так и скорости скольжения (рис. 3, в). Коэффициент трения вкладышей из древесины контурного прессования при солидоловой смазке уменьшается, когда удельная нагрузка увеличивается до 7 кг/см²; дальнейшее увеличение удельной нагрузки приводит к возрастанию коэффициента трения (рис. 3, б). Повышение коэффициента трения с увеличением удельной нагрузки и скорости скольжения можно объяснить нагреванием вала, которое возникло из-за того, что расход смазки не обеспечивал надлежащего отвода тепла. С повышением температуры происходит разжижение смазки, а в дальнейшем — ее подгорание и, как следствие, — повышение коэффициента трения.

Работа вкладышей из спрессованной древесины сравнивалась с работой баббитовых вкладышей (баббит марки БН). При испытании баббитовых подшипников вал нагревался значительно меньше, чем при испытании подшипников из спрессованной древесины. Коэффициент трения баббитовых подшипников с увеличением удельной нагрузки снижается для всех ступеней скоростей.

Эмпирическая зависимость коэффициента трения от скорости скольжения и удельной нагрузки при работе вкладышей на минеральных смазках выражается уравнением:

$$f = \frac{A}{V} + BV + C,$$

где V — скорость скольжения.

A , B и C — параметры, учитывающие влияние удельной нагрузки.

Для вкладышей из спрессованной древесины торцового гнутья при смазке веретенным маслом эти параметры определяются из уравнений:

$$A = 0,00012p + 0,00047$$

$$B = 0,0002p + 0,0095$$

$$C = 0,0404 \lg p - 0,0165$$

Для вкладышей из древесины контурного прессования при смазке солидолом:

$$A = 0,0008$$

$$B = 0,009$$

$$C = 0,071 \frac{1}{p} + 0,0024p - 0,0257$$

Таким образом, при смазке минеральными маслами наименьшими коэффициентами трения обладают вкладыши из древесины торцового гнутья. Смазка веретенным маслом дает в отношении снижения коэффициента трения лучшие результаты, чем смазка автолом 18. При смаз-

ке солидолом минимальные коэффициенты трения соответствуют вкладышам из древесины контурного прессования. Вкладыши из спрессованной древесины торцового гнутья и древесины одноосного прессования при смазке солидолом показывают, примерно, одинаковые результаты.

Максимально допустимая нагрузка на подшипник определяется из теплового баланса, то есть из условия равновесия между количеством тепла, образующегося при работе сил трения, и количеством тепла, отдаваемого валом окружающему воздуху при максимальной допустимой температуре ($80-85^{\circ}\text{C}$). Работа вкладышей из спрессованной древесины при диаметре вала $45-60\text{ мм}$ и $V=1,0-1,5\text{ м/сек}$ может быть допущена на минеральных смазках без охлаждения, если удельная нагрузка не превышает $7-10\text{ кг/см}^2$.

При испытании на износ условия работы трущейся пары должны быть тяжелыми, но в то же время горение смазки — недопустимо. Исходя из этих требований и на основании опытов первой группы, режим трения при испытании на износ был принят следующий: $V=1,01\text{ м/сек}$, $p=5\text{ кг/см}^2$, смазка — солидол при периодической подаче. Срок непрерывной работы вкладыша составлял 4 часа. Опыты с одной антифрикционной парой продолжались в течение 24 часов. Вся серия опытов повторялась заново для проверки воспроизводимости результатов. Износ вкладышей измерялся резьбовым микрометром; точность отсчетов составляла $0,001\text{ мм}$. В табл. 2 приведены результаты испытаний вкладышей из спрессованной древесины на износ. Данные позволяют утверждать, что наиболее износостойкими являются вкладыши из спрессованной древесины торцового гнутья, второе место занимают вкладыши из древесины контурного прессования, третье — вкладыши из древесины одноосного прессования. В этой же таблице для сравнения приведены результаты протестированных В. К. Петриченко испытаний на износ подшипников, изготовленных из различных пластиков, при капельной смазке машинным маслом С [1].

Таблица 2

Наименование материала подшипника	Удельная нагрузка $p\text{ кг/см}^2$	Окружная скорость $V\text{ м/сек}$	Изменение диаметра в мм за 50 тыс. м пробега	
			подшипника	цапфы
Спрессованная древесина торцового гнутья	5,0	1,01	0,0115	0,0008
Древесина контурного прессования	5,0	1,01	0,0302	0,0
Древесина одноосного прессования	5,0	1,01	0,0456	0,0
Слоистый древесный пластик ДСП-В	4,0	1,5	0,0130	0,0021
Древесный пластик из крошки шпона	4,0	2,5	0,0064	0,0028
Древесный пластик из крошки шпона	6,5	1,5	0,00198	0,0093
Текстолит	3,0	2,5	0,0146	—
Текстолит	12,0	1,5	0,0156	0,0034
Текстолит	7,0	2,5	0,0084	0,0031

Несмотря на некоторые несовпадения условий постановки опытов, из приводимых в табл. 2 данных можно сделать следующие выводы:

1. Спрессованная древесина торцового гнутья и древесные пластики (ДСП и из крошки шпона) обладают, примерно, одинаковой износостойкостью.

2. Древесные пластики и текстолит вызывают бóльший износ вала, чем спрессованная древесина.

Спрессованная древесина во многих случаях может служить ценным заменителем цветных металлов и других дефицитных антифрикционных материалов. Этот дешевый материал, по своим антифрикционным свойствам не уступающий древесным пластикам, может применяться в узлах трения многих машин и механизмов как в лесной промышленности, так и в общем машиностроении, например:

а) в дышловых подшипниках и ползунах крейцкопфов узкоколейных паровозов;

б) в буксирах лесовозных вагонеток грузоподъемностью 2,5—3,0 т;

в) в подшипниках осей барабанов трелевочных лебедок;

г) в узлах трения сплочных машин, элеваторов, кранов, лесопильных рам;

д) в дейдвудных втулках речных и морских катеров, в подшипниках флотационных машин, шнеков, растворомешалок, ленточных транспортеров и многих других машин и механизмов, применяющихся в различных отраслях промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. К. Петриченко. Антифрикционные материалы и подшипники скольжения. Машгиз, 1954. [2]. П. Н. Хухрянский. Дерево вместо металла. Воронежское книжное издательство, 1956.

Поступила в редакцию
6 января 1958 г.

ВЛИЯНИЕ УГЛОВ РЕЗАНИЯ И КОСОЙ ЗАТОЧКИ НА УДЕЛЬНУЮ РАБОТУ РЕЗАНИЯ ПРИ ПРОДОЛЬНОМ ПИЛЕНИИ

А. А. СМИРНОВ

Кандидат технических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Опыты были проведены на обыкновенном универсальном круглопильном станке. Резание древесины и надвигание ее на пилу производилось от отдельных моторов.

Для определения полезной мощности при резании применялся комбинированный метод электрических измерений в соединении с замерами торможения, который дает возможность исключить при проведении опытов потери мощности на преодоление вредных сопротивлений. Этот метод заключается в следующем: на пильный вал вместо пилы насаживается тормозной шкив, нагружаемый грузами различной величины (рис. 1). Полезная мощность, отдаваемая на тормозном шкиве, определялась по формуле:

$$N_{\text{пол}} = \frac{(Q - q)V}{102} \text{ квт},$$

где Q — величина груза в кг;

q — показание динамометра в кг;

V — окружная скорость на тормозном шкиве в м/сек.

Одновременно с измерением полезной мощности фиксировалась мощность, подведенная к мотору, который приводит в действие станок. Зная подведенную мощность $N_{\text{под}}$ и полезную на шкиве, можно определить к. п. д. станка при различной степени его нагружения. Для того, чтобы во время проведения опытов не вычислять полезную мощность резания, на основании тарировки, то есть записей подведенной и вычисленной полезной мощности, строился график зависимости $N_{\text{пол}} = f(N_{\text{под}})$ (рис. 2). График целесообразнее строить, откладывая по оси абсцисс значение подводимой мощности за вычетом мощности холостого хода. Это упрощает пользование графиком во время опытов. Если подведенная мощность фиксируется самопишущим ваттметром, который применялся нами при проведении опытов, то достаточно измерить высоту ординаты записи на ленте ваттметра, вычесть значение мощности холостого хода и по этой разности можно определить полезную мощность резания.

Для снятия одной опытной точки производилось 10—15 резов (однородной древесины) и, чтобы получить по возможности сравнимые дан-

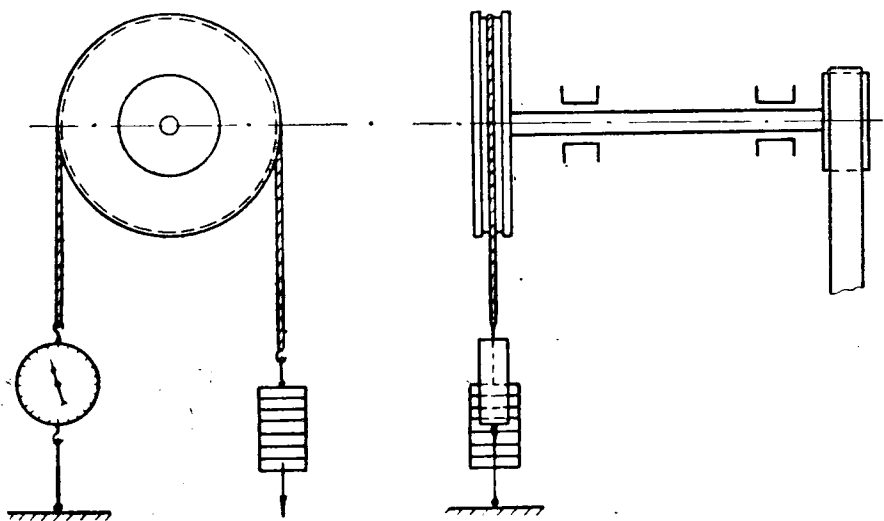


Рис. 1.

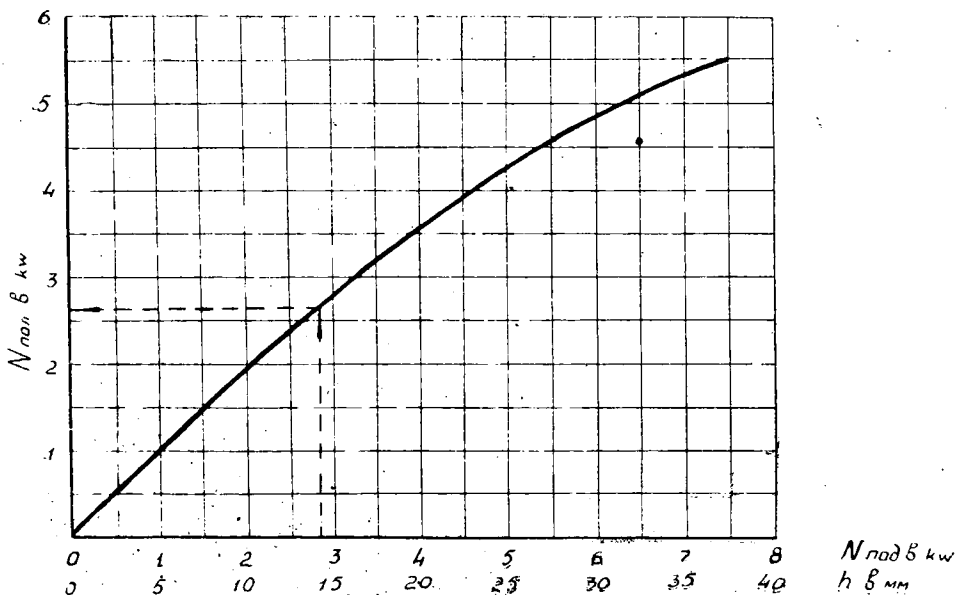


Рис. 2.

ные для различных опытных точек, одновременно раскраивалось 10—15 досок шириной 18—20 см. Погрешность измерения, вычисленная способом наименьших квадратов, не превосходила 3%.

Число оборотов пильного вала во время тарировки и опытов измерялось тахометром, ширина пропила — щупом, а высота пропила — штангенциркулем. Опыты производились при продольном пилении сосновых досок толщиной 25 мм.

Древесина для распиловки подбиралась, по возможности, однородная; для опытов по выявлению влияния угла резания — влажность $W = 25\%$ и объемный вес $\gamma_0 = 0,5 \text{ г/см}^3$ и по выявлению влияния косой заточки $W = 12\text{—}15\%$ и $W = 35\text{—}40\%$ при $\gamma_0 = 0,4 \text{ г/см}^3$.

Влияние угла резания

Угол резания при проведении опытов варьировался за счет изменения угла заточки передней грани при постоянном значении угла заточки задней грани зуба равного 20° .

Параметрами в опытах служили:

Диаметр пилы	$D = 350$ мм;
Количество зубьев	$z = 38$ мм;
Толщина пилы	$S = 1,8$ мм;
Развод зубьев пил	$s = 0,65$ мм;
Число оборотов пильного вала	$n = 765$ об/мин;
Скорость резания	$V = 14,5$ м/сек;
Угол встречи	$\psi = 50^\circ$;
Скорость подачи	$u = 4,07 \div 32$ м/мин;
Соответственно подача на зуб	$c = 0,141 \div 1,110$ мм
Средняя толщина стружки, снимаемая одним зубом	$l_{\text{ср}} = cS \sin \psi =$ $= 0,107 \div 0,840$ мм

Удельная работа резания определялась по формуле:

$$k = \frac{102 N_{\text{рез}}}{bhu} \text{ кгм/см}^3,$$

где b — ширина пропила;

h — высота пропила.

Полученные значения удельной работы резания в зависимости от угла резания δ при различной средней толщине стружки представлены в табл. 1.

