

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

5

1958

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Доц. **Ф. И. Коперин** (отв. редактор), проф. **Н. П. Вознесенский**, доц. **П. И. Войчал** (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. Щелкунов**.

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

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

Выходит 6 раз в год.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЕЛИ
В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ КАРПАТ

С. А. ГЕНСИРУК

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Львовский лесотехнический институт)

Ельники Карпат относятся к категории водоохраных и почвозащитных лесов. Они регулируют поверхностный сток, защищают почву от смыва и предотвращают эрозионные процессы. Карпатские ельники отличаются высокими запасами ($600-700 \text{ м}^3$ на 1 га) и высокими бонитетами (средний бонитет ели — 1,6) (рис. 1). Распределение еловых насаждений по возрастным группам (на 1 января 1956 г.) характеризуется следующими данными: молодняки — 44,8%, средневозрастные — 9%, припевающие — 15,4%, спелые — 9,9%, перестойные — 9%. Общий запас темнохвойных лесов Гослесфонда составляет 159,88 млн. м^3 , то есть 62,2% общего запаса всех насаждений Гослесфонда Карпат.

Несмотря на водоохранно-защитную, гидрологическую и климатическую роль карпатских лесов, рубки главного пользования в них производятся до сих пор в размере, намного превышающем расчетную лесосеку. Как показывают данные экспедиции по составлению генерального плана развития лесного хозяйства УССР, за период 1951—1957 гг. ежегодно вырубали леса в 2,03 раза больше, чем утверждалось планом. Ежегодный отпуск леса в Карпатах на 1956—1960 гг. равен 5585 тыс. м^3 , то есть 152% расчетной лесосеки. При таком размере рубок запасы спелых и перестойных насаждений в некоторых областях будут вырублены за 6—8 лет (Черновицкая и Дрогобычская области), а в среднем по Карпатам — за 12 лет.

Освоение лесных богатств проводится крайне неравномерно. В первую очередь рубкам подвергаются нижние части склонов, в то время как в труднодоступных местах лес не вырубается.

Большим недостатком является также, что многие лесозаготовительные организации нерационально используют ценную древесину, оставляя на лесосеках около 140—150 м^3 на 1 га срубленной среднеделовой древесины. Одной из причин этого является занижение величины запасов лесхозами при отводах лесосек. Рационально используя срубленную древесину, можно сократить объем рубок на 25—30%.

Допускаются сплошные рубки большими площадями на крутых склонах с мелкими щебенистыми почвами на каменистой подпочве (рис. 2). Рубки леса, проводимые в таких местах без учета элементар-



Рис. 1. Карпатская рамень (Ер) — ельник-кисличник на высоте 950 м над уровнем моря. Древостой 16 бонитета, возраст 75 лет; запас 843 м³ на 1 га. Ясинский лесхоз, Закарпатской области.

ных требований лесоводственной науки, приводят в горных условиях Карпат к катастрофическим последствиям, усиливаются эрозионные процессы (тонкий слой мелкозема смывается) и богатые почвы, на которых произрастали высокопродуктивные леса, превращаются в оголенные, безжизненные каменистые россыпи, непригодные для облесения. В районе Карпат бесплодные участки составляют уже около 19,8 тыс. га.

Нарушение элементарных правил рубок в отношении ширины и величины лесосек, сроков примыкания, направления лесосек и рубки леса, применение лесозаготовителями нерациональных видов трелевки и вывозки древесины из лесосек и др., привели к тому, что в Станиславском экономическом районе образовалось 487 тыс. га пустующих площадей, которые еще не так давно были покрыты высокопродуктивными лесами.

Учитывая высокую стоимость лесокультур в горных условиях Карпат (более 400 руб. на 1 га) и большую трудоемкость работ по посадке,



Рис. 2. Общий вид сплошной лесосеки с непосредственным примыканием (Ясинский лесхоз).

пополнению культур и уходу за ними, необходимо с особым вниманием отнестись к изучению естественного возобновления и разработать мероприятия, способствующие максимальному сохранению самосева и подроста во время лесозаготовок.

Возобновлению ели на обширных гарях, сплошных лесосеках и на других открытых пространствах посвящены работы М. Е. Ткаченко, А. Е. Декатова, С. В. Алексеева, И. С. Мелехова, А. А. Молчанова, С. Д. Михеева, В. Г. Нестерова, В. П. Тимофеева и др. Авторы дают характеристику естественного возобновления на вырубках в различных северных районах и отмечают закономерности этого процесса в зависимости от конкретных физико-географических условий. Кроме того, в этих работах освещается роль источников обсеменения вырубленных площадей, значение предварительного и последующего возобновления, способы очистки мест рубок как мер содействия естественному возобновлению.

Нами изучалось естественное возобновление ели под пологом леса и на лесосеках сплошной рубки в Делятинском, Надворнянском, Ясинском, Раховском, Тересвянском и Коломыйском лесхозах в двух основных, хозяйственно важных типах еловых лесов: сурамях — Есу, рамях — Ер (по автору) или ельниках-кисличниках (по акад. В. Н. Сукачеву).

Исследование естественного возобновления проводилось по методике проф. В. Г. Нестерова; всего было заложено 75 пробных площадей под пологом еловых насаждений и изучено столько же сплошных лесосек. На каждой пробной площади в геометрическом порядке закладывалось по 50 учетных площадок размером 2×2 м. Пробные площади в насаждениях закладывались рядом с изучаемыми лесосеками (условия местопроизрастания лесосеки и древостой подбирались одинаковые). Такое размещение пробных площадей позволяло полнее изучить лесосеки, сопоставить состояние естественного возобновления на них с количеством самосева и подроста под пологом насаждений, а также выявить факторы, положительно и отрицательно влияющие на ход естественного

Характеристика древостоев и количество

№ пробных площадок	Лесхоз, лесничество № квартала	Экспозиция и крутизна склонов в градусах	Состав насаждений	Возраст
57	Ясинский, Станиславское, 1	СВ; 22	10Е+ Бк, ед.Яв	120
41	Делятинский, Говерляньское, 5	СВ; 10	9Е1Пх, ед.Яв	80
43	Делятинский, Говерляньское, 20	СВ; 12	7Е2Пх1Бк, ед.Яв	80
45	Делятинский, Говерляньское, 20	СЕ; 12	10Е+ Пх, ед.Яв, Бк	70
59	Ясинский, Станиславское, 2	СЗ; 22—25	9Е1Бк+Яв	120
61	Ясинский, Станиславское, 2	СВ; 25	10Е+ Пх, ед.Бк	120
77	Раховский, Богданское, 23	СЗ; 30—35	8Е+2Пх, ед.Яв, Бк	100

* Рамень-Ер — наиболее богатые условия местопроизрастания,

возобновления. На пробных площадях, наряду с количественным учетом, определялись состояние самосева и подроста, высота каждого растения и размеры прироста за последний год.

Результаты исследований показали, что в большинстве случаев под пологом еловых насаждений в типе карпатской сурамени — Есу и рамени — Ер (ельники-кисличники), в местах сравнительно достаточного освещения, имеется значительное количество самосева и подроста ели (около 150 тыс. шт. и более на 1 га в возрасте от 1 до 8—12 лет). Успешность предварительного возобновления карпатских ельников зависит от целого ряда причин, главным образом от полноты материнского древостоя.

Чтобы выяснить зависимость возобновления ели от полноты древостоя, нами закладывались пробные площади в насаждениях с разными полнотами (от 0,5 до 1,0). Из табл. 1 видно, что при полноте 0,7 под пологом материнского древостоя появляется и сохраняется около 140 тыс. шт. жизнеспособного самосева и подроста ели в возрасте от 1 года до 8—12 лет. В насаждениях с полнотами 0,8—0,9, а также 0,5—0,6 общее количество самосева и подроста падает. Наблюдения показали, что в пределах типа леса карпатской сурамени — Есу (ельник-кисличник), в зависимости от изменения полноты древостоя, меняется количество и качество самосева и подроста. Так, на пробной площади № 57, где полнота была 0,9, самосева ели оказалось 48 380 шт. на 1 га, а на пробной площади № 77 при полноте насаждения 0,6 — только 23 380 шт.

Как видим, в пределах одного типа леса на пробных площадях (в зависимости от изменения полноты) обнаружено разное количество самосева и подроста. Качество их также резко различается. На пробной площади № 57, где полнота насаждения 0,9, создаются хорошие условия для появления всходов; здесь мы встречаем большое количество однолеток (8330 шт. на 1 га). При полноте 0,6 самосева и подроста в два раза меньше, но зато высота его в два раза больше.

Таким образом, полнота материнского древостоя определяет не только количественные, но и качественные показатели предварительно возникшего самосева и подроста. После сплошной рубки приспособляемость самосева и подроста к микроклимату открытого пространства в значи-

Таблица 1

подроста на пробных площадях

Полнота	Бонитет	Тип леса		Общее количество самосева и подроста на 1 га	В том числе самосева и подроста ели
		по В. Н. Сукачеву	по автору*		
0,9	I	Ельник-кисличник	Карпатская сурамень-Есу	50320	48380
0,9	Ia		Карпатская рамень-Ер	67870	63870
0,8	Ia		Карпатская рамень-Ер	77250	55920
0,75	I		Карпатская сурамень-Есу	96950	87800
0,7	I		Карпатская сурамень-Есу	189220	138440
0,6	a		Карпатская рамень-Ер	40670	38110
0,6	I		Карпатская сурамень-Есу	42470	23380

сурамень-Есу—богатые условия местопроизрастания.

тельной степени зависит от полноты срубленного древостоя. В одном случае (при высокой полноте 1,0—0,9) подрост от резкой перемены условий почти полностью погибает, а в другом (при средней полноте) — постепенно оправляется и создает основу будущего древостоя. Поэтому желательно с помощью проходных рубок понизить полноту до 0,6—0,7, чтобы к моменту главной рубки создать под пологом древостоя жизнеспособный подрост*.

Наши наблюдения показали, что количество и качество самосева и подроста ели зависит также от толщины подстилки, мощности травянистого и мохового покрова. Нами было проведено исследование зависимости количества подроста ели от характера напочвенного покрова в ельниках Ясинского и Делятинского лесхозов.

Наибольшее количество самосева и подроста наблюдается на разлагающемся валежнике, покрытом мхами. По средним данным, полученным в результате обработки собранного материала, на одну площадку размером 2 × 2 м приходится 136 шт. самосева и подроста ели. Наблюдения показали, что подрост на гниющем валежнике развивается лучше, чем на почве. Это связано, по-видимому, с наличием большого количества питательных веществ, лучшим дренажем, а также способностью валежника задерживать влагу. С этим обстоятельством надо особенно считаться в горных условиях Карпат, где преобладают маломощные щебенистые почвы и разлагающийся валежник является единственной средой, благоприятной для появления и роста всходов и подроста.

Значительное количество самосева и подроста ели приурочено к моховому покрову мощностью 1,5—4 см, который, наряду с разлагающимся валежником, является хорошей средой для прорастания семян и укоренения всходов ели. Влажность мохового покрова способствует распространению корешков самосева в торфянистой подстилке из отмерших частей мхов и дает им возможность существовать некоторое время вне связи с минеральным субстратом.

* Н. М. Горшенин. Руководство по рубкам ухода за лесом. Гослестехиздат, 1935.

Таблица 2

Характеристика сплошных лесосек и количество подроста на них

№ пробных площадей (лесосек)	Лесхоз, лесничество, № квартала	Экспозиция и крутизна склонов в градусах	Год рубки	Ширина лесосеки в м	Таксационная характеристика срубленного древостоя						Количество самосева и подроста под пологом леса	Количество сохранившегося самосева и подроста на лесосеке
					состав	возраст	полнота	бои-тет	тип леса			
									по В. Н. Сукачеву	по автору		
58	Ясинский, Станиславское, 1	СВ; 22	1954	200	10Е+Бк, ед. Яв	120	0,9	I	Ельник-кисличник	сурамень—Есу	50320	10880
42	Делятинский, Говерлянское, 5	СВ; 10	1954	100	9Е1Пх, ед. Яв	80	0,9	Ia	„	рамень—Ер	67870	31500
44	Делятинский, Говерлянское, 20	СВ; 12	1954	120	7Е2Пх1Бк, ед. Яв	80	0,8	Ia	„	рамень—Ер	77250	7410
40	Делятинский, Говерлянское, 20	СВ; 12	1954	120	10Е+Пх, ед. Бк, Яв	70	0,75	I	„	сурамень—Есу	96950	9670
60	Ясинский, Станиславское, 2	22 СВ; 25	1954	100	9Е1Бк+Яв	120	0,7	I	„	сурамень—Есу	189220	20670
62	Ясинский, Станиславское, 2	СВ; 15	1952	150	10Е+Пх, ед. Бк	120	0,6	Ia	„	рамень—Ер	40670	17070
78	Раховский, Богданское, 23	30 СВ; 35	1952	200	8Е2Пх, ед. Яв, Бк	100	0,6	I	„	сурамень—Есу	42470	3090
72	Делятинский, Ворохтянское, 5	28 Ю; 35	1954	200	7Е3Пх	90	0,8	I	„	сурамень—Есу	35510	3020
74	Делятинский, Ворохтянское, 16	Ю; 20	1954	100	7Е3Пх, ед. Бу	75	0,75	I	„	сурамень—Есу	56670	7840
76	Тересвянский, Верхне-Усть-чернявское, 13	Ю; 25	1950	250	9Е1Бк	140	0,5	I	„	сурамень—Есу	12550	2250

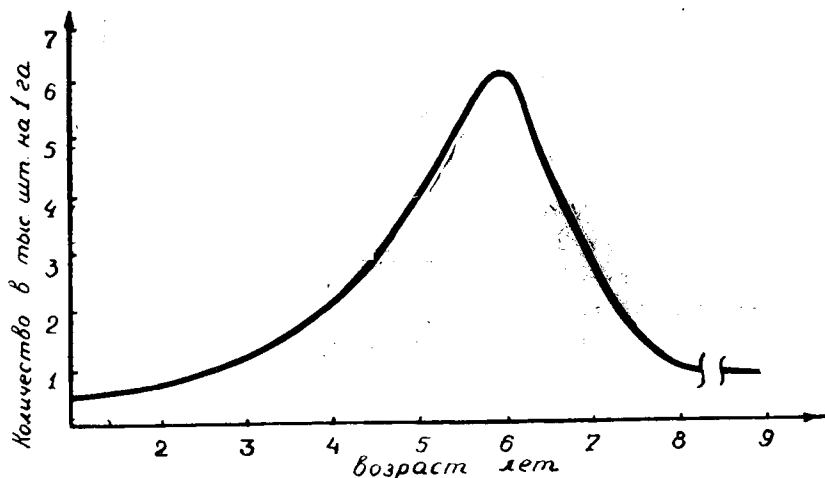


Рис. 3. Распределение самосева и подростка ели на сплошных лесосеках по возрастам.

Хорошее возобновление ели наблюдается на моховом покрове (*Eurhynchium striatum* и *Hylocomium proliferum*), где на 1 м^2 приходится в среднем 10 шт. самосева и подростка ели. В некоторых случаях количество самосева на 1 м^2 достигает более 100 шт.

Следует отметить, что существует определенная связь между мощностью подстилки с одной стороны, и количеством подростка с другой. При толщине подстилки от 1 до 3 см количество подростка ели увеличивается. С увеличением мощности подстилки выше 3 см количество самосева и подростка постепенно падает. При толщине 7—9 см подростка нет совсем. Всходы ели появляются, но не сохраняются. Это явление наблюдается во всех типах леса. Для содействия естественному возобновлению ели необходимо накануне семенных годов проводить рыхление подстилки под пологом еловых насаждений.

Исследование естественного возобновления ели на лесосеках сплошной рубки в возрасте одного-трех лет показало, что в одних случаях возобновительные процессы протекают удовлетворительно и хорошо, а в других возобновления не происходит. Хорошее и удовлетворительное возобновление встречается обычно на узких лесосеках с небольшой крутизной склона на хорошо развитых мелкоземистых почвах и особенно там, где лесозаготовительные операции проводились в зимний период по снежному покрову (табл. 2, пробная площадь № 42).

При большой крутизне склонов (25—35°) и малоразвитых каменистых почвах естественное возобновление проходит в большинстве случаев неудовлетворительно. Особенно это заметно на склонах южной экспозиции. Хорошее и удовлетворительное естественное возобновление сплошных лесосек связано, главным образом, с подростом, появившимся под пологом материнского древостоя до рубки. Последующее естественное возобновление ели протекает слабо и встречается чаще на сравнительно мощных, хорошо развитых почвах северной экспозиции.

Наши наблюдения показали, что на всех пробных площадях (лесосеках) самосев и подрост распределен по возрастам в определенной закономерности. Преобладающим является подрост 5—6-летнего возраста. Для большей наглядности распределение самосева и подростка по возрастам изображено графически (рис. 3). Кривые графика показывают, что ведущее значение в процессах лесовозобновления сплошных

лесосек в горных условиях Карпат имеет 5—6-летний самосев ели. Он хорошо сохраняется после рубки и трелевки, обладает лучшей приспособленностью к условиям сплошной лесосеки. Самосева и подрост в возрасте от 1 до 3 лет и старше 6 лет на лесосеках очень мало. Подрост ели на лесосеках группируется, главным образом, около пней, куч хлама, оставшихся колод и др. В таких местах ель находит лучшие условия аэрации и питания и лучший микроклимат. Это явление наблюдается и под пологом леса.

Детальным осмотром 75 сплошных лесосек удалось установить, что большинство сохранившегося после рубки самосева и подрост в последующем хорошо оправляется на склонах всех экспозиций. Этому, несомненно, способствует умеренно влажный климат Восточных Карпат, где большее количество осадков выпадает во время вегетационного периода. На сплошных лесосеках сравнительно редко встречается подрост с пожелтевшей хвоей и замедленным ростом, что характерно для вырубек севера. Подрост ели в незначительном количестве (10—15%) погибает от ожогов (главным образом, на склонах южной экспозиции). Явление гибели подрост прекращается на третий-четвертый год после рубки.

Успех возобновления вырубленных площадей зависит от влияния целого ряда факторов, а именно: от экспозиции склона, ширины лесосеки, способа очистки лесосек, состава и густоты живого напочвенного покрова, процессов заготовки и вывозки леса.

Изучение процессов лесовозобновления показало, что лесосеки в условиях рамени и сурамени возобновляются значительно лучше на склонах северной экспозиции, чем на склонах южной потому, что там складываются более благоприятные микроклиматические условия для самосево и подрост ели. Количество надежного самосева и подрост ели на северо-восточных склонах составляет от 7,4 до 31,5 тыс. шт. на 1 га, в то время как на южных от 2,2 до 7,8 тыс. шт. на 1 га.

Микроклимат лесосек обусловлен также их шириной, которая оказывает существенное влияние на ход естественного возобновления. Это влияние сильнее сказывается на склонах южной экспозиции, чем на северо-восточной (табл. 2). Как видно из таблицы, на склонах северной и северо-восточной экспозиции более или менее удовлетворительное возобновление ели наблюдается при ширине лесосек до 100—150 м, а на склонах южной — до 100 м.

Развитие лесовозобновительных процессов сильно зависит от вида и состояния живого напочвенного покрова. На возобновление сплошных лесосек травянистый покров может оказывать как положительное, так и отрицательное влияние. Наши наблюдения показали, что в местах с сильно развитым злаковым покровом или ежевикой возобновительные процессы задерживаются. Имеющийся подрост ели сильно угнетается и замедляет прирост в высоту. В местах, где преобладает кипрей, мелколепестник, крестовник, подрост ели, пихты и других пород развивается хорошо. Нами замечено, что на лесосеках двух-трехлетней давности, где имеется около 100 тыс. стеблей иван-чая на 1 га, возобновление ели протекает удовлетворительно, а имеющийся подрост предварительного происхождения под тенью иван-чая находит хорошие условия для своего роста (пробная площадь № 42). На кипрейных вырубках чаще появляется самосев последующего возникновения.

На возобновление ели весьма благотворно воздействует и правильно выбранный способ очистки лесосек. В горных условиях Карпат, где преобладают маломощные щебенистые почвы, огневая очистка оказывает отрицательное влияние на возобновительные процессы. Лучшим способом является разбрасывание порубочных остатков равномерно по

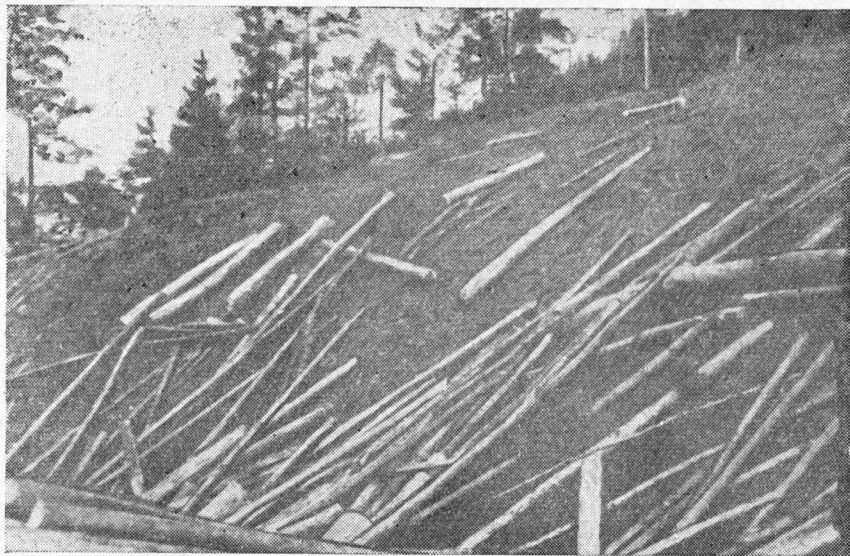


Рис. 4. Спуск лесопродукции по всему склону. (Делятинский лесхоз).

площади. Этот вид очистки можно с успехом использовать на склонах всех экспозиций с крутизной до 20° (на лесосеках средней захламленности). Учитывая большую захламленность Карпатских ельников, а также значительную крутизну склонов с каменистыми почвами, необходимо очистку лесосек на крутых склонах проводить горизонтальными валами, так как этот способ имеет много преимуществ по сравнению с другими видами очистки и для склонов крутизной больше 20° с каменистыми почвами является наиболее целесообразным. Такую очистку следует проводить сразу после трелевки (ризовки леса). При этом порубочные остатки укладываются в горизонтальные валы не шире 1—1,5 м и не выше 1 м. Чтобы предохранить порубочные остатки от заселения вредными насекомыми, их следует укладывать в валы крупными сучьями вниз, а сверху плотно прикрывать мелкими ветвями. Закрепленные колышками валы создают своего рода террасы, которые на крутых склонах выполняют противозерозивную роль.

Наблюдениями установлено, что при всех лесозаготовительных мероприятиях (если они проводятся в бесснежный период года) повреждается значительное количество самосева и подроста всех древесных пород. В районе наших исследований, наряду с механизированными лесоразработками, проводится ручной способ рубки и конная трелевка. При механизированных лесоразработках применяются различные виды механизмов. Валка леса производится чаще всего электропилами ЦНИИМЭ К-5, трелевка — тракторами КТ-12 и лебедками ТЛ-1 и ТЛ-20.