Таблица 1

Угол резания в градусах	Удельная работа резания в кгм/см ³ при			
	$l_{\text{ср}} = 0,107$ мм	$l_{\text{ср}} = 0,247$ мм	$l_{\text{ср}} = 0,495$ мм	$l_{\text{ср}} = 0,840$ мм
90	8,40	6,20	5,00	4,20
80	7,88	5,86	4,62	3,83
75	7,50	5,70	4,50	3,62
60	7,06	4,56	3,72	3,06
50	5,74	4,28	3,40	2,85
42	5,64	4,33	3,90	3,40

Из сопоставления приведенных данных следует, что удельная работа резания уменьшается при уменьшении угла резания от 90° до 50° . Это является результатом того, что угол заострения уменьшается и условия перерезывания волокон становятся наиболее благоприятными.

При значении угла резания $\delta = 42^\circ$ и средних толщинах стружки $0,247—0,495—0,840$ мм наблюдается некоторое увеличение удельной работы резания. Это можно объяснить тем, что угол заострения становится незначительным. $\beta = \delta - \alpha = 42^\circ - 20^\circ = 22^\circ$, зуб оказывается неустойчивым и, вследствие вибрации зуба условия перерезания волокон ухудшаются; наблюдается вырыв волокон, за счет чего возрастает удельная работа резания.

Опыты производились при различных толщинах стружки. Это дало возможность установить зависимость между средней толщиной стружки, снимаемой одним зубом пилы, и удельной работой резания. При увеличении толщины стружки, снимаемой одним зубом, удельная работа

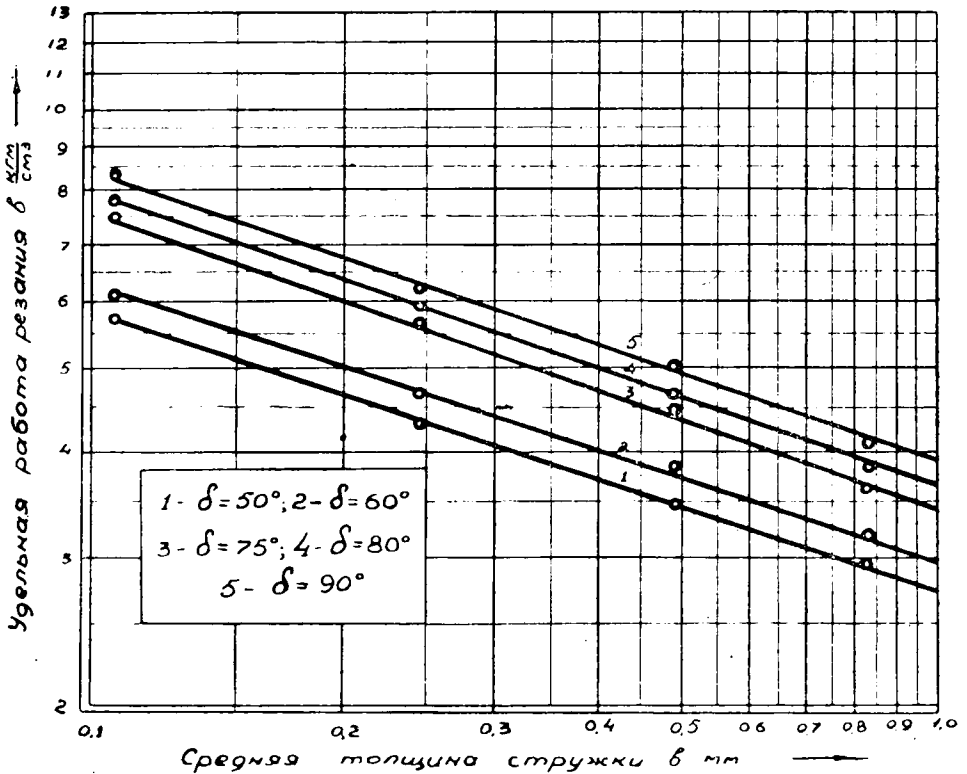


Рис. 3.

резания уменьшается. Зависимость $k = f(l_{cp})$ в полулогарифмических координатах показана на рис. 3 и может быть выражена уравнением:

$$k = \frac{k_1}{l_{cp}^m}$$

Показатель степени m не зависит от $\angle \delta$ и получился равным 0,35.

Значения удельной работы резания, приведенные к $l_{cp} = 1 \text{ мм}$, получились различные.

Угол резания δ	= 90°	80°	75°	60°	50°
Удельная работа резания k_1	= 3,86	3,61	3,47	2,85	2,63

Значение k_1 при $\delta = 42^\circ$ для определения аналитической зависимости не учитывалось.

Влияние косой заточки передней и задней граней зубьев пил

На производстве для продольной распиловки в большинстве случаев применяются пилы с нормальной заточкой передних и задних граней зубьев (рис. 4, а).

Значительно реже для продольной распиловки (только в столярно-мебельном производстве) применяются круглые пилы с зубьями, заточка задней и передней граней которых производится под некоторым углом к плоскости полотна пилы. Этот вид заточки называется косым (рис. 4, б и в). Направление скашивания последовательно меняется для

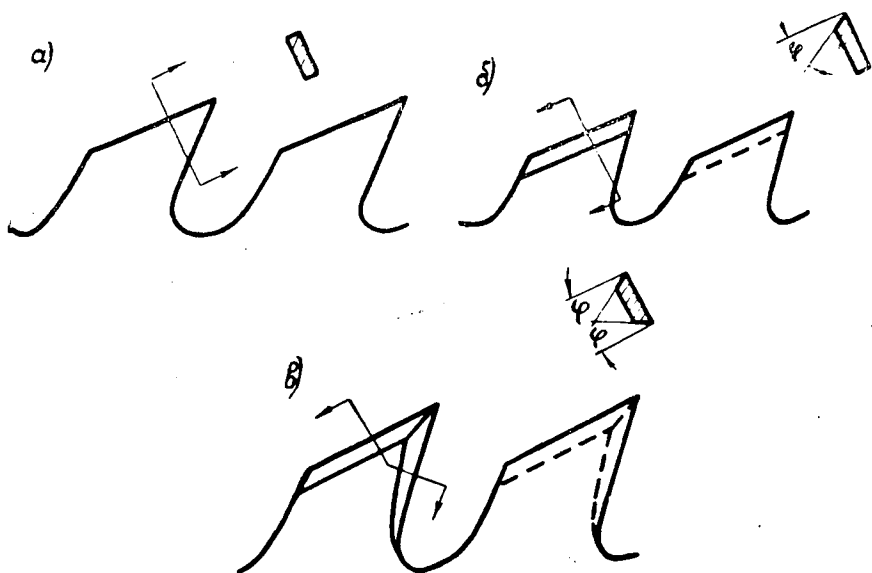


Рис. 4.

каждого зуба в зависимости от развода зубьев. Косо заточены могут быть как задняя или передняя грани зуба в отдельности, так и одновременно обе грани зуба, подобно заточке зубьев пил, предназначенных для поперечной распиловки. Нами проводились опыты по определению влияния заточки зубьев круглых пил на мощность и удельную работу резания при различных скоростях подачи на зуб, различных скоростях резания и разной влажности древесины.

Исследовались три вида заточки: нормальная, косая задней грани, косая задней и передней граней.

Угол скоса передней и задней граней был равен $\varphi = 30^\circ$ и в процессе экспериментов оставался неизменным.

Постоянными при проведении опытов были следующие величины:

Диаметр пилы	$D = 325$ мм;
Количество зубьев	$z = 44$ зуба;
Угол резания	$\delta = 67^\circ$;
Передний угол	$\gamma = 23^\circ$;
Угол заострения	$\alpha = 45^\circ$;
Высота пропила	$h = 25$ мм;
Ширина пропила	$b = 3,3$ мм;
Объемный вес древесины (сосна)	$\gamma^0 = 0,47$ г/см ³ .

Обработанные результаты опытов представлены в табл. 2.

Из сопоставления данных табл. 2 видно, что при продольном пилении сухой древесины пилой, зубья которой имеют косую заточку задней и передней граней, удельная работа резания, независимо от средней толщины стружки, уменьшается, а при пилении влажной древесины — увеличивается.

Можно считать, что при косой заточке только задней грани зуба независимо от влажности, удельная работа резания уменьшается; некоторое исключение составляют значения k при $l_{\text{ср}} = 0,337$ и $0,697$, $V = 13$ м/сек и $W = 12 - 15\%$. Уменьшение удельной работы резания при продольном пилении пилами с зубьями, имеющими косую заточку задней грани, можно объяснить тем, что улучшаются условия перере-

Таблица 2

Средняя толщина стружек $l_{\text{ср}}$ в мм	Удельная работа резания K'' в кгм/см ³ при		
	нормальной заточке	косой заточке задней грани	косой заточке задней и пер- едней граней
	$U = 13$ м/сек	$W = 35-40\%$	
0,085	6,40	6,15	6,85
0,130	5,45	5,03	—
0,198	4,75	—	5,10
0,337	3,83	3,55	—
0,515	3,14	—	3,75
0,697	2,90	3,82	3,34
	$U = 13$ м/сек	$W = 12-15\%$	
0,085	5,05	4,90	2,30
0,140	4,38	4,20	3,85
0,337	3,10	3,12	2,96
0,697	2,40	2,56	2,30
	$U = 50$ м/сек	$W = 35-40\%$	
0,033	10,60	10,10	11,40
0,073	7,60	7,20	8,35
0,188	5,60	5,13	5,90
0,255	5,00	4,65	5,50
	$U = 50$ м/сек	$W = 12-15\%$	
0,032	8,95	—	6,70
0,125	5,50	—	4,40
0,189	4,05	—	3,92
0,255	4,15	—	3,68

зания волокон торцевой частью зуба, по сравнению с условиями перерезания нормальным зубом, зуб внедряется в этом случае в древесину под углом ε (рис. 5), а при нормальной заточке под углом 90° . Увеличение удельной работы резания при продольном пилении влажной древесины пилами с зубьями, имеющими косую заточку передней и задней граней, по сравнению с удельной работой резания при пилении пилами, зубья которых заточены нормально, можно объяснить тем, что в первом

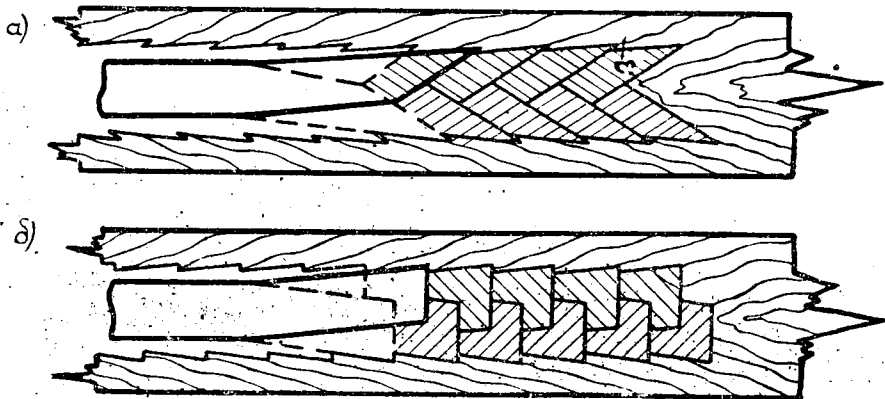


Рис. 5.

случае зуб внедряется в древесину, как клин. Вследствие этого возникают большие силы трения, которые, несмотря на уменьшение сопротивления перерезанию волокон, вызывают увеличение удельной работы резания. При пилении сухой древесины силы трения меньше; поэтому при косой заточке передней и задней граней зубьев удельная работа резания уменьшается.

Улучшение качества распиловки наблюдалось только при косо́й заточке задней грани. При косо́й заточке задней и передней грани зуба, как при пилении влажной древесины, а также и сухой, качество распила хуже, чем при пилении пилами с нормальной заточкой зубьев.

Анализируя результаты проведенных опытов, можно сделать вывод, что при продольном пилении (особенно влажной древесины) косую заточку задней и передней граней зубьев круглых пил применять нецелесообразно, так как ни в отношении экономии энергии, ни в отношении качества распиловки никакого эффекта не наблюдается. Косая заточка только задней грани по сравнению с нормальной даст некоторые преимущества в отношении экономии электроэнергии и качества распиловки. Поэтому там, где имеются автоматы для заточки пил с механизмом, позволяющим производить косую заточку, можно рекомендовать для продольной распиловки применение пил с косо́й заточкой задней грани зуба.

Поступила в редакцию
25 января 1958 г.

ДРЕВЕСНО-СЛОИСТЫЙ ПЛАСТИК — ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНЫЙ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

В. С. МАРЕЕВ

Инженер

(Московский лесотехнический институт)

Коммунистическая партия и Советское правительство неоднократно указывали на важность и необходимость внедрения в промышленное производство заменителей дефицитных и дорогостоящих видов сырья и материалов.

В настоящее время многочисленные электроизоляционные материалы, в частности, листовые пластики, применяемые в электротехнической и во многих других отраслях промышленности, еще дороги и производятся в недостаточном количестве. К таким материалам относятся: текстолит, стеклотекстолит, асботекстолит, фибра и др.

Предусмотренное Директивами XX съезда КПСС мощное развитие всех отраслей народного хозяйства, и в особенности быстрый рост производства электроэнергии, вызовет соответствующее увеличение потребности в указанных электроизоляционных листовых материалах. Для их производства потребуются дополнительные расходы дефицитного сырья и вложение значительных средств.

Интенсивные поиски заменителей дефицитных и дорогостоящих электроизоляционных материалов, среди которых видное место занимает древесно-слоистый пластик (ранее он назывался «лигнофоль»).

Древесно-слоистый пластик («ДСП») представляет собой твердый и прочный продукт темно-коричневого цвета, получаемый при помощи механической, химической и термической обработки. Основными компонентами сырья для производства ДСП служат древесина (около 80%) и фенольно- или крезольноформальдегидовые смолы (около 20%). ДСП выпускается деревообрабатывающей промышленностью в виде плит или листов различного формата.