По нашим наблюдениям на лесосеках № 44 и 74, где применялась механизированная валка и трелевка, уничтожено около 90% самосева и подроста. Волочение древесины по лесосеке без приспособленных дорог очень сильно повреждает почву, способствует развитию смывов и размывов мелкозема и пагубно влияет на сохранение самосева и подроста (рис. 4). В верхней части упомянутых лесосек повреждения почвы и подроста не так значительны, зато в нижних, через которые проходит основная масса трелюемых материалов, нарушается около $3/4$ всей площади, а самосев и подрост уничтожается полностью. А на лесосеках № 62 и 42,

где применялась конная трелевка, сохранилось в 2—4 раза больше самосева и подроста, чем при тракторной и лебедочной.

С целью сохранения естественного возобновления в карпатских ельниках, желателно осуществлять механизированные лесозаготовки в зимний период по глубокому снегу. Если же механизированные лесозаготовки проводятся в бесснежный период, то трелевку следует проводить воздушным способом. С целью сохранения водоохраннх и почвозащитных функций леса, сплошные рубки в горных условиях Карпат необходимо проводить узкими лесосеками с максимальным использованием предварительного возобновления.

На лесосеках сплошной рубки с недостаточным предварительным возобновлением ели следует вводить частичные культуры. В нижней части склонов целесообразно создание смешанных древостоев из ели, пихты, бука, явора и др. На свежих лесосеках можно вводить культуры по методу Н. И. Калужского, без предварительной подготовки почвы.

Для повышения производительности карпатских ельников типов рамени и сурамени в культуру можно вводить европейскую лиственницу и другие породы.

Способы рубок в ельниках Карпат следует дифференцировать в зависимости от категории лесонасаждений, их высотного расположения, состояния естественного возобновления, мощности горизонтов почвы и типов леса.

В ельниках у верхней границы леса, в запретных полосах вдоль рек, в защитных полосах вдоль шоссеиных и железных дорог общесоюзного и республиканского значения, следует проводить рубки ухода и лесовосстановительные рубки.

Древостои на склонах крутизной свыше 30—35°, а также леса, произрастающие на скалисто-каменистых почвах, которые легко могут подвергнуться эрозии и оползням, необходимо отнести к категории охранных почвозащитных насаждений и проводить в них только добровольно-выборочные рубки.

В ельниках, произрастающих на северных склонах крутизной от 30° до 35° и на южных склонах с уклоном от 25° до 30—35°, можно проводить добровольно-выборочные рубки с интенсивностью не более 10% от общего запаса.

В еловых лесах II группы, произрастающих на склонах меньшей крутизны, можно проводить сплошные лесосечные рубки с непосредственным примыканием; размер их должен быть не более расчетной лесосеки.

Поступила в редакцию
10 апреля 1958 г.

К ВОПРОСУ О ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЕ ЕЛЬНИКОВ

Р. Г. СИНЕЛЬЩИКОВ

Аспирант

(Воронежский лесотехнический институт)

Вопрос о возрастной структуре северных ельников неоднократно поднимался в отечественной лесоводственной литературе. При этом одна часть исследователей утверждает, что на Севере преобладают разновозрастные ельники (М. М. Орлов, С. А. Богушевский, А. А. Корчагин, П. В. Воропанов, А. А. Молчанов, Н. И. Баранов и К. И. Григорьев), другая, менее многочисленная часть исследователей ставит это утверждение под сомнение (А. Рожков, П. П. Серебренников). В отношении таксации разновозрастных ельников одни авторы выступают за обязательное выделение и описание отдельных поколений (М. М. Орлов), а другие считают это нецелесообразным и даже практически неосуществимым (А. С. Матвеев-Мотин, Н. И. Свалов). Нет единого взгляда и на формы хозяйства в разновозрастных ельниках.

Такое расхождение по мнениях может быть объяснено тем, что возрастная структура ельников сложна и еще недостаточно изучена. Поэтому дальнейшее накопление фактического материала по данному вопросу не потеряло, как нам представляется, актуальности и поныне.

Естественно, что перед лесоустроителями со всей остротой встали вопросы: какими факторами определяется возрастная структура ельников, присущи ли ей какие-либо закономерности, каким образом отражается возрастная структура на строении насаждений и их облике и какими должны быть, в связи с этим, особенности их таксации?

Чтобы в той или иной степени ответить на поставленные вопросы, нами при проведении лесоустроительных работ в Кировской области в 1954—1956 годах был собран и изучен материал

а) с пяти пробных площадей, составляющих 1,73 га, на которых срублено и обмерено 1840 стволов;

б) с четырех пробных площадей (по 0,25 га), размещавшихся на свежих лесосеках, где детально обмерены все пни; и для сравнения,

в) с четырех пробных площадей в насаждениях, расположенных рядом с пробами, названными в пункте «б».

Помимо этого был собран значительный материал для характеристики хода роста ельников, имеющий вспомогательное значение для изучения возрастной структуры. На основании собранного материала возникают следующие соображения по затрагиваемому вопросу.

На формирование возрастной структуры изучавшихся ельников оказывают влияние многие факторы: время, прошедшее с момента полного оголения площади в результате пожара или рубки; низовые пожары (если таковые возникли на данной площади) и их интенсивность; частичные рубки, ураганы и бури, пораженность вредителями и т. д.

На основании сложившихся представлений об изменении возрастной структуры во времени, можно было бы, применительно к условиям Кировской области, нарисовать такую схематическую картину: после сплошного пожара или сплошной рубки площадь заселяется березой (или осиной), под пологом которой появляется условно-одновозрастный подрост ели, в дальнейшем развивающийся в древостой.

Биология ели позволяет под пологом этого древостоя появляться и существовать более молодым поколениям елового подроста.

Интенсивное отмирание березы (после 70—90 лет), а затем ели (после 160 лет) создает последующим поколениям условия для выхода в главный полог. Возникает разновозрастность насаждения, которая с течением времени прогрессирует. Именно поэтому, как показали наши исследования, наиболее разновозрастными оказались долгомошно-хвощевые и сфагновые типы леса, которые, вследствие высокой влажности, столетиями не выгорали, а из-за низкой товарности не вырубались.

Однако чаще всего уже с момента появления насаждения, в нем существуют элементы разновозрастности за счет сохранившегося подроста. В подтверждение приводим табл. 1 (во всех случаях представлен тип леса ельник-черничник с избыточным увлажнением):

Таблица 1
Еловое возобновление на площади в 1 га

Категория площади	Количество подроста и самосева		
	всего	в том числе	
		предварительная генерация	последующая генерация
Вырубка 3 лет . .	4 600	2 400	2 200
Гарь 14 лет . . .	18 280	360	17 920
Гарь 16 лет . . .	16 160	1 040	15 120

Экземпляры предварительного возобновления хорошо развиты и отпад в них значительно слабее, чем у последующего возобновления.

С течением времени различия в размерах стволов стираются, но разновозрастность остается. Однако наибольший интерес представляет возрастная структура «взрослых» насаждений. Последняя может быть характеризована по материалам вышеназванных девяти пробных площадей со сплошным подсчетом возраста всех деревьев.

Краткая таксационная характеристика пробных площадей приведена в табл. 2, а возрастная структура — в табл. 3.

Данные табл. 3 свидетельствуют, что все исследованные насаждения имеют хотя бы незначительную разновозрастность. Естественно, встает вопрос, имеющий практическое значение, существует ли какая-либо закономерность в возрастной структуре или же разновозрастные ельники представляют хаотичное смешение деревьев разного возраста?

Ответ на этот вопрос можно получить лишь путем сравнения возрастной структуры насаждений на разных пробных площадях. Но сравнивать распределение стволов по абсолютным ступеням возраста (клас-

Таблица 2

Таксационные показатели насаждений

№ пробных площадей	Состав	Средний возраст	Пределы возраста	Бонитет	Средняя высота в м	Средний диаметр в см	Полнота	Наименование серии типов леса
29	I 5Б3Ос 2Е	89	78—103	III	—	—	0,7	Зеленомошно-кисличная
	II 10Е + Б, Ос				18,1	19,5	0,5	
255	7Е2Б1С	91	71—112	II	19,0	19,5	0,7	"
13	6Е2Б2Ос	91	65—187	IV	18,5	18,0	1,0	Черничная
149	9Е1П + Б	101	65—256	III	20,5	25,0	0,9	"
254	5Е2С2Б1Ос	104	46—210	V	13,4	15,5	0,7	Долгомошно-хвощевая
147	9Е1Б + П	128	79—245	IV	17,5	20,5	1,0	Черничная
10	9Е1Б	129	70—240	V	14,9	17,5	1,0	Долгомошно-хвощевая
140	8Е2Б + П	149	88—217	IV	21,0	23,0	0,8	Черничная
43	10Е + П	165	115—280	III	24,0	29,5	0,7	Зеленомошно-кисличная

Таблица 3

Распределение стволов по классам возраста (в %)

№ пробных площадей	Средний возраст класса											
	50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250	270
29	—	2,1	97,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
255	—	7,8	79,4	12,8	—	—	—	—	—	—	—	—
13	—	54,6	13,9	10,3	8,5	8,5	3,6	0,6	—	—	—	—
149	—	31,4	33,6	13,9	10,2	2,2	2,2	4,4	—	1,4	0,7	—
254	0,9	17,5	40,3	19,0	8,3	6,5	4,2	2,8	0,5	—	—	—
147	—	1,1	10,2	33,0	26,7	15,9	9,7	2,8	—	—	0,6	—
10	—	3,6	11,7	27,0	31,0	10,6	9,5	3,3	1,8	1,5	—	—
148	—	—	1,0	12,5	25,0	29,2	21,9	7,3	3,1	—	—	—
43	—	—	—	2,1	14,9	27,0	29,0	20,9	3,4	0,7	0,7	1,3

сам возраста) трудно, так как пробные площади имеют разный средний возраст и даже при одинаковом диапазоне возраста степень разновозрастности окажется различной.

Однако данных об амплитуде колебания возраста на пробах еще недостаточно для характеристики возрастной структуры. Необходимо учитывать также количество деревьев, имеющих тот или иной возраст. Действительно доля стволов крайнего возраста, создающих большую амплитуду, может быть очень малой и потому несущественна для характеристики возрастной структуры насаждений. Поэтому для сопоставления данных был найден коэффициент вариации возраста каждой пробы, как комплексный показатель, зависящий и от амплитуды колебаний возраста, и от числа стволов.

Далее, чтобы иметь возможность сравнить результаты изучения всех пробных площадей, мы распределили стволы не по абсолютным, а по естественным ступеням возраста, по аналогии с известными в таксации естественными ступенями толщины (по А. В. Тюрину). При этом средний возраст у всех пробных площадей принимался за единицу, а естественные ступени возраста выражались в десятых долях среднего

возраста. (Одна ступень у 200-летнего насаждения составляет 20 лет, а у 80-летнего — 8 лет). Таким образом, возрастная структура всех пробных площадей была выражена в едином масштабе.

Сравнение показало, что все насаждения по типам возрастной структуры можно разбить на три группы. Пока не найдены более удачные термины, мы условно даем этим группам следующие названия:

1. Относительно одновозрастные.
2. Симметрично разновозрастные.
3. Асимметрично разновозрастные.

Распределение стволов ели по естественным ступеням возраста в пределах названных групп приводим в табл. 4.

Следует отметить, что подобному анализу мы подвергали и запас, но данных этого исследования мы не приводим, чтобы не перегружать статью, тем более, что закономерности как для числа стволов, так и для запаса оказались почти одинаковыми.

Данные табл. 4 показывают, что у первой группы насаждений в пределах 0,9—1,1 среднего возраста сосредоточено 90% стволов, что позволяет считать насаждения практически одновозрастными.

Уместно в связи с этим вспомнить высказывание А. В. Тюрина о том, что «Абсолютная одновозрастность еловых насаждений в природе не встречается; приходится пользоваться поэтому относительной одновозрастностью, не выходящей за известные пределы».

У второй группы насаждения наблюдается значительная разновозрастность, характерная однако тем, что распределение стволов по возрасту представляет правильный вариационный ряд, в котором возраст большинства стволов не слишком отличается от среднего. Так, в пределах 0,7—1,2 среднего возраста сосредоточено 88% стволов.