В настоящее время десятки предприятий уже применяют ДСП в качестве электроизоляционного листового и плиточного материала, в том числе и такие крупнейшие предприятия электротехнической промышленности, как ленинградские заводы «Электроаппарат», «Электросила», свердловский завод «Уралэлектроаппарат» и др.

По основным диэлектрическим свойствам ДСП мало уступает широкоизвестным диэлектрикам — текстолиту, гетинаксу, эбониту, фибре,

промасленной льняным маслом древесине бука. Достаточно сказать, что ДСП теперь широко применяется в качестве электроизоляционного материала в современных мощнейших электрических машинах и аппаратах, работающих под напряжением в 400 000 вольт.

Из ДСП изготавливаются направляющие штанги, различные токоизолирующие прокладки, диски, перегородки, шпильки для трансформаторов, масляных и воздушных выключателей, гидрогенераторов, ртутных выпрямителей.

Детали из ДСП в машинах и аппаратах эксплуатируются в тяжелых условиях. Они находятся под нагрузкой либо на открытом воздухе, либо в масле при температуре от -45° до $+105^{\circ}$ С, либо одной частью в воздухе, другой — в масле. Они также подвергаются периодическому воздействию механических нагрузок на растяжение и сжатие вдоль волокон, изгиб и скалывание.

ДСП по диэлектрическим свойствам часто даже превосходит указанные выше материалы. Например, завод «Уралэлектроаппарат» в течение почти десятилетнего периода применения ДСП в выпускаемых им аппаратах не получил ни одной рекламации от служб энергосистем, тогда как аналогичные детали, изготовленные из гетинакса, текстолита, пропитанной льняным маслом древесины бука, были причиной большого количества тяжелых аварий в энергосистемах.

Исследования применения ДСП как электроизоляционного материала, проведенные на ленинградском заводе «Электроаппарат» и частично на свердловском заводе «Уралэлектроаппарат» показали, что он не только заменяет большое количество материалов, но и дает значительный экономический эффект в результате снижения себестоимости изготавливаемых деталей и сокращения потребных оборотных средств.

Завод «Электроаппарат» применяет ДСП с 1950 года. На предприятии из года в год увеличивается потребление этого материала и расширяется область его использования. В настоящий период завод ежегодно потребляет около 60 т ДСП, заменяя им текстолит, гетинакс и другие материалы.

Текстолит заменяется на ДСП как дефицитный и дорогостоящий материал, а гетинакс и другие материалы заменяются чаще всего в порядке технического совершенствования электрических аппаратов и машин. Ввиду этого, экономия в стоимостном выражении возникает на предприятии в основном от замены текстолита.

В 1956 году на заводе «Электроаппарат» в результате замены деталей из электротехнического текстолита деталями из ДСП высвобождено из потребления 21,7 т текстолита. Общая экономия от этой замены, согласно нашим расчетам, составляет 508,0 тыс. руб. в год, а экономия на каждой тонне применяемого ДСП — 23,4 тыс. руб.

Трудовые затраты на изготовление деталей из плит ДСП и из текстолита равновелики, так как форма и свойства этих материалов аналогичны.

Наибольший интерес представляют затраты труда на изготовление деталей из ДСП и текстолита, включающие затраты на первичную обработку сырья (затраты на выращивание сырья и капитальные вложения в производство первого и второго продукта условно принимаются равными), изготовление полуфабрикатов и, наконец, самих деталей.

При изготовлении текстолита в основном имеют место следующие затраты труда:

- а) на прядение пряжи из хлопка;
- б) на ткачество тканей из пряжи;
- в) на изготовление из тканей собственно текстолита.

Данные соответствующих расчетов (по средним нормам легкой промышленности) показывают, что удельный расход рабочей силы на изготовление одного метра тканей, идущих на производство текстолита (нами приняты бязь — арт. 592 и миткаль — арт. 886), составляет: на прядение — 0,029 человеко-часа, а на ткачество — 0,072 человеко-часа.

Известно, что в текстолите содержится по весу 54% тканей, или 540 кг в 1 т материала. С учетом отходов при обрезке текстолитовых плит расход тканей составляет 570 кг (5800—7700 пог. м, имея в виду, что вес 1 пог. м 74—98 г).

Отсюда затраты труда на изготовление тканей, расходуемых на 1 т текстолита, определяются в среднем в 690 человеко-часов.

Затраты труда на подготовку тканей и отпрессовку из них 1 т текстолита равны (по данным Орехово-Зуевского завода «Карболит») 88 человеко-часам.

Затраты же труда, необходимые для изготовления 1 т ДСП, складывающиеся из затрат на заготовку древесины и ее обработку до получения готового продукта, соответственно равны 26 и 69 человеко-часам.

Следовательно, экономия трудовых ресурсов на каждой тонне применяемого взамен текстолита ДСП составляет: $(690 + 88) - (26 + 69) = 684$ человеко-часа. Эта экономия в целом по заводу «Электроаппарат» равна около 15,0 тыс. человеко-часов. Кроме того, на каждой тонне применяемого ДСП экономится около 6000 пог. м хлопчатобумажных тяжелых или свыше 7000 пог. м тонких тканей.

Следует также отметить, что по сравнению с производством ДСП на производство текстолита расходуется почти в 2,5 раза больше связующих материалов, для получения которых требуются такие дефицитные вещества, как фенол и спирт.

Высокое содержание смолы в текстолите, а также в гетинаксе и других заменяемых материалах, ухудшает условия труда, поскольку при механической обработке деталей смола способствует обильному выделению вредной пыли.

Кроме того, повышенное содержание смолы в материалах вызывает сравнительно большой удельный расход режущего инструмента. Например, фрезеровка текстолитовых заготовок толщиной 55 мм требует в 5—8 раз большего количества заточек инструмента, чем фрезеровка тех же заготовок из ДСП.

Экономия от снижения себестоимости изготавливаемых деталей оказывается равной 23,4 тыс. руб. на каждую тонну применяемого ДСП. Это обусловлено равновеликими затратами на процесс производства деталей из плит ДСП и текстолита.

Не менее интересны результаты исследования по одному из основных экономических показателей — по размерам оборотных средств, занятых в незавершенном производстве.

Соответствующие расчеты, которые здесь не приводятся, показали, что на заводе «Электроаппарат» вследствие замены деталей из текстолита деталями из ДСП сумма оборотных средств, занятых в незавершенном производстве по этим деталям, сократилась более чем в три раза.

Экономия оборотных средств на каждой тонне применяемого ДСП составила свыше 90 руб.

Свердловский завод «Уралэлектроаппарат» начал применять ДСП с 1945 года, то есть несколько раньше родственного ему ленинградского завода.

В настоящее время завод «Уралэлектроаппарат» является самым крупным потребителем ДСП, объем потребления которого достигает 200 т в год.

Характерная особенность использования ДСП на свердловском заводе заключается в том, что он применяет детали из этого материала не только в выпускаемых им аппаратах, но и в крупных электрических машинах, в частности, в гидрогенераторах для современных ГЭС.

Для гидрогенераторов из ДСП изготавливаются, взамен текстолитовых, шайбы, служащие изолирующими прокладками в катушках роторов и статоров. Размеры таких шайб доходят до 2,5 м длины и до 0,5 м ширины, при толщине материала 30 мм. Эти детали из ДСП обеспечивают технические требования эксплуатации не хуже текстолитовых деталей.

Несмотря на указанные особенности использования ДСП на заводе «Уралэлектроаппарат», удельная экономия на тонну применяемого материала по всем технико-экономическим показателям оказывается примерно такой же, что и при его применении на ленинградском заводе «Электроаппарат».

Только от замены текстолита завод «Уралэлектроаппарат» дает народному хозяйству страны ежегодную экономию в 2,5—3,0 млн. руб.

Несмотря на высокую экономическую эффективность применения ДСП в качестве электроизоляционного материала, все же в настоящее время имеются существенные недостатки, тормозящие широкое внедрение этого материала в промышленность.

К основным из них можно отнести следующие:

1. Истекающий на многих предприятиях весьма эффективный опыт применения ДСП очень слабо распространяется среди широкого круга работников промышленности.

Сотни предприятий различных отраслей промышленности до сих пор применяют текстолит, который во многих случаях с успехом может быть заменен ДСП. Такая замена позволила бы дать народному хозяйству страны десятки миллионов рублей дополнительной экономии, а также сберечь огромное количество трудовых ресурсов и дефицитных материалов.

Следовательно, популяризация опыта применения ДСП в промышленности является актуальной и неотложной задачей, затяжка в решении которой приносит народному хозяйству большой ущерб.

Очевидно, поскольку теперь имеются достаточно убедительные опыты, доказывающие преимущества применения ДСП, планирующим и распорядительным органам следует изучить возможности использования этого материала на конкретных предприятиях различных отраслей промышленности и в централизованном порядке обеспечить более широкое его внедрение в производство.

2. Предприятия-потребители ДСП, успешно заменившие толстолистовой текстолит (от 6 мм и выше), вынуждены еще в значительном объеме потреблять тонколистовой текстолит, который дороже в 2—5 раз, чем толстолистовой текстолит, и в 7—20 раз, чем ДСП.

Это положение объясняется тем, что деревообрабатывающая промышленность недостаточно развернула производство ДСП различных толщин и марок.

3. Объем производства ДСП обычных марок также уже не удовлетворяет спроса потребителей. Так, заявки предприятий-потребителей ДСП в 1956 году были удовлетворены промышленностью только на 70%.

Для разрешения таких конъюнктурных вопросов необходимо в 10*

первый период в 1,5—2 раза увеличить объем производства ДСП, для чего в деревообрабатывающей промышленности имеются достаточные резервы мощностей. Необходимо форсировать также значительное расширение производства тонколистового ДСП.

Указанные основные недостатки, препятствующие более широкому внедрению в практику производства экономически эффективного материала, должны быть безусловно ликвидированы.

Поступила в редакцию
24 марта 1958 г.

О ВЛИЯНИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ НА СЕБЕСТОИМОСТЬ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Н. В. НИКИТИН

Доцент, кандидат технических наук

Л. А. СИДОРОВА

Ассистент

(Архангельский лесотехнический институт)

Себестоимость продукции является важнейшим качественным показателем, характеризующим уровень всей работы промышленного предприятия. В образовании себестоимости продукции участвуют такие группы затрат, как расходы по содержанию и эксплуатации основных средств, заработная плата рабочих, стоимость сырья, основных и вспомогательных материалов, управленческие и общепроизводственные расходы. Несмотря на относительную самостоятельность этих групп затрат, все они в то же время имеют определенную взаимосвязь.

В данной работе показано, как влияют на величину себестоимости продукции затраты, связанные с эксплуатацией основных средств. Основные средства участвуют в образовании себестоимости продукции в виде амортизационных отчислений, затрат на текущий ремонт, на технический надзор за работой оборудования и проч.

Величина этих расходов зависит от степени изношенности оборудования, качества ремонта, ухода и правильной эксплуатации в процессе работы. Эти факторы могут уменьшать или увеличивать расходы на единицу продукции в зависимости от степени использования производственной мощности и выполнения производственной программы. В работе использованы материалы по одному из крупных предприятий Севера — лесопильному заводу № 3 имени В. И. Ленина, к анализу работы которого мы уже неоднократно обращались. Производственная структура лесопильного завода № 3 имеет следующий вид:

Таблица I

Виды производств	Валовая продукция в %			Количество рабочих в %	
	1950	1955	1956	1950	1955
Лесопильное производство	69	62	66	56	55
Деревообрабатывающее производ- ство	28	31	29	25	36
Мебель и прочие производства	3	7	5	19	9
Всего по заводу	100	100	100	100	100

Из приведенной таблицы видно, что 66% всей валовой продукции, выпущенной лесопильным заводом в 1956 году, приходилось на долю лесопильного производства, где занято больше половины всех производственных рабочих завода. В то же время удельный вес основных средств лесопильного производства во всех материальных фондах завода составлял около 20%.

Удельный вес основных средств в материальных фондах лесопильного завода № 3 растет из года в год: на 1 января 1954 года он составлял 39%, на 1 января 1955 года — 41%, а на 1 января 1958 года уже 49%.

К основным средствам лесопильного производства относятся здания, сооружения, силовое и производственное оборудование, передаточные устройства, инвентарь, инструмент и пр.

Удельный вес каждой группы основных средств по отношению к общей их стоимости (структура основных средств) будет различен для разных отраслей и внутри каждой отрасли промышленности.

Структура основных средств (в % по годам) представлена в табл. 2.

Таблица 2

Группа основных средств	Г о д ы				
	1950	1951	1952—1953	1954	1955
Здания	43,4	28,4	43,6	41,4	40,8
Сооружения	17,1	33,4	19,6	21,9	23,1
Силовое оборудование	—	11,5	9,9	10,5	8,1
Производственное оборудование	35,8	24,3	25,2	25,0	26,8
Передаточные устройства	3,3	2,1	1,4	1,0	1,0
Инвентарь, инструмент и прочие основные средства	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2
Всего по лесопильному производству	100	100	100	100	100

Из таблицы видно, что в 1950 году удельный вес зданий и сооружений составляет 60,5% от общей стоимости основных средств, а в 1955 году уже 63,9%, то есть повысился на 3,4%. (За этот период на заводе было построено новое кирпичное здание лесопильного цеха). Удельный же вес производственного оборудования снизился на 9%, хотя стоимость оборудования выросла в абсолютной сумме на 334 руб. Необходимо стремиться к увеличению доли оборудования в общей стоимости основных средств, так как оно непосредственно связано с выпуском продукции.

Общая стоимость всех основных средств лесопильного производства к концу пятой пятилетки по сравнению с 1950 годом возросла в 2,4 раза.

Изменение абсолютной стоимости основных средств (активно и пассивно действующих) в процентах по годам можно видеть из табл. 3.

Таблица 3

Наименование основных средств	1950	1951	1952—1953	1954	1955
Здания и сооружения	100	156	231,5	245	250,5
Оборудование, передаточные устройства и прочие основные средства	100	148,5	206,5	217,5	216
Всего	100	153	222	234,5	237

Как видно из материалов табл. 3, к 1955 году пассивно-действующая часть основных средств увеличилась в 2,5 раза по сравнению с 1950 годом, а активно-действующая — в 2,2 раза. За этот же период выпуск валовой продукции лесопильного производства был таков (в процентах к уровню 1950 года):

Таблица 4

Показатели выпуска валовой продукции	Г о д ы						
	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
В натуральном выражении							
а) в кубометрах пиломатериалов	100	105	97	126	114	102	105
б) то же с учетом сортности	100	105	101	129	116	116,5	125
В оптовых ценах	100	93	86	117	105	96	107

Как видно из материалов табл. 3 и 4, стоимость всех основных средств в пятой пятилетке увеличилась в 2,4 раза, а выпуск валовой продукции к 1956 году увеличился в натуральном выражении всего лишь на 5%, и в ценностном — на 7%. Естественно, что это повлияло на эффективность использования основных средств, которая определяется количеством выпущенной продукции в натуральном и ценностном выражении на 1000 руб. основных средств. Эти показатели по лесопильному производству на лесозаводе № 3 в процентах к уровню 1950 года были следующими:

Таблица 5

Показатели использования основных средств	Г о д ы					
	1950	1951	1952	1953	1954	1955
Выпуск пиломатериалов (в м ³ на 1000 руб. основных средств)	100	69	45	57	48	44
Выпуск валовой продукции (в оптовых ценах на 1000 руб. основных средств)	100	61	39	53	45	45

Таким образом, к 1955 году эффективность использования основных средств лесопильного производства по сравнению с уровнем 1950 года снизилась более, чем в два раза. Рост стоимости основных средств (опережающий рост выпуска продукции) отразился и на себестоимости пиломатериалов, прежде всего за счет повышения сумм амортизационных отчислений. Абсолютная сумма амортизационных отчислений и относительные изменения ее (в процентах к уровню 1950 года), а также затраты на амортизацию (в пересчете на 1 м³ пиломатериалов) видны из табл. 6.

Степень использования основных средств отражается на себестоимости пиломатериалов также в статье «Затраты на текущий ремонт».

Характеристика затрат на текущий ремонт за период с 1950 по 1956 год представлены в табл. 7.

На текущий ремонт по лесопильному производству в течение пятой пятилетки было затрачено 6883 тыс. руб.

Таблица 6

Наименование показателей	Единицы измерения	Г о д ы						
		1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
Сумма амортизационных отчислений в лесопильном производстве	Тыс. руб.	71	190	129	131	157	186	225
„ к уровню 1950 года	%	100	286	182	185	221	262	317
Сумма амортизационных отчислений на один м ³ обезличенных пиломатериалов	Руб.	0,36	0,91	0,65	0,52	0,59	0,92	1,08
„ к уровню 1950 года	%	100	253	181	145	192	257	300

Таблица 7

Наименование показателей	Единицы измерения	Г о д ы						
		1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
Сумма затрат на текущий ремонт	Тыс. руб.	1319	1134	1737	1155	1632	1225	1550
„ к уровню 1950 года	%	100	86	132	88	124	93	118
„ к активной части основных средств	„	276	160	176	117	157	118	—
„ к общей стоимости всех основных средств	„	109	61	65	43	58	43	—

В 1950 году (как видно из табл. 7) расходы по текущему ремонту на 9% превысили стоимость всех основных средств.

В лесопильном производстве чаще всего приходится ремонтировать оборудование, причем на изготовление деталей для лесопильных рам идет основная часть средств. Так, по данным центральных ремонтных мастерских Архангельского управления бумажной и деревообрабатывающей промышленности в 1957 году было затрачено (в процентах от общего объема стоимости изготовления запасных частей для оборудования лесопильных заводов): на изготовление деталей для лесопильных рам — 61%, для обрешных и торцовых станков — 9,5%, редукторов — 22,5%, прочего оборудования — 7,0%.

Одной из причин увеличения затрат на текущий ремонт оборудования является то, что потребность лесопильной промышленности в оборудовании удовлетворяется отечественным машиностроением не более, чем на 33%.

На лесопильном заводе № 3 основное ведущее оборудование — лесопильные рамы (из девяти — семь) изношены более, чем на 50%, что, естественно, требует частых текущих ремонтов. Значительная часть другого оборудования также устарела и изношена.

Следует учесть и то, что лесозаводы работают в летний период очень интенсивно (в три смены).

Рациональное и эффективное использование оборудования связано также с качественным уходом, надзором и своевременным проведением мелких ремонтов в течение рабочей смены, выполняемыми на лесозаводе аппаратом технического надзора. Затраты по содержанию аппарата технадзора относят на себестоимость пиломатериалов и в калькуляции себестоимости они находят отражение в статье: «Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования». Абсолютная сумма затрат по

технадзору за оборудованием лесопильного производства, включая износ инструмента по лесозаводу № 3, составляла за пятую пятилетку следующую величину:

Таблица 8

Показатели	Единицы измерения	Г о д ы						
		1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
Расходы по технадзору за оборудованием	Тыс. руб.	354,5	323,0	342,0	399,0	461,0	460,9	351,7
„ к уровню 1950 года .	%	100	90,8	96,5	112,3	117,5	130,3	99,2

Как видно из табл. 8, сумма затрат по технадзору за оборудованием в 1955 году была на 30,3% выше, чем в 1950 году; к 1956 году эти затраты снизились и достигли уровня 1950 года. Количество ведущего оборудования в течение рассматриваемого периода оставалось таким же.

Всего в пятой пятилетке затраты по технадзору за оборудованием составили 1940,9 тыс. руб.

Таким образом, общая сумма затрат, связанных с содержанием и эксплуатацией основных средств, увеличилась в 1956 году по сравнению с 1950 годом на 24%, что видно из табл. 9.

Таблица 9

Наименование показателей	Единицы измерения	Г о д ы						
		1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
Сумма амортизационных отчислений	Тыс. руб.	71,3	190,0	129,0	131,0	157,0	186,0	225,0
Затраты на текущий ремонт .	„	1319,0	1134,0	1737,0	1155,0	1632,0	1225,0	1550,0
Затраты по технадзору за оборудованием и износ инструмента	„	354,5	323,0	342,0	399,0	416,0	461,0	386,0
Всего затрат	„	1744,8	1647,0	2208,0	1685,0	2205,0	1872,0	2161,0
„ на 1 м ³ пиломатериалов	Руб.	8,78	7,91	11,1	6,73	9,67	9,27	10,40
„ к уровню 1950 года .	%	100	94	126	97	126	107	124
„ к стоимости цеховой обработки пиломатериалов*	„	22,4	22,1	27,0	17,0	22,7	22,0	21,5

* Примечание: Стоимость цеховой обработки пиломатериалов равна цеховой себестоимости их за минусом затрат на сырье.

ВЫВОДЫ

1. Отечественная промышленность в недостаточном количестве выпускает оборудование для лесопильного производства, поэтому оборудование приходится эксплуатировать до полного износа, что требует больших затрат на текущий уход, технический надзор и ремонт.

2. Длительный период лесозавод № 3 работает с неполным использованием производственной мощности из-за недостатка сырья, что приводит к большому расходу денежных средств (на единицу сырья и продукции), связанных с уходом, надзором и особенно ремонтом. Это типично и для других лесозаводов.

3. Рост расходов вызывается также и тем, что в течение года оборудование загружено неравномерно. В летний период предприятия работают интенсивно (в три смены), а в зимний период на сокращенном режиме (из-за недостатка сырья).

4. Увеличение затрат связано еще с тем, что на лесозаводах недостаточно применяется система планово-предупредительных ремонтов (ППР), осмотров и надзора.

5. Количество запасных частей и технических материалов, необходимых для ремонта оборудования, недостаточно.

6. Слабо разработаны нормативы расхода ремонтных материалов.

7. Контроль за расходом денежных средств недостаточен: финансовые нормативы на ремонт и уход за оборудованием отсутствуют.

8. Мало внимания уделяется вспомогательным цехам.

Мы считаем, что своевременное обновление оборудования, полное проведение системы ППР, планомерная и равномерная работа лесозаводов при полном использовании производственных мощностей значительно снизят расходы на единицу продукции, связанные с использованием основных средств.

Поступила в редакцию
21 апреля 1958 г

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

К ВОПРОСУ КИНЕТИКИ ОСАХАРИВАНИЯ
ПОЛИСАХАРИДА

А. И. МУДРЕЦОВ

Аспирант

В. Н. КОЗЛОВ

Профессор

(Уральский лесотехнический институт)

Реакция осахаривания полисахаридов (например, целлюлозы) представляется в виде двух последовательно идущих реакций первого порядка: реакции гидролиза полисахарида и реакции распада образующихся сахаров [3], [8], [10], [11].

Еще в 1903 году А. В. Раковский [7] разработал в общем виде кинетику последовательных реакций.

Тирш [12] применил кинетические уравнения скорости последовательных реакций к осахариванию целлюлозы. Затем были выведены основные уравнения процесса гидролиза:

а) количество полисахарида, прогидролизованное за время t :

$$x = a(1 - e^{-K_1 t}) \quad (1)$$

б) количество полисахарида, оставшегося негидролизированным за время t :

$$a - x = ae^{-K_1 t} \quad (2)$$

в) количество сахаров, распавшихся к моменту времени t :

$$y = a - \frac{a}{K_2 - K_1} (K_2 e^{-K_1 t} - K_1 e^{-K_2 t}) \quad (3)$$

г) выход промежуточного продукта (сахара) в любой момент времени t :

$$z = x - y = \frac{aK_1}{K_2 - K_1} (e^{-K_1 t} - e^{-K_2 t}) \quad (4)$$

д) максимальный выход сахара:

$$z_{max} = \frac{a}{\left(\frac{K_2}{K_1}\right)^{\frac{1}{1-\frac{K_1}{K_2}}}} \quad (5)$$

е) время достижения максимального выхода сахара:

$$t_{max} = \frac{\ln K_2 - \ln K_1}{K_2 - K_1}, \quad (6)$$

где a — количество полисахарида в начале реакции;

K_1 — константа скорости реакции гидролиза полисахарида;

K_2 — константа скорости реакции распада сахара;

e — основание натурального логарифма.

Исследуя функцию, определенную уравнением (4), имеем при $K_1 \neq K_2$:

$$z' = \frac{aK_1}{K_2 - K_1} (-K_1 e^{-K_1 t} + K_2 e^{-K_2 t}), \quad (7)$$

$$z'' = \frac{aK_1}{K_2 - K_1} (K_1^2 e^{-K_1 t} - K_2^2 e^{-K_2 t}). \quad (8)$$

Третья производная оказалась не равна нулю, следовательно, кривая выхода промежуточного продукта (сахара), определяемая уравнением (4), имеет точку перегиба, абсцисса которой определится из уравнения (8):

$$t_{пер} = \frac{2 \ln \frac{K_2}{K_1}}{K_2 - K_1} = 2t_{max}. \quad (9)$$

В точке перегиба скорость распада сахара равна скорости его образования.

Такое состояние процесса, как это видно из равенств (6) и (9), наступает по времени в два раза позже по сравнению с временем достижения точки максимума. Это ясно видно из графика, где абсцисса точки перегиба равна удвоенной абсциссе точки максимума. После точки перегиба кривая вогнута вверх.

При гидролизе древесины, содержащей несколько полисахаридов, оба участка кривой реального выхода сахара будут аналогичны разобранным выше, но положение точки максимального выхода сахара и точки перегиба на этой кривой зависит от соотношения $\frac{K_1}{K_2}$ констант скорости гидролиза различных полисахаридов, входящих в состав древесины и констант скорости распада образующихся различных моносахаров.

В случае равенства констант $K_1 = K_2 = K$ количество распавшегося сахара к моменту времени t определится из уравнения:

$$y = a(1 - e^{-Kt} - Kte^{-Kt}). \quad (10)$$

Скорость распада сахара будет:

$$y' = aK^2 te^{-Kt}. \quad (11)$$

$$y'' = aK^2 e^{-Kt} (1 - Kt) \quad (12)$$

При $t = 0$, $y' = 0$; $y'' = aK^2 > 0$.

При $t \rightarrow \infty$, $y \rightarrow a$.

График функции имеет асимптоту $y = a$. Следовательно, функция (10) имеет минимум при $t = 0$ в момент начала реакции. Абсцисса точки перегиба графика функции (10) определится из уравнения (12).

$$\begin{aligned} 1 - Kt &= 0, \\ t_{\text{пер}} &= \frac{1}{K}. \end{aligned} \quad (13)$$

При равенстве скорости гидролиза и скорости распада сахара $K_2 = K_1$ функция (4) не определена. Исследуя ее при условии $(K_2 - K_1) \rightarrow 0$, (величина бесконечно малая) и $K_1 = \text{const}$, имеем:

$$z = aKe^{-Kt} t \quad (14)$$

функцию количества реального выхода сахара:

$$z' = aKe^{-Kt} (1 - Kt) \quad (15)$$

$$z'' = aK^2 e^{-Kt} (Kt - 2). \quad (16)$$

При $t = 0$; $z' = aK > 0$; $z'' = -2aK^2 < 0$.

Следовательно, функция (14) с увеличением времени гидролиза возрастает и график функции в определенном интервале вогнут вниз.