Наконец, третья группа представляет разновозрастные насаждения, у которых распределение стволов по возрасту выражается резко асимметричным вариационным рядом (поэтому мы называем насаждения «асимметричными», так же как вторую группу — «симметричными»).

Для асимметричных насаждений характерны следующие цифры: в первых пяти ступенях возраста сосредоточены 66% стволов, а остальные 34% распределены между 15-ю ступенями.

Кривые на рис. 1, построенные по усредненным значениям, наглядно характеризуют различие в распределении стволов по естественным ступеням возраста в каждой из групп.

Распространено мнение, что разновозрастность резко искажает строение насаждения. Мы попытались выяснить, в связи с этим, особенности строения насаждений по диаметру в группах с различной возрастной структурой (необходимо подчеркнуть, что при изучении строения исследуемых насаждений мы во всех случаях оперировали пробными площадями с тщательно отделенным отпадом. Без этого характер строения оказывается, как известно, иным).

Сопоставление строения выделенных групп насаждений целесообразно произвести не в абсолютных ступенях толщины, а в естественных (в десятых долях среднего диаметра) по тем же соображениям, которыми мы руководствовались при сравнении возрастной структуры пробных площадей. Распределение стволов по естественным ступеням толщины приводим в табл. 5.

Сравнение полученных рядов между собой и с рядом нормального распределения по А. В. Тюрину показывает, что и в строении по диаметру сохраняются различия между выделенными тремя группами. Дальше всех от нормальных насаждений стоит группа асимметричных насаждений, в которых в распределении как по диаметру, так и по

Распределение стволов ели по естественным ступеням возраста (в %)

№ пробной площади	Средний возраст	Ступени возраста																			
		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4

Относительно одновозрастные насаждения

29	89	—	—	—	2,4	29,3	57,5	10,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
255	91	—	—	1,2	8,3	24,2	36,5	21,9	7,4	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Среднее	90	—	—	0,6	5,3	26,8	47,0	16,4	3,7	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Симметричные разновозрастные насаждения

147	128	—	3,0	6,6	16,2	20,5	17,5	13,6	9,5	7,0	4,4	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	129	1,4	4,4	8,4	14,1	18,1	19,8	12,7	6,6	6,2	3,9	1,8	1,3	0,9	0,4	—	—	—	—	—	—	—
148	149	—	0,6	6,8	13,6	19,0	22,2	18,2	11,3	4,8	2,4	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
43	15	—	—	4,8	13,0	21,8	23,4	19,7	12,6	2,3	0,7	0,7	0,8	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—
Среднее	143	0,3	2,0	6,7	14,2	20,1	20,7	16,1	10,0	5,1	2,8	1,1	0,5	0,3	0,1	—	—	—	—	—	—	—

Асимметрично разновозрастные насаждения

13	91	—	—	11,1	27,0	15,8	7,2	6,4	5,5	5,2	5,0	4,7	4,4	3,2	2,2	1,4	0,6	0,3	—	—	—	—
149	101	—	9,0	17,2	17,8	16,2	11,4	7,1	6,1	4,2	1,5	1,2	1,2	1,7	2,3	0,9	0,2	0,5	0,6	0,4	0,3	0,2
254	104	—	5,9	10,7	17,8	18,8	13,3	9,1	5,9	4,3	3,7	3,2	2,1	1,9	1,6	1,1	0,5	0,1	—	—	—	—
Среднее	99	—	5,0	13,0	20,8	16,9	10,6	7,5	5,8	4,6	3,5	3,0	2,6	2,3	2,0	1,2	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1

Распределение стволов ели по естественным ступеням толщины (в %)

№ пробной площади	Средний диаметр	Ступени толщины																					
		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
Относительно одновозрастные насаждения																							
29	19,5	0,8	7,7	12,8	14,8	15,2	15,0	13,2	9,8	5,7	2,8	1,3	0,3	0,3	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—
255	19,5	1,3	8,0	12,6	15,5	14,4	12,5	10,5	8,6	6,7	5,0	3,1	1,0	0,6	0,2	—	—	—	—	—	—	—	—
Среднее	19,5	1,0	6,9	12,7	15,2	14,8	13,7	11,9	9,2	6,2	3,9	2,2	0,6	0,4	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—
Симметрично разновозрастные насаждения																							
147	20,5	0,5	8,8	14,3	16,2	16,0	14,2	9,6	5,2	4,8	3,4	1,5	1,3	1,6	1,3	0,6	0,4	0,3	—	—	—	—	—
10	17,5	—	2,3	14,0	17,3	19,4	16,4	11,2	5,7	3,9	2,9	2,3	2,1	1,6	0,9	—	—	—	—	—	—	—	—
148	23,0	—	1,0	9,5	18,0	18,9	13,6	10,9	13,4	8,6	2,9	2,2	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
43	29,5	2,2	6,2	9,8	10,8	13,0	15,4	15,9	14,2	5,6	2,1	1,1	2,7	0,7	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—
Среднее	22,6	0,7	4,6	11,8	15,6	16,8	14,9	11,9	9,5	5,7	2,8	1,8	1,8	1,0	0,6	0,2	0,1	0,1	—	—	—	—	—
Асимметрично разновозрастные насаждения																							
13	18,0	2,2	7,8	12,5	14,4	16,1	12,3	8,7	6,3	4,2	3,3	3,3	3,1	2,2	1,6	1,1	0,7	0,2	—	—	—	—	—
149	25,0	—	2,4	9,7	17,3	20,7	19,7	13,2	5,9	3,2	3,6	2,7	0,8	—	—	—	—	0,8	—	—	—	—	—
254	15,5	4,0	11,7	15,7	16,1	13,3	9,1	7,1	5,9	4,7	3,8	3,2	2,0	1,2	0,6	0,5	0,4	0,2	—	—	0,2	0,2	0,1
Среднее	19,5	2,1	7,3	12,6	15,9	16,6	13,7	9,7	6,0	4,0	3,5	3,1	2,0	1,2	0,9	0,5	0,4	0,4	—	—	0,1	0,1	—
По Тю- рину	25,0	0,6	3,7	9,9	16,5	17,7	17,3	12,6	8,9	6,4	3,6	1,7	0,7	0,3	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—

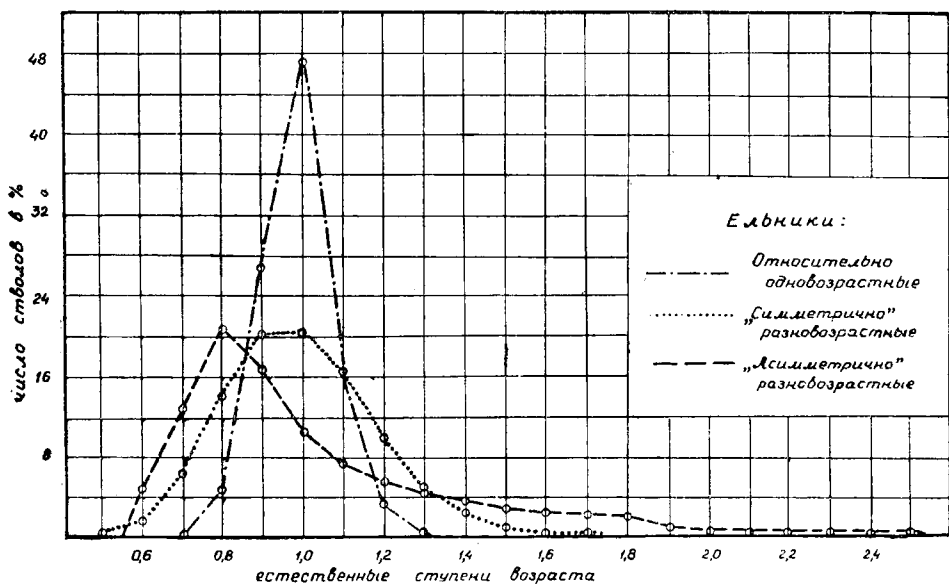


Рис. 1. Распределение стволов в % по естественным ступеням возраста.

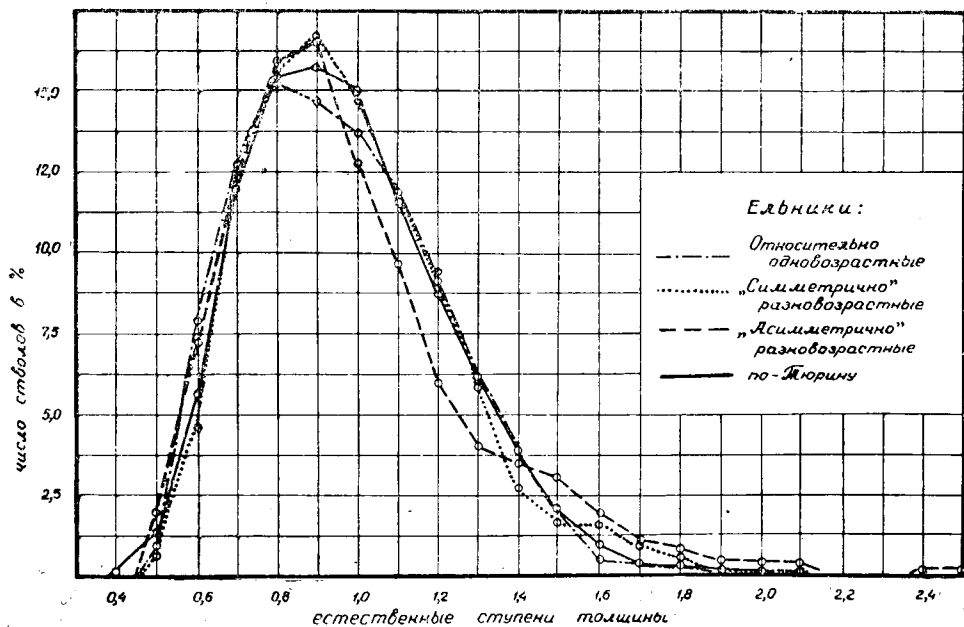


Рис. 2. Распределение стволов в % по естественным ступеням толщины.

возрасту, наблюдается асимметрия. Однако и в этом случае нет многовершинности кривой.

Строение симметричных разновозрастных ельников оказалось достаточно близким к так называемому нормальному ряду распределения, даже ближе, чем у относительно одновозрастных насаждений. Последние имеют незначительную асимметрию, при которой основная масса

стволов сосредоточена не в центральной ступени, а в ступенях, составляющих 0,8—0,9 среднего диаметра. Это, на наш взгляд, закономерно для ельников такого возраста, развивавшихся через смену пород. Основной массе стволов ели пришлось «пробивать» лиственный полог и, в связи с этим, несколько задержаться в росте, меньшая же часть стволов оказалась в более благоприятных условиях (в «окнах», на микроповышениях) и за счет этого превзошла по размерам своих сверстников, образовав правую, сильно растянутую ветвь кривой (рис. 2).

Следует подчеркнуть, что различие в строении указанных трех групп ельников не определяет, а лишь подкрепляет необходимость их выделения. Основным же мотивом для этого является различие в возрастной структуре.

Особенности в возрастной структуре и строении выделенных групп находят свое выражение также в варьировании возраста и диаметра. В подтверждение приводим табл. 6.

Таблица 6
Коэффициенты вариации диаметра и возраста

Категория пробных площадей	№ пробной площади	Коэффициент вариации	
		по возрасту	по диаметру
Относительно одновозрастные	29	3,1	24,7
	255	3,2	27,4
	Среднее	3,1	26,0
Симметрично одновозрастные	147	21,2	26,9
	10	25,0	27,8
	148	17,3	22,7
	43	16,4	25,6
	Среднее	20,0	25,7
Ассиметрично одновозрастные	13	33,6	31,9
	149	34,9	25,3
	154	29,7	34,8
		Среднее	32,7

Приведенные цифры показывают, что варьирование диаметра у одновозрастных и симметричных разновозрастных ельников сходно между собой и с данными А. В. Тюрина для одновозрастных насаждений (22,8—25,7%).