Точка перегиба графика функции (14) существует и определяется из уравнения $Kt - 2 = 0$. Абсцисса ее

$$t_{\text{пер}} = \frac{2}{K} \quad (17)$$

в момент времени максимального выхода сахара определится из уравнения (15):

$$\begin{aligned} aKe^{-Kt} (1 - Kt) &= 0, \\ t_{\text{max}} &= \frac{1}{K}. \end{aligned} \quad (18)$$

Максимальный возможный выход сахара получим из уравнения (15):

$$z_{\text{max}} = \frac{a}{e}. \quad (19)$$

При $K_1 = K_2 = K$ абсцисса точки перегиба на кривой реального выхода сахара равна удвоенной абсциссе точки максимума $t_{\text{пер}} = 2t_{\text{max}}$, что указывает на неодинаковую интенсивность накопления сахаров в течение времени осахаривания полисахарида.

Характер изменения кривых (2), (10), (14) показан на рис. 1. Однако на практике при осахаривании древесины наблюдаются некоторые отклонения в закономерности накопления сахаров [1], [4], [5], [6], [9]. Эти отклонения обуславливаются тем, что реакция распада сахаров протекает в гомогенной среде, реакция же гидролиза древесины протекает в гетерогенной среде.

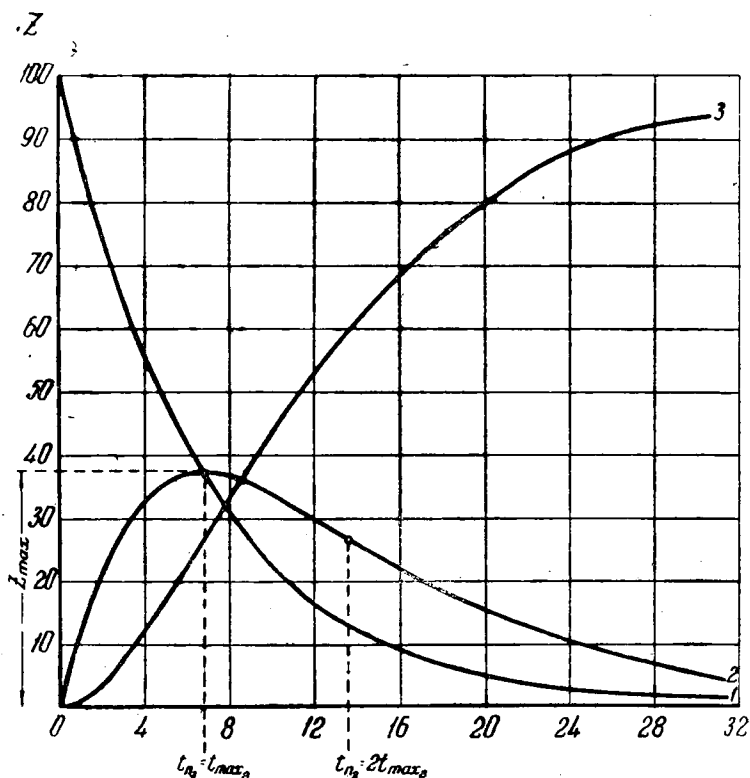


Рис. 1. 1 — количество полисахарида, оставшееся негидролизованным в момент времени t ; 3 — количество сахаров, распавшихся за время t ; 2 — выход промежуточного продукта (сахара) к моменту времени t .

Для выяснения характера этих отклонений нами производился гидролиз заболонной и ядровой сосновой древесины различной степени измельчения при различной температуре, концентрации катализатора, величине гидромодуля и разном времени гидролиза.

Гидролиз проводился в бронзовых ампулах емкостью 120 мл. В ампулу загружалось 8 г древесины и необходимое количество серной кислоты соответствующей концентрации. Три таких ампулы одновременно помещались в термостат с парафином, снабженный мешалкой для выравнивания температуры и ртутным терморегулятором с двойным электромагнитным реле. Термостат нагревался несколько выше заданной температуры для сокращения времени нагрева ампул. Одновременный нагрев трех ампул до заданной температуры достигался в течение 5 мин., причем время достижения заданной температуры определялось по равенству показаний двух термометров, один из которых был опущен в карман ампулы, а другой в парафин. Точность регулирования температуры достигалась в пределах $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$.

После определенной выдержки в термостате при заданной температуре ампула вынималась и охлаждалась в холодной воде в течение 1,5—2 мин., затем вскрывалась и содержимое ее переносилось на стеклянный фильтр Шотта № 12, где гидролизат отделялся от остатка. Последний промывался горячей водой до отрицательной реакции на РВ и кислотность, после чего подсушивался при температуре 60—65°С.

Количество непрогидролизованавшихся полисахаридов определялось по методу Кизеля и Семигановского [2].

В гидролизате и промывных водах определялись РВ и концентрация общих кислот. Выход РВ вычислялся в процентах к абсолютно сухой древесине. Константа скорости гидролиза K_1 определялась по весовому методу:

$$K_1 = \frac{2,303}{t} \lg \frac{a}{a-x}, \quad (20)$$

где a — начальное количество полисахарида;

x — количество прогидролизованавшегося полисахарида за время t ;

t — время гидролиза.

Результаты этих исследований даны в табл. 1.

Таблица 1

Вид гидролизующей древесины	Температура гидролиза в °С	Величина гидро модуля	Концентрация серной кислоты в %	Максимальный выход сахара в % к абсолютно сухой древесине	$K_1 \cdot 10^3$ экспериментальная	Отношение констант скорости гидролиза и скорости распада сахара K_1/K_2
Опилки 1—2 мм из заболони	170	7	0,5	26,05	4,0	0,59
			0,8	27,06	7,9	0,73
			1,2	28,10	12,2	0,72
	180	10	0,5	27,95	14,1	0,89
			0,8	28,05	23,1	0,91
			1,2	29,21	47,1	1,16
	190	10	0,5	29,71	43,7	1,23
			0,8	30,95	74,2	1,31
			1,2	31,90	128,0	1,43
	200	10	0,5	33,72	120,0	1,74
			0,8	34,15	202,7	1,84
			1,2	34,91	330,0	1,90
Щепы 10×10×5 мм из заболони	170	7	0,8	24,73	6,8	0,68
			1,2	25,36	10,0	—
	180	10	0,5	25,97	11,8	0,69
			0,8	26,42	17,8	0,70
			1,2	26,75	28,7	0,77
Щепы 28×26×5 мм из заболони	170	7	0,8	23,65	6,1	0,57
			1,2	24,19	9,4	0,59
	180	10	0,5	24,66	9,3	0,53
			0,8	26,19	17,0	0,64
			1,2	25,91	26,2	0,65

Из данных табл. 1 видно, что с увеличением концентрации серной кислоты, при прочих равных условиях, растет отношение $\frac{K_1}{K_2}$; соответственно увеличивается и максимальный выход сахара z_{max} .

Константа скорости гидролиза K_1 уменьшается с увеличением крупности гидролизующей древесины; снижается в этом случае и максимальный выход сахара z_{max} . На рис. 2 даны экспериментальные кривые выхода РВ при гидролизе древесины сосны.

Кривая I характеризует выход РВ при температуре 190°С и концентрации серной кислоты 1,2%. Кривая II — при температуре 200°С и концентрации серной кислоты 0,8%.

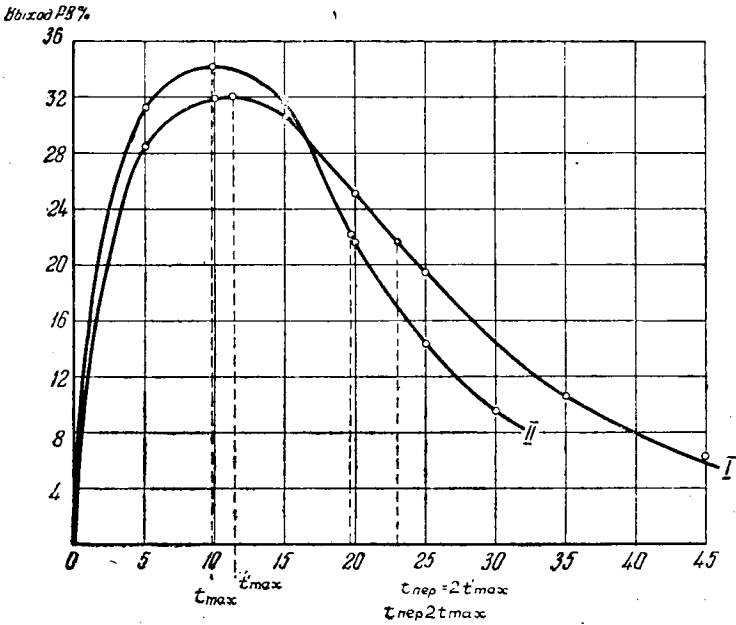


Рис. 2. Выход P.V. при гидролизе древесины сосны. I — при температуре 190°С и концентрации серной кислоты 1,2%, II — при температуре 200°С и концентрации серной кислоты 0,8%.

Обе кривые разделяются на два интервала — вогнутый вниз и вогнутый вверх. Установлено, что вогнутость этих интервалов кривой выхода P.V. возрастает с увеличением отношения $\frac{K_1}{K_2}$, а потому яснее они получаются при более жестких условиях гидролиза древесины.

Таблица 2

Гидролизуемый материал	Концентрация серной кислоты в %	Гидро-модуль	Тем-пература в°С	K 10 ³ эксперимен-тальная	Выход P.V. в момент времени t				
					м и н у т				
					0	10	30	60	90
Опилки 1—2 мм из заболони	0,8	7	170	7,90	21,22	—	26,52	24,98	23,70
ядра	0,8	7	170	8,10	20,79	27,18	26,06	—	22,74
ветвей	0,8	7	170	8,05	22,33	28,03	26,00	—	20,84
Опилки 1—2 мм из заболони	1,2	10	170	13,05	23,27	28,10	—	23,70	—
ядра	1,2	10	170	13,15	22,94	26,37	25,44	23,30	20,37
ветвей	1,2	10	170	13,50	24,32	27,53	25,42	21,28	18,66

Исследование скорости гидролиза древесины (ее трудно гидролизуемой части) заболони, ядра и ветвей сосны обыкновенной (*Pinus silvestris*) показало, что скорость гидролиза их одинакова (табл. 2), но выходы P.V. в одни и те же промежутки времени различны. Это можно объяснить тем, что древесина ветвей содержит больше легкогидролизуемых полисахаридов и меньше трудногидролизуемой целлюлозы по сравнению с заболонью.

Выводы

В статье показано, что:

а) кривая накопления промежуточного продукта (сахара) имеет точку перегиба, в которой скорость распада сахара равна скорости его образования. Абсцисса точки перегиба равна удвоенной абсциссе точки максимума;

б) вследствие гетерогенного характера реакции гидролиза наблюдаются некоторые отклонения в зависимости накопления сахаров;

в) гидролиз древесины различных тканей одной и той же породы (заболонь, ядро и ветви сосны обыкновенной) проходит с одинаковой скоростью.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. А. Беляевский. О некоторых вопросах макрокинетики процесса гидролиза. «Гидролизная промышленность СССР» № 2, 1952. [2]. Н. Я. Демьянов, Н. Д. Прянишников. Общие приемы анализа растительных веществ. 1933. [3]. Д. В. Желтухин, И. И. Корольков, В. И. Шарков. О скорости реакции гидролиза целлюлозы и распада глюкозы в разбавленной серной кислоте при температурах 130—200°. «Гидролизная промышленность СССР» № 1, 1952. [4]. А. П. Закозников. О теории гидролиза растительных тканей. «Гидролизная промышленность СССР» № 6, 1951. [5]. И. И. Корольков. О теории гидролиза. «Гидролизная промышленность СССР» № 6, 1953. [6]. Е. З. Плюшкин. К вопросу о теории гидролиза растительного сырья. «Гидролизная промышленность СССР» № 6, 1952. [7]. А. В. Раковский. Введение в физическую химию. ГОНТИ, 1938. [8]. В. И. Шарков. Гидролизное производство, т. I, Гослестехиздат, 1945. [9]. В. И. Шарков и В. П. Леванова. О кинетике гидролиза и влиянии добавки солей. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 6, 1957. [10]. В. И. Шарков. О теории гидролиза растительных тканей. «Гидролизная промышленность СССР» № 4, 1952. [11]. I. F. Saeman. Ind. Eng. Chem. 37. № 1, 1946. [12]. F. Thiersch. Zsch. f. Physical Chem. H. 3, 4, 1924.

Поступила в редакцию
25 января 1958 г.

ОБ УВЕЛИЧЕНИИ ОБЪЕМНОГО ВЕСА ВОЛОКНИСТОЙ ОСМОЛЬНОЙ МАССЫ ПЕРЕД ЭКСТРАКЦИЕЙ

Ф. А. МЕДНИКОВ

Доцент

Е. В. УШКОВА

Аспирант

В. Н. ЖЕРНАКОВА

Инженер

(Ленинградская лесотехническая академия)

Экстракция смолистых веществ из волокнистой осмольной массы, полученной размалыванием осмола на дефибрерах, по сравнению с экстракцией из щепы происходит во много раз быстрее и с более высоким коэффициентом извлечения [4], [5].

Волокнистая масса с жирностью помола 5—8° ШР и влажностью порядка 50% при свободной насыпке, без слеживания имеет объемный вес 80—86 кг/м³, то есть в 2,5—3,0 раза меньше, чем у осмольной щепы [1].

Производительность экстракционных аппаратов, как периодического, так и непрерывного действия, определяется объемным количеством сырья, обрабатываемым в единицу времени. Естественно, что чем больше будет объемный вес экстрагируемого сырья, тем выше производительность экстракционной установки. Это обстоятельство имеет особенно большое значение при работе на непрерывно действующих экстракционных аппаратах, в которых сырье во время экстракции не уплотняется, находясь в постоянном движении.

В настоящей статье излагаются результаты опытов по увеличению объемного веса осмольной волокнистой массы методом прессования.

Экспериментальная часть

Для прессования применялась волокнистая масса с Новобелицкого лесохимического комбината, влажностью от 7 до 57%, содержащая ка-нифоли 20,6% на древесину 20% влажности. Скипидар отгонялся в процессе дефибрирования осмольной щепы.

Первая серия опытов по увеличению объемного веса волокнистой массы проводилась в стеклянном сосуде размером 288 × 143 × 143 мм, емкостью 5,85 л, площадью 412 см². Нагрузка на эту площадь составляла от 1112 до 27 112 г, а выдержка на каждой ступени давления — 15 минут. Ступеней давления в опытах было 9.

Итоговые данные по уплотнению волокнистой массы в этой серии опытов приводятся на рис. 1.

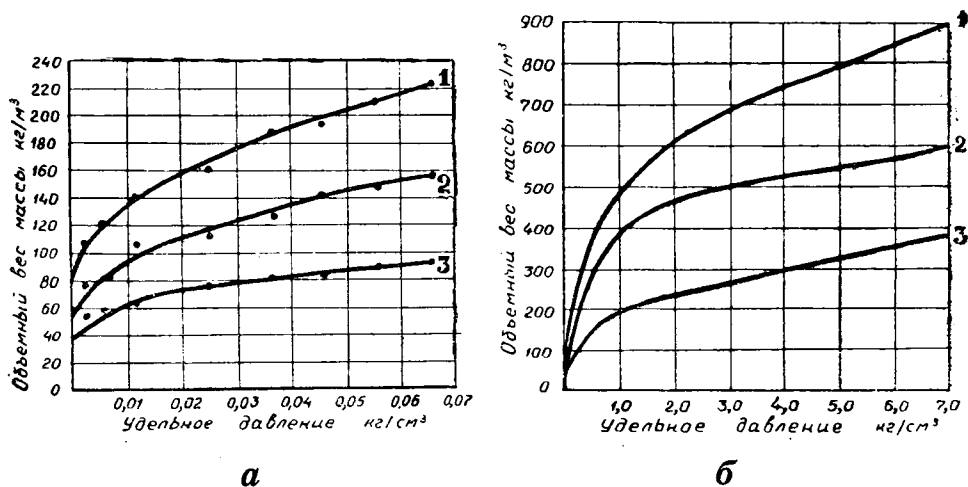


Рис. 1. Зависимость объемного веса волокнистой массы от давления при влажности: 1—53%; 2—31%; 3—7%.

Как видно из графика (см. рис. 1), насыпной вес осмольной волокнистой массы с влажностью 53% равен 80 кг/м^3 . При незначительном удельном давлении ($0,02 \text{ кг/см}^2$) он увеличивается в два раза, а при давлении $0,066 \text{ кг/см}^2$ равен 220 кг/м^3 , то есть увеличивается почти в три раза.

Волокнистая масса влажностью 31% имеет насыпной вес 56 кг/м^3 . При давлении $0,02 \text{ кг/см}^2$ объемный вес массы увеличивается в два раза, а при давлении в $0,066 \text{ кг/см}^2$ равен 157 кг/м^3 . Насыпной вес массы с влажностью 7% равен всего лишь 39 кг/м^3 , при давлении в $0,02 \text{ кг/см}^2$ он увеличивается до 72 кг/м^3 , а при давлении в $0,066 \text{ кг/см}^2$ — до 91 кг/м^3 . Эти опыты показывают, что насыпной вес волокнистой массы в зависимости от влажности варьирует от 39 кг/м^3 (влажность 7%) до 80 кг/м^3 (влажность 53%). При уплотнении под давлением в $0,066 \text{ кг/см}^2$ объемный вес волокнистой массы увеличивается примерно в три раза.

Следующая серия опытов по уплотнению осмольной волокнистой массы была проведена на гидропрессе. При этом навеска массы помещалась в стальную трубу высотой $13,6 \text{ см}$, диаметром $10,6 \text{ см}$. Давление на массу передавалось через стержень, диаметр которого был равен внутреннему диаметру трубы.

Выдержка на каждой ступени давления (через $1-2 \text{ ат}$) составляла 15 минут. После снятия давления замерялась высота слоя массы в трубе, по высоте слоя вычислялся его объем, а по объему определялся объемный вес уплотненной массы. Результаты этой серии опытов приводятся на рис. 2.

Волокнистая масса влажностью 53% при давлении $1,0 \text{ кг/см}^2$ имеет объемный вес 480 кг/м^3 , а при давлении $7,0 \text{ кг/см}^2$ — 900 кг/м^3 , то есть увеличивается по отношению к насыпному весу массы в 11 раз. При давлении в $1,0 \text{ кг/см}^2$, масса с влажностью 31% имеет объемный вес 398 кг/м^3 , а при влажности 7% — 198 кг/м^3 . Если давление при уплотнении волокнистой массы увеличить до 7 кг/см^2 , то объемный вес повышается соответственно до 615 кг/м^3 и 380 кг/м^3 . При влажности волокнистой массы в 31% и 7% объемный вес ее увеличивается примерно в 10 раз по сравнению с насыпным объемным весом. Масса, уплотненная при давлениях свыше двух атмосфер, имеет склонность после снятия давления увеличивать свой объем на 25—30%.

Для увеличения объемного веса волокнистой массы были использованы также аппараты непрерывного действия: краскотерочные вальцы длиной 1000 мм и диаметром вала 340 мм и шнековые прессы — диаметром 80 мм и длиной 200 мм (типа «волчок») и диаметром 130 мм, длиной 300 мм. (В первом шнековом прессе прессование производится за счет сопротивления решетки, а во втором — за счет сопротивления слоя массы в конусе).

После пропускания через вальцы масса представляет собой небольшие пористые пластинки (объемным весом 800—900 кг/м³), сохраняющие свою форму в течение длительного времени. После прессования в шнековых прессах масса уплотняется до объемного веса 500—900 кг/м³ и по внешнему виду представляет собой удлиненные кусочки круглого сечения диаметром 8 мм (на «волчках») и 130 мм (на прессах второго типа). Влажность в первом случае снижалась с 48 до 36%, а во втором — с 36 до 30%. В процессе прессования смолистые вещества, имеющиеся в массе, разогревались и склеивали волокна, что способствовало увеличению прочности кусочков.

Прессование волокнистой массы необходимо производить перед загрузкой ее в экстрактор, установив для этого на потоке какие-либо аппараты непрерывного действия. Опыты по экстрагированию бензином уплотненной массы с объемным весом 300—400 кг/м³ показывают, что проникновение в нее растворителя не замедляется, коэффициент извлечения смолистых веществ достигается такой же высокий (90—95%), как и при экстракции неуплотненной волокнистой массы. Результаты этих работ будут освещены в другой статье.

Экстракцию смолистых веществ из волокнистой массы целесообразно проводить в аппаратах непрерывного действия, например, в шнековых экстракторах системы Гильдебрандта [3]. Производительность этих аппаратов по сырью определяется формулой [2]:

$$Q = \kappa \frac{\pi D^2}{4} \cdot S \cdot n \cdot \gamma \cdot 60,$$

где κ — коэффициент заполнения экстрактора сырьем;
 D — диаметр аппарата;
 S — шаг витка шнека;
 n — число оборотов шнека в минуту;
 γ — объемный вес экстрагируемого материала.

Из формулы видно, что производительность прямо пропорциональна объемному весу сырья.

Выводы

1. Уплотнение сырой и сухой волокнистой массы до объемного веса осмольной щепы достигается при давлении в 1 ат. При повышении удельного давления до 7 ат объемный вес массы увеличивается до 900 кг/м³ при влажности до 53%, до 615 кг/м³ при влажности 31% и до 380 кг/м³ при влажности 7%.

2. Производительность экстракционных аппаратов повышается прямо пропорционально объемному весу уплотненной волокнистой массы.

3. Прессование волокнистой массы на потоке подачи ее в экстракционный цех может производиться на шнековых прессах, краскотерочных вальцах или других аппаратах непрерывного действия.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. С. Васечкин. Технология экстрактивных веществ дерева. Гослесбумиздат, 1953, стр. 194. [2]. И. В. Гавриленко. Маслоэкстракционное производство. 1940, стр. 113. [3]. К. Е. Леонтьевский. Производство растительных масел. 1956, стр. 240. [4]. Ф. А. Медников. Применение свежего осмола для получения канифольно-скипидарных продуктов, целлюлозы, полуцеллюлозы и древесно-волокнистых плит. Материалы совещания по проблемам промышленного использования отходов древесины АН СССР, 1956, стр. 196. [5]. Ф. А. Медников. О новой технологии в канифольно-экстракционном производстве. «Труды ЛТА им. С. М. Кирова», № 80, 1958.

Поступила в редакцию
17 марта 1958 г.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

УРАЛЬСКОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО ПОДСОЧКЕ ЛЕСА

И. И. ОРЛОВ

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Уральский филиал Академии наук СССР)

19—21 февраля 1958 года в г. Свердловске проходило научно-техническое совещание по вопросам развития подсосного хозяйства на Урале, организованное институтом биологии Уральского филиала Академии наук СССР совместно с трестом «Свердхимлес», Свердловским научно-техническим обществом лесной промышленности и Уральским Лесотехническим институтом.

Совещание заслушало и обсудило 18 докладов ученых Урала, Сибири, Москвы, Ленинграда, Украинской и Латвийской Союзных республик о современном состоянии подсосного хозяйства и о результатах научных исследований в этой области.

Со вступительным словом выступил заведующий лабораторией лесоведения института биологии Уральского филиала АН СССР проф. Б. П. Колесников.

В своих выступлениях докладчики отметили, что за последнее время значение подсосного хозяйства возрастает в связи с значительным увеличением выработки канифоли, широко применяющейся при производстве синтетического каучука, бумаги, мыла и других ценных материалов.

Участники совещания пришли к выводу, что на Урале имеются значительные возможности для увеличения добычи живицы, указали на необходимость использования для подсоски еловых и кедровых лесов, на необходимость интенсификации производственного процесса добычи живицы, освоения новой прогрессивной технологии с применением химических способов воздействия на смолыделение.

Вместе с тем совещание отметило, что существенное сдерживающее влияние на темпы развития подсосного хозяйства на Урале, как и по СССР в целом, оказывает серьезное отставание научной разработки теоретических основ подсоски, недостаточное и медленное совершенствование ее технологии.

Связь научно-исследовательских учреждений, разрабатывающих вопросы подсоски, с производством слаба, опыт передовиков подсосного хозяйства обобщается недостаточно, рационализаторское движение и изобретательство развивается медленно.

Совещание признало целесообразным организовать в Свердловской области Уральскую научно-исследовательскую опытную станцию подсоски леса.

В принятом решении совещание оценило и апробировало результаты работ по подсочке, наметило пути дальнейшего развития подсочки леса на Урале, признало необходимым значительно расширить научно-исследовательские работы в этой области и определило задачи на будущее.

НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО РАЦИОНАЛИЗАЦИИ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА И АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ КАЗАХСТАНА

Л. Н. ГРИБАНОВ

Доцент

С. Л. ЕГОРЕНКОВ

(Казахский сельскохозяйственный институт)

С 10 по 15 февраля 1958 года состоялась научная конференция по рационализации лесного хозяйства и агролесомелиорации Казахстана, которая была организована лесным факультетом Казахского сельскохозяйственного института и секцией лесного хозяйства Казахского правления научно-технического общества сельского и лесного хозяйства.

На конференции были заслушаны доклады, посвященные методике изучения естественного лесовозобновления, обследованию типов леса, агролесомелиоративному районированию Казахстана, вопросам техники и экономики лесоразведения, интродукции деревьев и кустарников в северных областях республики, росту насаждений тяньшанской ели по типам леса, рубкам главного пользования еловых насаждений и их естественного возобновления, а также был заслушан ряд докладов по истории хозяйства в степных борах Западной Сибири, естественному возобновлению сосны и борьбе с сосновым шелкопрядом.

Методика учета естественного возобновления, включая сюда как самосев, так и подрост (на основе чего дается оценка возобновительного процесса), нуждается, как убедительно показал в своем докладе проф. А. И. Федоров, в серьезных доработках и уточнениях.

Анализируя материалы, полученные при исследовании естественного возобновления сосны под пологом леса, автор пришел к выводу, что самым точным оказался способ учета возобновления на площадках, расположенных через два метра на взаимно перпендикулярных лентах по диагоналям пробных площадей. При учете же естественного возобновления на лесосеке наиболее точным является способ учета по трем поперечным однометровым лентам с расположением учетных площадок на них через один-два метра.

Для установления минимального количества учетных площадок, гарантирующего относительную надежность полученных показателей, желательно полученные результаты обработать вариационно-статистическим методом*.

* Этот метод изложен в книге проф. А. И. Федорова «Методы математической статистики в биологии и опытном деле». Казгосиздат, 1957.

Несовершенство имеющихся схем агролесомелиоративного районирования Казахстана, при наличии в нем острой необходимости при дальнейшем расширении работ по защитному лесоразведению, заставляют поставить вопрос об уточнении существующего районирования. Этому и был посвящен доклад доцента А. Н. Протасова, которым в основу уточнения был принят «принцип наложения» друг на друга схем почвенного и геоботанического районирования, что позволило наметить основные агролесомелиоративные районы в республике и в известной степени восполнить пробел, имеющийся в этом вопросе.

Систематика ильмовых очень запутана, так как для рода *Ulmus* в качестве видовых приняты признаки неустойчивые, имеющие переходный и смешанный характер.

Детально проанализировав систематические признаки ильмовых, произрастающих в Казахстане, доц. А. М. Мушегян считает, что нет достаточных оснований выделять вяз перистоветвистый как самостоятельный вид, и имеющиеся в Казахстане экземпляры вяза с перистым расположением ветвей нужно считать вязом приземистым, ильмовником. Кроме того, автор считает, что нет также оснований для разбивки вяза полевого или береста на два самостоятельных вида — вяз листоватый и вяз пробковый.