Варьирование диаметра у ассиметричных разновозрастных ельников (30,8%) уже значительно отличается от варьирования одновозрастных насаждений. Варьирование возраста весьма показательно подтверждает различие возрастной структуры насаждений.

Итак, изучение собранного материала позволило выявить три группы ельников, различающиеся по возрастной структуре и строению. В связи с этим неизбежно возникает очень важный вопрос: каковы особенности таксации отдельных групп?

По этому поводу надо отметить следующее.

Группа относительно одновозрастных насаждений как в отношении возрастной структуры, так и в отношении строения, почти не отличается от нормальных, а потому при их таксации могут быть использованы обычные приемы.

Мы считаем нецелесообразным выделять поколения в группе симметричных разновозрастных насаждений (несмотря на то, что разновозрастность в них отчетливо выражена), имея в виду следующие соображения:

1. Обособленные поколения естественно не выделяются, о чем свидетельствует правильность вариационного ряда, описывающего распределение стволов по возрасту и по толщине. Искусственное же расчленение насаждений неизбежно потребует сосредоточения в главном поколении центральных ступеней возраста, что при диапазоне поколения 50—60 лет исчерпывает 80—90% общего количества стволов (и около 80% запаса) в спелом древостое. Оставшиеся крайние ступени возраста окажутся слишком малочисленными для образования из них поколений.

2. Как было показано выше, строение описываемых древостоев мало отличается от строения одновозрастных древостоев и глазмерное расчленение их на поколения крайне затруднительно и неточно.

В группе же асимметрично разновозрастных ельников мы полагаем целесообразным производить таксацию по поколениям, руководствуясь следующим:

а) в древостое естественно намечаются два хозяйственно-различающиеся поколения: основное и второстепенное (более старовозрастное);

б) строение данных насаждений отличается от строения одновозрастных древостоев, в связи с чем глазмерное отделение поколений обычно не представляет больших трудностей.

Не располагая местом для подробного изложения анализа строения и возрастной структуры отдельных поколений, ограничимся лишь основными выводами.

Оказалось, что основное поколение в диапазоне возраста 70—80 лет охватывает (в спелом древостое) естественные ступени 0,6—1,2 от общего среднего возраста, включая в среднем 84% стволов и 67% запаса.

Основное поколение имеет нормальное распределение стволов по толщине. Варьирование диаметра составляет $\pm 25,1\%$, варьирование возраста — $\pm 19,6\%$.

Поколения выражены достаточно отчетливо. Так, различие в среднем возрасте поколений составляет 63%, в среднем диаметре — 41%.

Резюмируя вышеизложенное, следует еще раз подчеркнуть, что нет необходимости в обязательной дифференцированной таксации разновозрастных ельников. Следует различать две описанные группы и таксировать их по-разному.

Более распространенную группу симметричных разновозрастных ельников надо описывать синтетически, так как их строению присущи закономерности одновозрастных древостоев и за средними показателями кроется определенное содержание.

Таксацию другой, менее распространенной, группы асимметричных разновозрастных ельников действительно чаще всего следует проводить аналитически, по основному и второстепенному поколению, так как их строение отклоняется от общих закономерностей и средние показатели слишком приближенно характеризуют насаждения.

Выделенные группы разновозрастных ельников следует различать также при взятии моделей на пробных площадях.

Число моделей (N) обычно в среднем бывает 8—10. Для симметричных насаждений точность определения среднего возраста в этом случае составляет

$$p = \frac{c}{\sqrt{N}} = \frac{20}{3} = 7\%.$$

Чтобы достичь той же точности в определении среднего возраста асимметричных насаждений с невыделенными поколениями, требуется 22 модели:

$$N = \frac{c^2}{p^2} = \frac{32,7^2}{7^2} = 22.$$

Аналогичный расчет в отношении отдельных поколений показал, что точность 7% достигается уже при 11 моделях.

Практическое значение имеет выявление связи между возрастом (y) и диаметром (x). Такая связь нами найдена, для чего предварительно были построены корреляционные таблицы, вычислены коэффициенты корреляции и выведены корреляционные уравнения как для каждой пробной площади, так и для всех вместе. Соответствующие данные приведены в табл. 7.

Таблица 7

Зависимость между возрастом и диаметром

№ пробной площади	Коэффициент корреляции	Корреляционное уравнение
13	$0,58 \pm 0,033$	$y = 3,14 x + 36,8$
149	$0,66 \pm 0,029$	$y = 3,91 x + 5,0$
254	$0,64 \pm 0,026$	$y = 3,77 x + 46,8$
147	$0,75 \pm 0,019$	$y = 3,07 x + 64,1$
10	$0,58 \pm 0,025$	$y = 3,80 x + 62,6$
148	$0,64 \pm 0,060$	$y = 3,17 x + 54,3$
43	$0,45 \pm 0,045$	$y = 1,63 x + 117,5$
Среднее	$0,592 \pm 0,019$	$y = 3,06 x + 60,2$

Значения коэффициентов корреляции для отдельных проб (за исключением пробы 43) свидетельствует о том, что связь достаточно надежная и, таким образом по диаметру (учитывая другие факторы: тип леса, форма кроны, характер коры и т. д.) можно с допустимой точностью судить о возрасте насаждения. Придержкой может служить среднее корреляционное уравнение следующего вида: $A = 3D + 60$, где A — искомый возраст, D — диаметр.

Последняя формула отражает связь возраста с диаметром ели в черничной серии типов леса III,5 бонитета при небольшом угнетении насаждения в молодости. При определении возраста насаждений низкого бонитета, а также при наличии признаков большого угнетения в молодости, полученное по формуле значение возраста следует увеличить на один-два класса и, наоборот, вычисляя возраст насаждений лучших бонитетов, без признаков угнетения, уменьшить на один-два класса возраста.

ОСОБЕННОСТИ РОСТА РАЗНОВОЗРАСТНЫХ БУКОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ КРЫМА И СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Л. В. БИЦИН

Ассистент

(Воронежский лесотехнический институт)

В лесах Северного Кавказа и Крымского государственного заповедника сохранилась значительная площадь старовозрастных буковых насаждений. За последнее время на страницах печати опубликован ряд работ, посвященных главным образом геоботанической характеристике типологии букняков [3], [5] и частично их производительности [12]. Вместе с тем вопросы прироста старовозрастных буковых насаждений и их формирования остаются до сих пор мало затронутыми исследованием.

В 1953—1955 годах лесоустроительными партиями Всесоюзного объединения «Леспроект» в творческом содружестве с кафедрами Воронежского лесотехнического института производилось устройство лесов Северного Кавказа и Крымского заповедника. Собранный при этом большой материал позволил осветить ряд вопросов, касающихся строения букняков [1], их возрастной структуры, состояния [2], [7], роста [1], [2] и производительности.

Нами изучались старовозрастные (наиболее распространенные) буковые насаждения, не тронутые рубками.

На основе полученных данных в настоящей работе освещаются особенности прироста старовозрастных буковых насаждений Крымского заповедника, а также высказываются некоторые соображения о процессе развития букняков Северного Кавказа.

Буковые леса Крыма и Северного Кавказа занимают преимущественно северные, реже южные склоны гор, на высоте 450—1350 м. На Кавказе они поднимаются до 2000 м над уровнем моря и в виде исключения опускаются почти до нулевой отметки.

По составу древостой Крыма и Северного Кавказа преимущественно чистые, с единичной примесью граба, ильма, клена, по производительности относятся к I—III бонитетам. В лесах Северо-Западного Кавказа к буку примешивается пихта, участие которой в составе насаждений местами доходит до 30%. Наиболее полно представлены типы леса: букняк зубячковый III бонитета (Крым), папоротниковый и азалиево-черничный I—II бонитета (Северный Кавказ).

Возраст исследуемых насаждений бука колеблется от 101 до 300 лет

в Крыму и от 21 до 240 лет на Северном Кавказе. По форме они сложные, с постепенным переходом одного яруса в другой. Наиболее полно представлен ярус, который составляет около 95% по запасу и 45—80% по числу стволов всего насаждения.

Текущий прирост буковых насаждений

Средний прирост насаждений определялся по методу моделей, ибо в лесах Крымского заповедника не ведется постоянных наблюдений за величиной отпада, вследствие чего определить последний невозможно. Материалом для исследования послужили три пробные площади (3 га) с рубкой 50% деревьев от каждой ступени толщины и обмером текущего прироста по диаметру за последние 10 лет на срединях шестиметровых отрубков у 319 модельных деревьев. Ошибка определения объемного прироста дерева при этом составила около $\pm 10\%$. Пробы заложены в насаждениях III бонитета, являющихся наиболее типичными для заповедника.

Анализ роста стволов бука показал, что объемный прирост повышается с увеличением размера дерева. Графически эта связь может быть выражена параболической кривой. Обработка материалов методами вариационной статистики позволила установить следующие показатели: коэффициент вариации текущего прироста (C) в пределах всего насаждения равен 90%, по ступеням толщины — 49—38%, причем наиболее однородными являются крупномерные ступени. Коэффициент корреляции (r) между приростом и диаметром определяется величиной, равной $0,74 \pm 0,14$, а корреляционное отношение (r_1) — $0,80 \pm 0,029$. По исследованиям ряда авторов [8], [10] коэффициент корреляции одновозрастных насаждений колеблется в пределах 0,85—0,95, то есть несколько выше, чем у исследуемых разновозрастных насаждений.

Конкретная связь текущего объемного прироста с диаметром выражена уравнением:

$$Z_r^{max} = 0,0016d^2 + 0,36d - 6,5.$$

По найденному уравнению текущий объемный прирост стволов отдельных ступеней толщины составляет следующие величины:

Таблица 1

Ступени толщины	Текущий прирост по объему (ΔM^3) 1 ствола	Ступени толщины	Текущий прирост по объему (ΔM^3) 1 ствола
20	1,3	48	14,5
24	3,2	52	16,5
28	4,8	56	18,7
32	6,6	60	20,9
36	8,6	64	23,1
40	10,5	68	25,4
44	12,4	72	27,7

Эти данные могут быть использованы для определения текущего прироста старовозрастных буковых насаждений III бонитета на основании одного лишь перечета.

При таксации одновозрастных насаждений абсолютную величину текущего прироста чаще всего определяют, исходя из процента текущего прироста отдельных моделей и запаса без коры. Возникает вопрос, может ли этот способ найти применение при таксации изучаемых разновозраст-

ных насаждений. Чтобы ответить на него, рассмотрим изменение процента текущего прироста в зависимости от возраста деревьев (табл. 1).

Таблица 1

Возраст (лет)	Текущий прирост в %													Итого		Средний в % прироста
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	моделей	в %		
101—120	—	—	—	2	1	—	—	—	1	—	—	—	4	1,3	1,10	
121—140	—	1	4	7	1	2	2	1	—	—	—	—	18	5,6	0,90	
141—160	—	1	2	6	1	2	2	3	—	—	—	—	17	5,3	1,02	
161—180	—	4	9	4	3	2	—	3	1	—	1	—	27	8,5	0,90	
181—200	—	5	14	14	12	4	1	1	1	1	—	—	53	16,6	0,85	
201—220	1	7	21	25	11	7	4	1	4	—	—	—	81	25,4	0,87	
221—240	1	11	20	15	15	9	5	—	—	—	—	1	77	24,1	0,83	
241—260	—	4	13	8	7	2	1	2	—	—	—	—	37	11,6	0,81	
261—280	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	3	1,0	0,80	
281—300	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	0,6	0,50	
Итого	2	34	85	82	52	28	25	11	7	1	1	1	319	100,0	0,856	
В %	0,6	10,6	26,8	25,7	16,3	8,8	4,7	3,4	2,2	0,3	0,3	0,3	100	—	—	

Как известно, в одновозрастных насаждениях наблюдается закономерность в изменении процента текущего прироста с возрастом, которая графически выражается кривой, напоминающей гиперболу. В рассматриваемых насаждениях, как это видно из табл. 1, эта закономерность выражена слабо, то есть корреляция почти отсутствует ($r = 0,14 \pm 0,05$).