В докладе доц. П. П. Бессчетного о некоторых итогах интродукции деревьев и кустарников в северных областях Казахстана было показано, что с лесохозяйственной точки зрения для обогащения видового состава насаждений государственного лесного фонда и озеленения населенных пунктов перспективными породами являются лиственница сибирская, липа мелколистная, ель обыкновенная, клен татарский, бересклет Семенова и некоторые другие.

Вопрос о густоте культур имеет важное лесохозяйственное значение. Как показали исследования А. Н. Медведева, в северных областях Казахстана на обыкновенных, выщелоченных и маломощных легко суглинистых черноземах густота культур не должна быть меньше 10 тыс. шт. на гектар, а на тяжело суглинистых, слабовыщелоченных или бедных почвах густоту посадок следует увеличить до 12—13 тыс. шт. на гектар.

Большое производственное значение и научный интерес имеют результаты исследования факторов, обуславливающих горимость ленточных боров Прииртышья, доложенные заместителем начальника лесного хозяйства Министерства сельского хозяйства Казахской ССР С. Н. Успенским.

Анализ этих факторов позволил уточнить существующие шкалы для определения классов горимости в сосновых насаждениях Павлодарской и Семипалатинской областей.

Возможность расширения промышленного шелководства за счет создания его кормовой базы в северных районах Казахстана позволит увеличить производство шелковых тканей для населения, значительно повысит доходы колхозов от сельского хозяйства и, таким образом, с экономической точки зрения является вполне целесообразной. Эту возможность научно обосновал Н. П. Пущин (Каз. СХИ) в своем докладе о перспективах разведения шелковицы белой в северных областях республики.

В работе научной конференции, кроме профессорско-преподавательского состава лесного факультета КазСХИ, специалистов и научных работников лесного хозяйства республики, активное участие приняли сотрудники лаборатории лесоведения института биологии уральского филиала Академии наук СССР, Киргизской лесной опытной станции, сек-

тора леса института ботаники Академии наук Киргизской ССР и Средне-Азиатского научно-исследовательского института лесного хозяйства.

Интересное сообщение о динамике живого напочвенного покрова и его роли в последующем возобновлении сосны на сплошных вырубках в Припышминских борах сделал С. Н. Санников (Уральский филиал Академии наук СССР).

О закономерностях естественного лесовозобновления в Ильменском заповеднике (Челябинской области), расположенном вблизи границы лесной и лесостепной зон южного Зауралья, сделала доклад Е. М. Фильразе.

Эти исследования имеют и теоретическое, и практическое значение, так как позволяют вскрыть некоторые особенности взаимоотношений лесной и степной растительности.

О некоторых результатах опыта повышения полезных свойств березовых колков Зауралья сообщил сотрудник лаборатории лесоведения института биологии УФ АН СССР Ю. В. Курепин. Всего на научной конференции было заслушано 20 докладов и сообщений.

В развернувшихся оживленных прениях все выступавшие единогласно отметили своевременность созванной конференции, актуальность поставленных для обсуждения вопросов и необходимость созыва специальной конференции по типологии горных лесов Алтая, Тянь-Шаня и Урала.

Учитывая, что научные учреждения Казахстана, Киргизии, Узбекистана, Урала и Западной Сибири проводят исследования, направленные на разрешение одних и тех же вопросов лесного хозяйства, конференция сочла необходимым организовать специальные комиссии по координации научных работ по колочным березнякам, степным борам, еловым лесам Тянь-Шаня, агролесомелиорации и саксаульникам.

В целях популяризации научных достижений и обмена производственным опытом, конференция обратилась к Казахскому правлению научно-технического общества сельского и лесного хозяйства с просьбой издать труды конференции и организовать периодический (один раз в квартал) выпуск специального бюллетеня по обмену опытом в лесном хозяйстве Казахстана, республик Средней Азии, Западной Сибири и Урала.

Участники конференции отметили ценную инициативу лесохозяйственного факультета Казахского сельскохозяйственного института и Казахского правления научно-технического общества сельского и лесного хозяйства в объединении научных работников и специалистов лесоводов Средней Азии, Казахстана и Урала и высказали пожелания, чтобы такая форма связи осуществлялась бы и в дальнейшем.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

ЦЕННОЕ ПОСОБИЕ ПО ЭКОНОМИЧЕСКОМУ УЧЕНИЮ О ЛЕСЕ И РАСЧЕТУ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСНОВНЫХ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Издательство Академии наук Белорусской ССР летом 1957 года выпустило работу действительного члена АН БССР Вячеслава Ивановича Перехода «Основы экономики лесоводства». Эта работа является конспективным учебно-методическим пособием для студентов-заочников и занимает около пяти печатных листов. По содержанию это пособие является кратким изложением того, что разработано автором за последнее время, а именно: экономическое учение о лесе и экономическая эффективность основных лесохозяйственных мероприятий.

Пособие содержит предисловие и краткий обзор развития лесной экономики, за которыми следуют два раздела, приложение и список опубликованных научных работ и статей В. И. Перехода за 1913—1956 годы.

В первом разделе, посвященном экономическому учению о лесе, освещено семь вопросов:

1. Об экономическом подходе к лесу;
2. Экономические признаки леса;
3. Экономическая классификация леса;
4. Экономическое районирование и типы хозяйств;
5. Особенности лесохозяйственного производства и время производства;
6. Основные и оборотные фонды лесохозяйственного производства;
7. Интенсивность лесохозяйственного производства.

Второй раздел пособия посвящен экономической эффективности основных лесохозяйственных мероприятий.

В приложении, составленном ассистентом А. Д. Янушко, даны конкретные примеры расчета экономической эффективности лесохозяйственных мероприятий.

Выход в свет учебного пособия «Основы экономики лесоводства» акад.

В. И. Перехода является большим событием в лесоводственной науке. До сих пор по вопросам экономики лесного хозяйства не было издано ни одного учебника или учебного пособия для студентов вузов и учащихся техникумов, не считая отдельных работ на правах рукописи, статей и заметок некоторых авторов (В. И. Перехода, Е. Я. Судачкова, П. В. Васильева, Г. П. Мотовилова, А. А. Байтина, И. В. Воронина и др.).

Этот недостаток особенно ощущали мы, преподаватели и учащиеся техникумов, при изучении курса «Организация производства и экономика лесного хозяйства».

Особенно ценным является выпущенное учебное пособие по экономике лесного хозяйства в свете решений XX съезда КПСС, который подчеркнул важность экономического учения марксизма-ленинизма и указал на недостатки в вопросе разработки конкретной экономики во всех отраслях народного хозяйства.

В учебном пособии «Основы экономики лесоводства» академик В. И. Переход разработал и обобщил богатый материал по разделу «Экономическое учение о лесе» и на этой основе наметил пути практического применения этого учения при определении экономической эффективности основных лесохозяйственных мероприятий. Здесь же автор дал доходчивую и убедительную критику буржуазного экономического подхода к лесу.

Пособие акад. В. И. Перехода — результат кропотливой, большой и вдумчивой работы над вопросами конкретной экономики лесохозяйственного производства. Научиться считать — вот основная идея в труде В. И. Перехода. Изучив

его работу, каждый придет к выводу о том, что не может быть социалистического производства без учета его эффективности.

Но не все еще поддается учету. Легко учесть сумму всех затрат на производство полезащитных полос, привражно-балочных насаждений, зеленых зон вокруг городов и новостроек, а как подсчитать полную эффективность этих мероприятий? Как учесть экономическую эффективность курортных и водоохраных лесов, как учесть эстетическое значение леса?

Наконец, неотложным стал вопрос экономического учета таких побочных пользований, как пастьба скота, сенокосение, сбор плодов и прочее. Методика учета эффективности этих пользований не разработана.

Лесная таксация разработала методы учета прироста насаждений, но не разработала методов определения и учета всей продукции, которую дает лес (от побочных пользований, от использования живицы, осмола и т. д.). Это большой пробел в работе лесоводов.

Между тем, все эти полезности реальны, они действуют, ими пользуются широкие слои населения и промышленности. Поэтому совершенно справедливо акад. В. И. Переход с точки зрения лесной экономики разделяет все мероприятия на такие, экономическую эффективность которых мы уже сейчас можем учитывать и такие, которые ждут еще своих новых методов учета («неизмеримые», или «невесомые» полезности леса).

Предлагаемые В. И. Переходом приемы учета экономической эффективности основных лесохозяйственных мероприятий принесут пользу как студентам, так и производственным, в том числе и лесоводам — практикам. Поэтому мы считаем, что эта работа может служить не только пособием для обучающихся в лесных школах, но и руководством для всех специалистов лесохозяйственного производства, и, следовательно, должна стать достоянием широкого круга читателей.

В заключение мы считаем необходимым высказать некоторые критические замечания и предложения:

1) На странице 13 указано, что в побочное пользование включается охота и получение живицы, между тем подсочка леса по действующей инструкции бывшего Министерства лесного хозяйства СССР от 1/VII-1950 г. составляет особый вид пользования и не относится к побочным, а охота выделена в самостоятельную отрасль народного хозяйства.

2) На стр. 65—66 дается формула и расчет определения степени эффективности разных видов рубок ухода. Коэффициент эффективности (K) равен отношению валовой продукции к сумме (W)

всех затрат, то есть издержек производства (S):

$$K = \frac{W}{S}$$

В заключение на стр. 66 автор указывает:

«Таким образом, показателями эффективности рубок ухода за лесом являются: продукция в натуральном и денежном выражении, затраты труда и норма выработки (на один га и один м³), издержки производства или себестоимость полученной продукции, коэффициент эффективности и процент выхода ликвидной древесины, производительность труда при разных видах ухода за лесом».

Нам кажется, что к значению W следовало бы прибавить еще некоторую величину, характеризующую также улучшение качества леса и повышение прироста при повторных рубках на данном участке.

Правда, мы еще не умеем учитывать (хотя это не так уж трудно при современных методах таксации) эту дополнительную продукцию («потенциальную стоимость») и оценивать улучшение качества.

3) Неудачным, по-нашему, является в приведенной выше выдержке сочетание... «Затраты труда и норма выработки (на один га и один м³)», так как в переводе на единицы выполненной работы следует пользоваться не нормой выработки, а нормой времени.

4) Было бы весьма желательно, чтобы «Основы экономики лесоводства» В. И. Перехода были переизданы большим тиражом в союзном масштабе по линии Гослесбуиздата или Сельхозгиза с тем, чтобы это ценное пособие могло стать достоянием всех лесоводов.

5) Нам кажется, что для второго издания следовало бы разработать еще несколько примеров определения экономической эффективности от побочных пользований в лесу, лесозащитных и противопожарных мероприятий.

Все это значительно приблизило бы лесоводов к марксистскому пониманию леса как предмета труда, имеющего потенциальную потребительную стоимость, научило бы лесоводов понимать экономическую природу леса и, следовательно, создало бы больше предпосылок для ускорения обоснованного перевода всей деятельности лесхозов на хозяйственный расчет — единственный оправдавший себя метод планового руководства социалистическим хозяйством, требующий повседневного учета и систематического соизмерения затрат и результатов производственной деятельности в денежном выражении.

И. Л. Гольдин,
Я. З. Дрозд,
Н. И. Киктев.

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ О КНИГЕ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ НОРМИРОВАНИЮ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Книга М. М. Трубникова «Техническое нормирование в лесном хозяйстве» предназначена для инженеров и техников лесхозов и лесничеств. Автор излагает принципы технического нормирования, изучение рабочего времени наблюдением, методику обработки материалов наблюдений и методику технического нормирования.

Книга написана четко и доходчиво, трудные места иллюстрируются примерами, позволяющими глубже понять излагаемые вопросы.

Рецензируемая книга несомненно принесет большую пользу работникам лесного хозяйства, но она не свободна от существенных недостатков. Так, на стр. 17 автор пишет: «Динамометры — приборы для измерения мощности машины». В действительности это не так. Динамометры предназначены для определения тягового сопротивления машин и орудий в кг, а для определения мощности, затраченной на преодоление сил сопротивления орудия или машины в процессе работы, надо пользоваться формулой:

$$N = \frac{RV}{270}$$

где N — затрачиваемая мощность в л. с.;

R — тяговое сопротивление орудия или машины в кг, которое определяется динамометрированием;

V — скорость поступательного движения агрегата в км/час.

Известно, что для правильного динамометрирования выбирается ровный горизонтальный участок, по возможности однородный по тилу и состоянию обработки почв. Но из табл. 2 (стр. 76) видно, что при определении тягового сопротивления плуга П-3-30 на вспашке фактическая глубина обработки, почвы колебалась от 18 до 30 см, а при динамометрировании это недопустимо (допускается отклонение средней глубины от заданной на 1 см). Поэтому приведенный пример следует признать неудачным.

На стр. 77 автор пишет: «Для определения удельного сопротивления прицепных широкозахватных машин и ору-

дий можно пользоваться следующими данными (в килограммах на 1 м захвата орудия): боронование боронами «зиг-заг 50-60» и т. д. При этом не принимается во внимание, что, во-первых, удельное сопротивление при обработке почвы не определяют по данным удельных сопротивлений; во-вторых, не сказано, для какой марки борон «зиг-заг» (ЗБЗТ-1, ЗБЗС-1, ЗБП-0,6) приведены данные, а это надо было бы сделать, так как каждая из указанных нами марок имеет свое удельное сопротивление при бороновании.

На стр. 78 автор указывает, «что тяговое усилие трактора равняется тяговому сопротивлению прицепных или навесных орудий». Такое толкование неверно.