Сравнительно небольшие колебания средних величин процента текущего прироста для отдельных классов возраста дают основание принять среднюю величину (то есть 0,86%) для всех возрастов, что подтверждается и характером распределения стволов по величине процента текущего прироста. Графически это распределение выражается вариационной кривой. Определение текущего прироста насаждений, как непосредственно через абсолютную величину прироста моделей, взятым по ступеням толщины, так и через средний процент прироста моделей, взятым по способу случайной выборки, в конечном итоге дало результаты одинаковой точности. Поэтому оба способа могут найти применение на практике при таксации девственных буковых насаждений.

Коэффициент вариации (C) процента текущего прироста букняков Крыма равен 41%. Такая же степень варьирования ($C = 40\%$) процента текущего прироста отмечена [9] для разновозрастных еловых насаждений. В одновозрастных насаждениях [9], [4] коэффициент вариации колеблется в пределах 25—33%.

Средний возраст исследуемых буковых насаждений Крыма составляет 210 лет. В этом возрасте запас и прирост буковых насаждений в зависимости от высоты характеризуются следующими данными:

Таблица 2

Таксационные элементы	Средние высоты насаждений в м				
	22	23	24	25	26
Запасы $м^3/га$	374	395	417	438	460
Текущий прирост $м^3/га$	2,7	2,9	3,1	3,3	3,4
Средний прирост $м^3/га$	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3

Анализируя цифровой материал, видим, что текущий прирост по запасу и в возрасте 210 лет в полтора раза больше среднего.

В целом продуктивность исследуемых (перестойных) буковых насаждений низкая. В условиях Крымского заповедника на горнолесных, слабо оподзоленных суглинках могут произрастать насаждения, дающие ежегодный средний прирост не менее $3 \text{ м}^3/\text{га}$, то есть в полтора раза больше имеющегося в насаждении.

Развитие буковых насаждений Северного Кавказа

Буковые старовозрастные насаждения Северного Кавказа значительно отличаются от букняков Крыма по своему возрасту (они более перестойны), строению и производительности (характерным для них является I-II бонитет). Здесь нам представилась возможность более глубоко исследовать процессы отпада, состояние подроста и динамику его изменения, а также соотношение роста бука и его спутников. Совокупный анализ собранных материалов позволил наметить следующую схему отдельных укрупненных фаз развития буковых насаждений Северного Кавказа:

1) 1—60 лет — стадия развития угнетенного подроста бука под материнским древостоем. Сопутствующие породы, как быстрорастущие, занимают господствующее положение, частично же входят во второй ярус.

2) 61—120 лет — период развития бука во втором ярусе. Характерным для этого периода является наилучший рост бука по высоте и диаметру, сопровождающийся одновременно высоким отпадом деревьев. Рост сопутствующих пород притупляется, — они имеют более значительный отпад. Состав второго яруса может быть выражен формулой $8\text{Бк}2\text{Гр}$. ед. Ил.

3) 121—180 лет — вращение бука в первый ярус. В этом возрасте бук созревает, рост его замедляется. Сопутствующие сильно снижают интенсивность роста, вымирают полностью или частично. Доля участия их в запасе насаждения не превышает 5%.

4) 181—240 лет — возраст спелости и начала отмирания бука. Прирост по высоте заметно падает, по диаметру остается на уровне предыдущей фазы. Сопутствующие породы встречаются как единичная примесь.

5) 241—300 лет — стадия старения. Ухудшаются технические качества древесины за счет развития гнилей, заметно увеличивается отпад, уменьшается полнота древостоя, что создает благоприятные условия для развития молодых поколений.

6) Более 300 лет — полное одряхление и вымирание. Характерно, что выпадение стволов бука не сопровождается прекращением их прироста по диаметру (в этом возрасте текущий прирост по объему больше среднего), а вызывается, главным образом, прогрессивным развитием гнилей. При сильных ветрах старые деревья ломаются одиночно или группами и часто вываливаются с корнем.

Приведенная схема не может, конечно, претендовать на полную бесспорность, — она является в известной мере только гипотезой, не подкрепленной пока многолетними стационарными наблюдениями. Процесс развития старовозрастных букняков, выросших вне влияния человека, характеризуется длительным периодом пребывания бука под пологом леса, достигающим у отдельных стволов до ста лет. В современных условиях хозяйства, при активном вмешательстве человека в жизнь леса, становится реальной задача ускорения роста имеющихся молодых и средневозрастных буковых насаждений. Учитывая биологические особенности подроста (необходимость постепенного его освещения), можно систематическими мерами ухода свести до минимума период угнетенного роста и тем самым ускорить формирование полноценных буковых насаждений.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. В. Бицин. Строение, ход роста и производительность старовозрастных буковых насаждений Северного Кавказа. «Сборник работ аспирантов ВЛТИ», 1955. [2]. В. З. Гулисашвили. О некоторых особенностях девственных лесов восточного бука в Восточной Грузии. «Труды Института леса АН Грузинской ССР». Тбилиси, 1949. [3]. В. К. Захаров. Варьирование таксационных признаков древостоев. «Лесное хозяйство» 10, 1950. [4]. С. В. Зонн. Горнолесные почвы Северо-Западного Кавказа. М.-Л., 1950. [5]. Б. И. Иваненко. Типы насаждений Крымского государственного заповедника. «Труды по изучению заповедников», т. I, 1925. [6]. В. Р. Карлин. Возрастная структура, современное состояние старовозрастных буковых насаждений Северного Кавказа. «Сборник работ аспирантов ВЛТИ», 1955. [7]. А. И. Кондратьев. Определение текущего прироста насаждений. «В защиту леса», 6, 1936. [8]. И. М. Науменко. Возрастная структура, строение, ход роста и продуктивность старовозрастных насаждений Крымского государственного заповедника, т. IV, 1957, Симферополь. [9]. И. М. Науменко. Прирост леса водоохранной зоны. Докторская диссертация, защищенная в Ученом Совете ВСХИ. Воронеж, 1941. [10]. И. М. Науменко. Достоверно ли определение текущего прироста по моделям. «Лесное хозяйство», 7, 1940. [11]. Ю. А. Нечаев. Леса Центрального Кавказа. «Природа», 9, 1954. [12]. А. Я. Орлова. Буковые леса Северо-западного Кавказа. АН СССР. М. 1953. [13]. Г. И. Поплавская. Материалы по изучению растительности Крымского государственного заповедника. «Труды по изучению заповедника отдела охраны природы». Главнаука НКГ, в. II, 1925. [14]. Г. И. Поплавская. О некоторых взаимозамещающих буковых ассоциаций в Крыму. «Очерки по фитосоциологии и фитогеографии», М., 1929.

Поступила в редакцию
6 января 1958 г.

ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И ЛЕСОВОДСТВЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗНЫХ СПОСОБОВ УХОДА В ХВОЙНО-ЛИСТВЕННЫХ МОЛОДНЯКАХ

А. Р. ЧИСТЯКОВ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Поволжский лесотехнический институт)

Рубки ухода в молодняках являются важнейшими лесоводственными мероприятиями, улучшающими состав и ценность будущих древостоев, но проводятся они еще в недостаточном объеме: в 1956 году осветления и прочистки были осуществлены в лесах СССР на площади всего 240 тыс. га, что составило лишь 2% от площади нуждающихся в уходе молодняков [4].

К 1960 году Главным управлением лесного хозяйства РСФСР намечается удвоить объем рубок ухода в молодняках. При этом предусматривается развитие осветлений и прочисток в лесах таежной зоны, то есть в районах с отсутствием сбыта мелкой древесины.

Рубки ухода в молодняках — операции трудоемкие: при осветлении (интенсивностью 15—20 скл. м³ или 2—3 пл. м³) на 1 га затрачивается 3—5 рабочих дней, а при прочистках (30—50 скл. м³ или 8—10 пл. м³) — около 10 рабочих дней.

По данным проф. В. П. Тимофеева [3], в Дмитриевском лесхозе Московской обл. при осветлениях в густых осинниках 6-летнего возраста на 1 га затрачивалось 11—12 рабочих дней, а при прочистках в 12-летних осинниках 14—16 рабочих дней.

Наставление по рубкам ухода в лесах СССР предусматривает методы осветлений и прочисток.

Так как объем работ по уходу в молодняках возрастает, необходимо найти пути снижения трудовых и денежных затрат, которые, в то же время не приводили бы к понижению лесоводственной эффективности ухода.

Если участие главных пород в молодняках значительно или есть возможность сбыта мелкой древесины, уход рекомендуется проводить сплошной с равномерным осветлением деревьев главной породы по всей площади. Если же сбыт мелкой древесины отсутствует, или участие главных пород в составе молодняков невелико, рекомендуется применять уход частичный, полосный или гнездовой.

Как отмечает проф. В. П. Тимофеев [3] уход в молодняках требует особого внимания практиков и научных работников: нужно на основе общих указаний выработать местные технические приемы и организационные формы осветлений и прочисток.

В настоящей работе приводятся сравнительные результаты проведенных разными способами в 1956 году опытов осветлений и прочисток в хвойно-лиственных насаждениях. Работы проводились в елово-лиственных молодняках учебно-опытного лесхоза ПЛТИ и в сосново-березовых молодняках Волжского лесхоза Марийского Управления лесного хозяйства*.

В участках, предназначенных для ухода, закладывались пробные площади. Эти площади разделялись на секции, в каждой из которых проводился какой-либо вид ухода: равномерный, полосный или гнездовой. Оставлялись контрольные секции без ухода. Каждая секция в учебно-опытном лесхозе занимала площадь около 0,5 га, а в Волжском лесхозе — 0,25 га.

Перед уходом на каждой секции проводился сплошной перебор деревьев по породам с обмером диаметров. После окулировки и укладки срубленных деревьев учитывалось количество их отдельно в каждой секции.

У трех преобладающих ступеней толщины стволов бралось по три модельных дерева для проведения обмеров высот и размеров крон. В процессе работ учитывались затраты времени на проведение рубки деревьев, их выносу и укладку на каждой секции.

Полученные данные на пробных площадях для удобства сравнения пересчитаны на 1 га.

На секциях с равномерным уходом отбор деревьев проводился в соответствии с указаниями наставления, то есть с расчетом осветления максимального числа стволов хозяйственных пород и с соблюдением допустимой степени изреживания.

При полосном (коридорном) уходе предварительно задавались визиры через 5 м друг от друга, на которых в процессе ухода вырубались второстепенные породы вокруг экземпляров хозяйственно-ценных пород. При этом образовывался коридор шириной до 2 м.

При гнездовом (групповом) методе ухода рабочие расставлялись шеренгой через 5 м друг от друга и направлялись поперек участка. Вырубка второстепенных пород проводилась в первую очередь вокруг и внутри встречающихся групп (3—5 сближенных стволиков) хозяйственно-ценных пород с расчетом, что на 1 га будет сформировано около 400—500 шт. осветленных биогрупп хвойных пород. При недостаточном количестве групп осветлению подвергалась и часть одиночных экземпляров.

Для учета лесоводственной эффективности проведенного ухода на каждой секции при повторном обходе было учтено количество деревьев хозяйственно-ценных пород, получивших полное (верховое) или частичное (боковое) осветление при уходе.

Насаждения, в которых проводились рубки ухода, характеризуются таксационными показателями, приводимыми в табл. 1.

Пробная площадь № 1 — молодняк на лесосеке шириной 100 м сплошной рубки 1948 года в ельнике липовом на дерново-среднеподзолистых суглинистых почвах.

Лесосека заселилась осинной с примесью липы и березы; в подросте

* В проведении работ, помимо автора, участвовали: в учебно-опытном лесхозе — старший лаборант кафедры лесоводства Т. М. Лебедева и дипломантка Н. Черепанова в Волжском лесхозе — дипломанты Ишмейкин и Д. Сабанцев.

Таблица 1

№ пробной площади	Состав насаждений	Средний возраст (лет)	Сомкнутость полога	Число деревьев на 1 га		Средние размеры деревьев	
				всего тыс. шт.	в том числе хозяйственно-ценных пород	диаметр в см	высота в м
Учебно-опытный лесхоз ПЛТИ							
1	4Ос2Л2Б1Ив 1(Е, П, Д)	9	0,8	6,5	0,9	3,6	6,0
2	5Б2Е2Ос1Л ед.Ив	16	0,9	2,5	0,5	7,0	8,0
3	6Л2Е1К1Б ед.Д,П	17	0,8	2,3	0,3	6,0	7,0
Волжский лесхоз							
4	4С6Б	7	0,9	21,8	9,6	2,3	2,0
5	3С6Б1Ос, ед.Е	14	1,0	15,7	2,6	4,3	5,2

ель, пихта и сохранившиеся от посевов 1949 года дубки. При уходе преследовалась цель — сохранить примесь хозяйственно-ценных пород — ели, пихты и дуба; вырубалась преимущественно осина, частично удалены деревья березы, липы и ивы.

Пробная площадь № 2 — молодняк сформировался на лесосеке сплошной рубки 1940 года в березняке липовом на свежей дерново-среднеподзолистой супесчаной почве. В подросте — группами ель и пихта от предварительного возобновления. Высота лиственных пород 8 м, хвойных — 4—5 м, но в отдельных группах единичные ели диаметром 12 см выходят в первый ярус. При проведении ухода ставилась задача формирования елово-лиственного насаждения; вырубалась примесь ивы (козьяй), осины и часть березы.

Пробная площадь № 3 — молодняк на лесосеке сплошной рубки в елово-липовом насаждении типа липняк снытьевый; почва дерново-слабоподзолистая, суглинистая на покровном суглинке. Среди куртин поросли липы встречаются группы подроста ели и пихты и единично самосев дуба, участвовавшего в составе материнского древостоя. Объектом ухода являлись группы хвойных и подрост дуба, в первую очередь рубке подлежали деревья березы и липы, заглушающие твердолиственные и ель.

Пробная площадь № 4 — молодняк на лесосеке шириной 100 м сплошной рубки 1949 года в насаждении типа сосняк-брусничник. Почва дерново-слабоподзолистая, песчаная, свежая. Средняя высота березы 2,5 м, сосны — 1,5 м, подрост сосны группами и единичный. Рубке подвергались только деревья березы, заглушающие сосну.

Пробная площадь № 5 — лесосека сплошной рубки с успешным возобновлением сосны и березы с примесью осины и единичной ели. Тип леса — сосняк-брусничник; почва дерново-среднеподзолистая, песчаная на древнеаллювиальных песках. Прочисткой осуществлен уход за сосной, причем частично удалены березы и осина.

Во всех елово-лиственных молодняках (пробные площади № 1, 2 и 3) примесь хозяйственно-ценных пород оказалась небольшая (по 0,5—1,0 тыс. шт. на га). В сосново-березовых молодняках сосна как объект ухода, занимала от одной трети до половины состава, то есть от 3 до 10 тыс. шт. на га.

Во всех назначенных участках уход проводился впервые. На пробных площадях № 1 и 3 общая сомкнутость молодняков составляла лишь 0,8, но неравномерность размещения деревьев и недостаточное участие примои главных пород вызывали необходимость проведения ухода.

Результаты проведенного разными способами ухода в указанных насаждениях характеризуют данные табл. 2.

Таблица 2

№ пробной площади	Способ ухода	Число деревьев до рубки в тыс. шт. на 1 га	Вырублено при уходе в %		Масса заготовленной древесины в скл. м ³	Затраты рабочего времени на уход на 1 га в днях
			по числу деревьев	по запасу		
Осветления						
1	Равномерный	6,4	9,7	9,3	23,8	3,0
	Полосный	6,5	4,5	3,0	7,2	0,9
4	Гнездовой	6,6	5,7	4,2	9,8	1,4
	Равномерный	17,1	25,5	26,2	22,0	4,4
	Полосный	21,8	9,7	11,3	11,2	2,4
	Гнездовой	21,8	8,4	9,0	9,2	2,0
Прочистки						
2	Равномерный	2,6	30,6	26,9	84,8	7,6
	Полосный	2,5	14,9	11,2	34,0	3,8
	Гнездовой	2,0	20,3	15,5	41,0	4,0
3	Равномерный	2,4	13,3	16,2	22,4	2,2
	Гнездовой	2,2	9,5	7,3	14,0	1,2
5	Равномерный	15,7	21,7	25,5	104,8	9,4
	Полосный	15,7	11,6	12,5	51,6	4,5
	Гнездовой	15,7	9,7	10,7	44,0	4,1

Уход в молодняках с сомкнутостью 0,9 и выше проведен при равномерном изреживании средней интенсивности (около 25% по запасу), а при сомкнутости 0,8 — слабой интенсивности (9—16%). Частичный уход во всех насаждениях, как полосный, так и гнездовой — слабой интенсивности. Во всех участках при частичном уходе интенсивность рубки была в 2—2,5 раза ниже, чем при сплошном уходе. По количеству вырубленных стволов и запасу древесины существенной разницы между полосным и гнездовым методом не оказалось.

Во всех участках назначенные в рубку деревья имели в среднем диаметр, близкий к среднему диаметру всего насаждения до рубки, так как рубке подвергались деревья всех ступеней толщины. Лишь в сосново-березовых молодняках, где вырубались затеняющие сосну березы, средний диаметр вырубленных стволов оказался несколько больше, чем для всего насаждения до рубки.

Количество рабочего времени, затраченное на проведение ухода по отдельным участкам, а в пределах их по секциям, — различно. Эти различия обусловлены прежде всего интенсивностью рубки, характером насаждений. Разница в производительности труда рабочих по отдельным секциям в пределах однородного насаждения весьма незначительна, что видно из данных табл. 3.

Производительность рабочих на осветлениях значительно ниже, чем на прочистках, так как в этом случае диаметры вырубаемых деревьев меньше.

При проведении рубок ухода полосным и гнездовым способом производительность труда рабочих не снижается. В результате же более слабой интенсивности рубки при частичном уходе затраты рабочего време-

Таблица 3

№ пробной площади	Вид ухода	Вырубленная порода	Диаметр вырубленных деревьев в см	Производительность труда по уходу в скл. м ³ в день		
				равномерный	полосный	гнездовой
1	Осветления	Ос. Б	3	7,9	8,0	7,0
4	"	Б	3	5,0	4,3	4,6
2	Прочистки	Ос. Ив, Б	6	11,6	9,0	10,2
3	"	Б, Л	7	10,2	—	11,7
5	"	Б, Ос	5	11,1	11,5	10,7

ни сокращаются в сравнении со сплошным равномерным уходом в два раза.

Экономия в затратах рабочей силы на проведение частичного ухода обусловлена прежде всего уменьшением интенсивности рубки. Это положение хорошо известно практикам. Как справедливо отмечал проф. Б. Д. Жилкин [1], при отсутствии сбыта хвороста интенсивность изреживания молодняков, установленная наставлением, не соблюдается: например, вместо рекомендуемого изреживания с вырубкой до 30—60% запаса в молодняках свежих и влажных грабовых дубрав вырубают лишь до 20% запаса. Им же отмечено, что нередко трудоемкая работа по индивидуальному отбору деревьев при осветлениях и прочистках в производственных условиях заменяется либо сплошной вырубкой определенных пород, либо прорубкой коридоров. Вполне естественно, что простое уменьшение числа вырубаемых деревьев при проведении равномерного ухода по всей площади не даст желаемого лесоводственного эффекта, так как при этом резко снизится количество осветленных деревьев хозяйственно-ценных пород и в скором времени потребуются повторный уход.

Для сравнительной оценки первоначального лесоводственного эффекта разных способов ухода, в табл. 4 приводятся данные учета числа деревьев хозяйственно-ценных пород, получивших дополнительное освещение.

Таблица 4

№ пробной площади	Способ ухода	Число деревьев до ухода в тыс. шт. на 1 га		Число вырубленных деревьев на 1 га	Число деревьев, получивших освещение	
		всего	в том числе хозяйственно-ценных пород		в шт.	в %
Осветления						
1	Равномерный	6,4	0,8	702	566	74,5
	Полосный	6,5	0,9	294	245	26,3
	Гнездовой	6,6	1,0	380	612	61,1
4	Равномерный	17,1	7,1	4283	6788	95,7
	Полосный	22,8	9,7	2112	2340	24,1
	Гнездовой	22,8	9,7	1840	2912	29,9
Прочистки						
2	Равномерный	2,6	0,6	814	460	74,7
	Полосный	2,5	0,5	374	240	47,0
	Гнездовой	2,0	0,4	414	340	87,2
3	Равномерный	2,4	1,2	336	842	67,8
	Гнездовой	2,2	0,8	214	561	66,6
5	Равномерный	15,7	2,6	3416	2304	90,0
	Полосный	15,7	2,6	1828	992	38,6
	Гнездовой	15,7	2,6	1524	1828	71,0

Из табл. 4 видно, что при сплошном и равномерном по площади уходе получили дополнительное осветление от 68 до 95% деревьев главной породы; при полосном уходе 24—47% и при гнездовом 30—87%.

При одинаковой общей интенсивности изреживания и таких же трудовых затратах гнездовой способ дает более высокий лесоводственный эффект, чем полосный уход. Преимущества этого метода видны и при сравнении с равномерным способом ухода, если принять в расчет равное количество вырубаемых деревьев: при равномерном уходе на каждые 100 удаляемых стволов получили освещение от 56 до 260 деревьев по отдельным участкам, тогда как при гнездовом — от 83 до 270 деревьев, а при полосном только 55—110 деревьев. Преимущества гнездового метода выступают особенно в тех насаждениях, где примесь хозяйственно-ценных пород небольшая и размещение их стволов по площади неравномерное (пробные площади № 1, 2, 5).

Результаты проведенных работ позволяют считать гнездовой метод весьма перспективным при внедрении ухода в лесах таежной зоны.

Применение гнездового метода ухода позволяет резко снизить трудовые затраты, а значит и расход денежных средств на выполнение ухода.

Полосный (коридорный) способ ухода не имеет существенных преимуществ перед гнездовым (групповым) ни по лесоводственному эффекту, ни по трудовым затратам.

Следует учесть, что в проведенных опытах срубаемые деревья выносились на расстояние до 50 м. При осветлениях и прочистках в сосново-березовых молодняках (в Волжском лесхозе) затраты времени на выноску и укладку хвороста составили около 50% всего рабочего времени на уход. Для снижения затрат рабочего времени в районах с отсутствием сбыта хвороста и в непожароопасных местах срубленный материал целесообразно укладывать для перегнивания в плотные мелкие кучи на ближайших прогалинах, с расстоянием выноски до 10—25 м.

Гнездовой способ ухода, помимо малой трудоемкости, имеет и то преимущество, что содействует формированию групп хозяйственно-ценных пород, чем обеспечивается более высокая устойчивость смешанного состава древостоя даже при удлинении периода повторяемости ухода. Применение гнездового способа ухода содействует также повышению водоохранных свойств насаждений, так как групповое распределение хвойных пород среди лиственных обуславливает неравномерное распределение и таяние снежного покрова, а также глубины промерзания почвы; образующийся же пестрый ландшафт в период снеготаяния содействует лучшему просачиванию талых вод в почву [2].