Во-первых, это зависит от того, насколько удачно загружен трактор агрегатируемыми с ним машинами или орудиями, а во-вторых, практически всегда необходим небольшой запас усилия на крюке трактора для преодоления временных возрастаний тягового сопротивления машин или орудий, которые неизбежно возникают в работе. В нормальных условиях сила тяги используется (в зависимости от назначения агрегата и других причин) в пределах 85—95%, то есть

$$R_{\text{аг}} = \gamma P_{\text{кр}}$$

где $R_{\text{аг}}$ — тяговое сопротивление прицепных орудий;

— коэффициент использования тягового усилия трактора, который обычно равен 0,85—0,95;

$P_{\text{кр}}$ — тяговое усилие на крюке трактора.

Также автор необоснованно предлагает (стр. 82) принять максимальную длину гона равной 4 км.

Акад. Б. С. Свиричевский рекомендует длину гона не более 3 км**, но после тщательного изучения этого вопроса, он в своей книге «Организация и технология производства тракторных работ» пишет: «Не следует, однако, увлекаться чрезмерно длинными гонами. Работа на чрезмерно длинных гонах (свыше 2 км) удаляет агрегат от бригадного стана, затрудняет техническое обслуживание,

* М. М. Трубников, Техническое нормирование в лесном хозяйстве. Гослесбумиздат, М.—Л., 1956.

** Б. С. Свиричевский. Эксплуатация машинно-тракторного парка. Сельхозгиз, 1950.

снабжение агрегата и может дать отрицательные результаты»*.

На стр. 88 автор пишет, что путь, пройденный агрегатом при обработке всего загона, определяется по формуле:

$$S = \frac{LC}{b},$$

где L — длина рабочего гона в м;
 C — ширина загона в м;
 b — рабочая ширина захвата агрегата в м.

В действительности это только длина рабочего пути агрегата, а при обработке всего загона дополнительно входит путь, совершаемый при поворотах и холостых заездах.

Следовательно, в данном случае пройденный путь будет равен:

$$S = \frac{LC}{b} + S_x.$$

где S_x — длина холостого пути агрегата, которая определяется общезвестным способом.

Также нельзя согласиться с тем (стр. 89), что «Скорость движения агрегата на практике устанавливается в соответствии с тяговым сопротивлением». На самом же деле орудия или машины подбираются для агрегатирования в соответствии с мощностью трактора на заданной скорости.

Тяговые усилия на крюке, приводимые в табл. 5 (стр. 90—93), не учитывают фактических усилий на крюке существующих марок тракторов, а поэтому ценность таблицы значительно снижается.

На стр. 98 автор рекомендует определять количество машин в агрегате по следующей формуле:

$$n = \frac{P_{кр}}{R},$$

а следовало бы это делать по формуле

$$n = \frac{P_{кр} \eta}{R},$$

так как без учета коэффициента использования тягового усилия трактора η агрегат будет составлен неправильно.

Для определения удельного сопротивления, ширины захвата и тягового сопротивления борон, культиваторов и других подобных им орудий, агрегатируемых с трактором, автор пользуется (стр. 75, 101 и 103) следующими формулами:

$$k = \frac{R}{b}, \quad R = kb, \quad b = \frac{R}{k},$$

где k — удельное сопротивление;
 R — тяговое сопротивление орудий;
 b — ширина захвата орудий.

В действительности такие формулы можно применять при условии, если орудие прицепляется непосредственно к серье трактора. Но, как известно, бороны «зиг-заг» и другие орудия с небольшим сопротивлением агрегатируются с трактором посредством сцепки, а следовательно k , R и b надо определять по формулам:

$$k = \frac{R - fG_{сц}}{b}; \quad R = fG_{сц} + kb;$$

$$b = \frac{R - fG_{сц}}{k},$$

где f — коэффициент сопротивления качению;

G — вес сцепки.

Причем величины k , R и b культиваторов для междурядной обработки культур надо определять по другим формулам, например, при прицепе культиватора непосредственно к серье трактора

$k = \frac{R}{b - 2Yn_1}$, а если с трактором агрегатируются несколько культиваторов посредством сцепки, то надо пользоваться формулой

$$k = \frac{R - fG_{сц}}{2Yn_1},$$

где Y — ширина защитной зоны;

n — число рядов культур, захватываемых за один проход агрегата.

Величины R и b в данном случае можно определить из указанных нами формул.

$2Yn_1$ вводится в формулу для учета того, что при междурядной обработке почвы не вся ширина культиватора участвует в работе.

На стр. 102 автор определяет мощность трактора на крюке в л. с. по следующей формуле:

$$N_{кр} = P_{кр}v,$$

а в действительности по данным автора эта мощность ($P_{кр}$ — тяговое усилие трактора в кг, v — скорость движения агрегата в м/сек) будет вычислена в кгм/сек. А для того, чтобы получить при этих данных мощность в л. с. необходимо пользоваться следующей формулой:

$$N_{кр} = \frac{P_{кр}v}{75}.$$

* Б. С. Свирщевский. Организация и технология производства тракторных работ. Сельхозгиз, 1954, стр. 134.

На наш взгляд не следовало бы загромождать книгу техническими характеристиками и другими данными по тракторам и другим машинам и орудиям (стр. 120—129), так как большинство из них, например, габаритные размеры и др. не имеют никакого отношения к техническому нормированию. Причем в этом разделе некоторым ору-

диям даны странные названия. Например, паровому культиватору КП-3 дано название (стр. 128) «тракторный для сплошной обработки»

При переиздании книги необходимо устранить эти досадные неточности и недостатки.

С. И. Рожнов.

СОДЕРЖАНИЕ

Лес — неисчерпаемый источник сырья для химической промышленности	3
--	---

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

М. Л. Дворецкий. Теоретический анализ точности определения текущего объемного прироста стволов и древостоев	7
И. С. Мелехов, Т. А. Мелехова. О влиянии осушения болотных сосняков на формирование древесины	16
З. В. Антанайтис. Опыт изучения хода роста модальных насаждений	29
И. И. Гусев. К вопросу о формировании одновозрастных ельников в Шелековской даче	36
В. Д. Зеликов. Материалы к характеристике водного режима ельников разного возраста	42
В. И. Носков. Устойчивость сосны разного происхождения по типам леса против соснового вертуна	55
Ф. Б. Орлов. Интенсивность выжимания всходов и влияние некоторых факторов на нее в условиях Севера	65
А. Н. Лашков. Бамбук на Сахалине	71

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

М. М. Корунов. Влияние поливки ледяных дорог на сопротивление движению участков в автоматических линиях по деревообработке	75
Б. С. Родионов. К вопросу об эффективности регулирования русла сплавных рек	81
А. Г. Воробьев. О расчете по эластиковой теории пучков пучковых плотов для случая нахождения их на суше	93
Н. А. Санюкевич. Нагрев двигателей паром от котельных установок небольшой паропроизводительности	99
Е. С. Романов. О показателях себестоимости продукции лесозаготовительных мастерских участков	109

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

З. И. Санёв. Расчет оптимального запаса заготовок на стыках операционных участков в автоматических линиях по деревообработке	116
А. Д. Юричев. Исследование эксплуатационных свойств спрессованной древесины как материала для подшипников скольжения	129
А. А. Смирнов. Влияние углов резания и косой заточки на удельную работу резания при продольном пилении	137
В. С. Мареев. Древесно-слоистый пластик — экономически эффективный электроизоляционный материал	144
Н. В. Никитин, Л. А. Сидорова. О влиянии использования основных средств на себестоимость пиломатериалов	149

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

- А. И. Мудрецов, В. Н. Козлов. К вопросу кинетики осахаривания полисахарида 155
- Ф. А. Медников, Е. В. Ушкова, В. Н. Жернакова. Об увеличении объемного веса волокнистой осмольной массы перед экстракцией 162

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

- И. И. Орлов. Уральское совещание по подсочке леса 166
- Л. Н. Грибанов, С. Л. Егоренков. Научная конференция по рационализации лесного хозяйства и агролесомелиорации Казахстана 167

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- И. Л. Гольдин, Я. З. Дрозд, Н. И. Киктев. Ценное пособие по экономическому учению о лесе и расчету экономической эффективности основных лесохозяйственных мероприятий 170
- С. И. Рожнов. Некоторые замечания о книге по техническому нормированию в лесном хозяйстве 172

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ «ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 4

Сдано в набор 26/IV 1958 г. Подписано в печать 25/VIII 1958 г. Форм. бум. 70x108¹/₁₆. Печ. л. 15,07.
Уч.-изд. л. 13,068. Тираж 2000. Сл. 02234. Заказ № 916. Цена 10 руб.

Типография им. Склепина, г. Архангельск, Набережная им. Сталина, 86.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Рукописи статей принимаются редакцией по рекомендации соответствующих кафедр высших учебных заведений. Могут быть приняты также статьи сотрудников научно-исследовательских учреждений (с разрешения их руководства) и от отдельных работников науки и производства.

Статьи, представляемые в журнал, как правило, не должны превышать 12 страниц машинописного текста. Некоторые, наиболее ценные статьи, могут быть опубликованы по решению редакционной коллегии и при большем объеме — до 24 страниц. Статьи библиографического характера не должны быть более 6 страниц. В заглавии статьи указываются ее название, инициалы и фамилия автора (или авторов) и полное наименование того учреждения, в котором проделана описываемая в статье работа. Рукописи направляются в редакцию в двух отчетливо оформленных экземплярах на хорошей бумаге, перепечатанные на машинке через два интервала на одной стороне листа. На листе должно быть не более 30 строк, а в строке не более 60 знаков. С левой стороны листа оставляется чистое поле шириной в 30 мм. Все страницы рукописи должны быть пронумерованы. На полях рукописи необходимо карандашом указать места рисунков и цифровых таблиц, если последние прилагаются к статье на отдельных листах. Иностранные слова должны быть вписаны на машинке или разборчиво чернилами от руки.

Особое внимание должно быть обращено на аккуратное написание индексов и показателей степени. Следует делать ясное различие между заглавными и строчными буквами. Во избежание недоразумения заглавные буквы следует подчеркивать двумя черточками снизу, а строчные — двумя черточками сверху. Особенно это касается таких букв, как *V* и *v*, *S* и *s*, *O* и *o*, *K* и *k*, *U* и *u*, *C* и *c*. Необходимо самое серьезное внимание обращать на аккуратное вписывание схожих по начертанию букв: *h* и *n*, *q* и *g*, *l* и *e*, *v* и *u*, *ii* и *a*, *o* и *a* и *J*, *z* и *ε*.

Для отличия от буквы *O* ноль (0) оставлять без подчеркивания. Греческие буквы должны быть подчеркнуты красным карандашом, латинские — синим.

Приводимый в статье графический материал не должен дублировать цифровых таблиц. Никакие сокращения слов, имен, названий, как правило, не допускаются. Возможно употребление лишь общепринятых сокращений — мер (только после цифр), химических, физических и математических величин. Названия учреждений, предприятий, марки механизмов и т. п., упоминаемые в тексте статьи, в первый раз

нужно писать полностью (указав в скобках сокращенное название); в дальнейшем это наименование можно давать только сокращенно.

При ссылке в тексте статьи на работы других авторов следует в скобках указывать фамилию автора и год издания его работы. Упоминания имен иностранных авторов даются в русской транскрипции, ссылки на иностранные работы — на том языке, на котором они опубликованы. В случае приведения цитаты необходимо указать, откуда она взята (автор, название работы или номер тома, год издания, страницы).

Список литературы должен содержать лишь цитируемые в тексте статьи работы и, наоборот, все упоминаемые в тексте работы должны быть помещены в списке литературы. В списке указываются фамилия и инициалы автора, название работы, журнал, в котором она опубликована (для книг — место издания и издательство), год издания, № журнала. Название журнала, в котором опубликована упоминаемая в списке литературы работа, дается полностью. Ссылка на неопубликованные работы не допускается.

Рукопись должна быть тщательно выверена, подписана автором и иметь визу руководителя кафедры, если статья написана работником вуза; должны быть написаны дата отправки рукописи, полное имя и отчество автора, его ученое звание и степень, а также служебный и домашний почтовые адреса и номера телефонов.

Иллюстрации представляются в одном экземпляре. Они должны быть пригодны для цинкографического воспроизведения (фотографии должны быть четкими, чертежи необходимо делать черной тушью пером на ватмане, тени на рисунках — при помощи точек или штрихов). На обратной стороне рисунка простым карандашом должны быть указаны его порядковый номер, соответствующий номеру в списке, и фамилия автора. Подписи к рисункам должны быть приложены на отдельном листе, перепечатанными на машинке.

Редакция может возвращать авторам небрежно написанные статьи с требованием об их лучшем изложении и более аккуратном оформлении.

Редакция имеет право производить сокращения и редакционные изменения рукописей. Корректур статей авторам, как правило, не предоставляется.

Авторы получают бесплатно 30 оттисков своей статьи (за исключением публикаций в отделе библиографии и хроники).

Цена 10 руб.

Подписывайтесь

на ежемесячный производственный и научно-технический журнал

„ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО“

на 1959 год.

Журнал рассчитан на широкий круг специалистов лесхозов и лесничеств, агролесомелиораторов, колхозных и совхозных лесоводов, работников защитного лесоразведения железнодорожного транспорта, ученых, студентов вузов и техникумов.

Подписная плата с 1 января 1959 года снижена с 42 руб. в год до 36 руб. Цена отдельного номера 3 руб.

Читайте и выписывайте свой журнал
«Лесное хозяйство».

Заблаговременно оформляйте подписку
на 1959 год.

**Продолжается подписка
на журнал**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР»**

Раздел

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 60 рублей. Цена отдельного номера — 10 рублей.

Подписка и розничное распространение журнала производится органами «Союзпечати».

По заявке, направленной в редакцию, комплект журналов за 1958 год и отдельные номера могут быть высланы наложенным платежом.

05
11-332

Коп

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ

ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



Лесной журнал