Учитывая отмеченные преимущества гнездового способа осветлений и прочисток, следует рекомендовать этот способ ухода в смешанных насаждениях с небольшой примесью хозяйственно-ценных пород (хвойных и твердолиственных) не только в лесах таежной зоны, но и в водоохраных лесах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Д. Жилкин. Восстановление дубрав Белорусской ССР. Сборник материалов республиканской конференции по лесному хозяйству. 1950. [2]. Г. Д. Рихтер. Роль снежного покрова в физико-географическом процессе. 1955. [3]. В. П. Тимофеев. Осветления и прочистки. Гослесбумиздат, 1950. [4]. И. С. Шинев, Поднять уровень ведения лесного хозяйства РСФСР. «Лесное хозяйство» № 1, 1957.

Поступила в редакцию
3 февраля 1958 г.

ОПЫТ ЗИМНЕЙ ПЕРЕСАДКИ ДЕРЕВЬЕВ

Е. М. АВДОШИН

Аспирант

(Московский лесотехнический институт)

Возрастающий с каждым годом объем жилищного и культурно-бытового строительства требует соответственного увеличения темпов работ по благоустройству и озеленению вступающих в эксплуатацию объектов. В связи с этим необходимо ликвидировать сезонность в проведении озеленительных работ. В последние годы в целом ряде городов нашей страны все полнее стал использоваться зимний период. Специалисты зеленого строительства стали все шире применять пересадку «с замороженным стулом»*, так как уже давно известно, что пересадка деревьев зимой облегчает их перевозку [7]. Так еще до революции были пересажены крупные лиственные деревья в императорском саду в Царском селе и хвойные при строительстве Александровского сада [10]. Известно, что в Уманском Царицыном саду было также высажено большое количество крупных деревьев и кустарников в зимний период [14]. О примерах зимней пересадки деревьев упоминают Н. Гоше [5], Э. Вольф [4] и др.

В еще более широких масштабах пересадка больших деревьев зимой стала применяться в нашей стране в годы советской власти. Об этом свидетельствует целый ряд сообщений: в Москве в 1933 году зимой была произведена пересадка 135 лип в возрасте 20—25 лет [1]; при озеленении новостроек Нижнего Тагила — 25—40-летних пихт и елей [15]; в Харькове — каштана конского, клена остролистного [8]; в лечебном парке Ессентукского курорта — сосны крымской и обыкновенной 18—25 лет и большого количества кустарников [2]; в Главном Ботаническом саду АН СССР — ели голубой, туи западной, сосны румелийской и черной, кедра сибирского, клена остролистного, вяза туркестанского и черного, каштана конского, липы и др. в возрасте от 13 до 26 лет [11]. Есть сведения о пересадке деревьев зимой в Омске, Сталинграде, Тбилиси, Туле, Ярославле, Воронеже и других городах [9].

Особенно большие масштабы приняла зимняя пересадка крупных деревьев в Москве при строительстве таких объектов, как Всесоюзная сельскохозяйственная выставка, Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, стадион им. В. И. Ленина в Лужниках, скверы на Песчаной улице, на площади Восстания, на Котельнической на-

* Терминология Н. Гоше [5] и Р. И. Шредера [14].

бережной, у Павелецкого вокзала, у Ново-Арбатского моста, у Киевского вокзала, на Садовом кольце, в новых кварталах Юго-Западного района и др.

Автором на протяжении ряда лет (с 1953 по 1957 год) на выше перечисленных объектах зеленого строительства (по согласованию с управлением озеленения г. Москвы) изучался производственный процесс зимней пересадки деревьев и проводились опыты по выявлению условий, вызывающих отпад пересаженных деревьев. Исследовались вопросы морозоустойчивости корневой системы различных древесных пород и водный режим пересажаемого зимой дерева.

Вся экспериментальная часть работы проводилась нами при кафедре зеленого строительства Московского лесотехнического института под руководством кандидата биологических наук доцента Д. В. Николаева.

В настоящей статье освещены некоторые вопросы экономичности зимней пересадки деревьев и отмечена ее специфика. Большую помощь при разработке этих вопросов оказали работники Московского городского треста зеленого строительства: кандидат экономических наук М. И. Гульбинович и инженер В. Н. Емельянов.

Пересадка деревьев зимой, ликвидируя сезонность в озеленительных работах, позволяет уменьшить текучесть рабочей силы, полнее использовать механизмы, более равномерно распределять годовой объем работ, устранить затруднения в работе административного и инженерно-технического персонала управлений, трестов и контор озеленения.

Однако пересадка деревьев зимой связана с целым рядом факторов, удорожающих стоимость озеленительных работ. В связи с этим возникла необходимость рассчитать сметную стоимость зимней пересадки одного дерева и сравнить ее со стоимостью пересадки в другом сезоне, например, осенью.

Исчисление сметной стоимости пересадки взрослых деревьев производилось с использованием действующих в настоящее время в зеленом строительстве Москвы норм, расценок и цен на основании примерной схемы производственных операций, предложенной П. П. Сигидой [12] и калькуляций на отдельные операции [13].

Изучались следующие встречающиеся в практике озеленения варианты:

I. Пересадка деревьев с обшивкой кома (контроль).

II. Пересадка деревьев в оттепель с обшивкой кома и без предварительной подготовки с осени.

III. Пересадка деревьев зимой с замороженным комом без обшивки и без предварительной подготовки с осени.

IV. Пересадка деревьев зимой с замороженным комом без обшивки, но с предварительной подготовкой с осени.

Помимо этого в каждом из перечисленных вариантов делался расчет по четырем подвариантам, зависящим от размера кома:

а) деревья с размером кома $1,0 \times 1,0 \times 0,6$ м;

б) » » » $1,3 \times 1,3 \times 0,6$ м;

в) » » » $1,7 \times 1,7 \times 0,65$ м;

г) » » » $2,0 \times 2,0 \times 0,8$ м.

Вычислялась стоимость пересадки 10 деревьев. Во всех вариантах предусматривалась частичная замена грунта (примерно на 50%) растительной землей и перегноем. Посадочные места готовились с осени. Для учета разрыва в сроках выкопки котлованов и посадки в них деревьев были введены поправочные коэффициенты, рассчитанные М. И. Пегановым к калькуляциям № 4—20 сметных норм [13]. Лишний

грунт оставался на строичастке и распределялся на месте для подсыпки. Для замены извлеченного грунта с мест, удаленных на 30 км от мест посадки, привозились растительная земля и перегной, из которых перелопачиваниемготавливалась растительная смесь. В подготовленных с осени ямах из растительной смеси создавалась «подушка» толщиной 40 см. Деревья окапывались вручную. В I и II вариантах ком обшивался досками третьего сорта толщиной 50 мм. Был предусмотрен четырехкратный оборот тары. Оставшийся после взятия дерева котлован засыпался извлеченным при окапывании дерева грунтом и затем уплотнялся. Для развоза материалов (досок, бревен, гвоздей) на местах выкопки деревьев использовался конный транспорт.

Перевозка деревьев осуществлялась трех- и пятитонными автомашинами на расстояние 80 км. За смену автомашина успевала сделать два рейса. Погрузка и разгрузка производилась трех- и пятитонными автокранами. Предусматривалась дополнительная работа автокрана при установке дерева в посадочный котлован. В смену включена стоимость дерева (франко-гряда): 60, 100, 150 и 200 руб. соответственно размеру кома (возрасту дерева).

Весной, после укрепления посаженных деревьев, их поливали водой, специально подвезенной автоцистернами.

В тех или иных производственных условиях могут быть отклонения от той схемы, которая принята нами для расчетов. В зимнее время при вывозке деревьев из мест, труднодоступных в другое время года, пользуются трелевочным трактором или тракторной лебедкой. Часто бывает необходимо устраивать временные дороги, создавать временные хранилища пересаживаемых деревьев — «снежные прикопы». Может оказаться необходимым зимний полив пересаженных деревьев сразу же после их посадки и т. п. Для нашего расчета взят обычный производственный процесс пересадки деревьев (как осенний, так и зимний варианты). Это дает возможность сравнивать изучаемые нами варианты посадок.

Для расчета работ на основании «Единых норм и расценок на строительные и монтажные работы» [6], были введены поправочные коэффициенты к нормам времени и расценкам. Эти коэффициенты предусматривают выполнение работ в зимнее время с учетом влияния на выработку рабочих следующих факторов: а) стесненность движений рабочего теплой одеждой и неудобства при работе в рукавицах, б) пониженная видимость в зимнее время на рабочем месте, в) затруднения в работе в связи с возможным обледенением рабочего места, обуви, материалов, инструментов и т. п., г) дополнительные затраты времени на периодическую очистку рабочего места, материалов и т. п. от снега, д) изменения в технологических процессах, вызываемые низкой температурой воздуха. Помимо вышеуказанных факторов, поправочные коэффициенты учитывают и другие неблагоприятные условия: ветер, вьюгу и пр.

Использовались следующие коэффициенты:

1. Для расчета разработок немерзлых грунтов (II вариант) при температуре воздуха на рабочем месте от -11° до -20° С поправочный коэффициент принимался равным 1,15.

2. Для расчета транспортных и такелажных работ, выполняемых на открытом воздухе и в неотапливаемых помещениях (-11° — 12° С), поправочный коэффициент принимался равным 1,2.

3. Для расчета плотничных работ при температуре на рабочем месте от -11° до -20° С поправочный коэффициент принимался равным 1,2.

Во втором и третьем вариантах при расчете разработок мерзлых грунтов поправочный коэффициент не вводился, а была взята соответ-

вующая норма времени и расценка по «Ведомственным нормам и расценкам на строительно-монтажные работы» [3].

На основании составленной калькуляции были проделаны расчеты по всем 16 вариантам. Результаты расчетов сведены в таблицу.

Таблица 1

**Сметная стоимость пересадки деревьев
в зависимости от размера кома и способа пересадки
(расходы в руб.)**

Вариант	Зарплата рабочим	Стоимость материалов	Затраты на механизмы	Прямые расходы по пересадке 10 деревьев	Прямые расходы по пересадке одного дерева	Накладные расходы и плановые накопления	Общая сметная стоимость пересадки одного дерева
Ia	456,00	3163,71	58,40	3678,11	368,0	64,0	432,0
Iб	589,01	4369,12	92,20	5050,33	505,0	82,0	587,0
Iв	844,85	6313,21	172,00	7330,06	733,0	127,0	860,0
Iг	1161,97	7916,91	244,20	9323,08	932,0	162,0	1094,0
IIa	502,55	3364,95	71,90	3939,40	394,0	69,0	463,0
IIб	645,57	4627,90	110,80	5384,27	538,0	94,0	632,0
IIв	919,65	6779,35	206,80	7905,80	791,0	137,0	928,0
IIг	1267,85	8375,25	293,60	9936,70	994,0	171,0	1165,0
IIIa	434,15	1783,45	71,90	2289,50	229,0	39,0	268,0
IIIб	559,57	2565,50	110,80	3235,87	324,0	56,0	380,0
IIIв	794,15	4282,25	206,80	5283,20	528,0	92,0	620,0
IIIг	1103,05	5428,85	293,60	6825,50	683,0	119,0	802,0
IVa	434,15	1691,05	71,90	2197,10	220,0	38,0	258,0
IVб	559,57	2439,10	110,80	3108,47	311,0	54,0	365,0
IVв	794,15	4094,05	206,80	5095,00	510,0	88,0	598,0
IVг	1103,05	5219,85	293,60	6616,50	662,0	115,0	777,0

Из таблицы видно, что стоимость пересадки деревьев, выраженная в процентах по отношению к I варианту, составляет соответственно:

Ia — 100%, IIa — 107,0%, IIIa — 61,2%, IVa — 59,7%
 Iб — 100%, IIб — 106,6%, IIIб — 64,2%, IVб — 61,6%
 Iв — 100%, IIв — 107,9%, IIIв — 72,1%, IVв — 69,5%
 Iг — 100%, IIг — 106,9%, IIIг — 73,3%, IVг — 71,0%

Таким образом, пересадка деревьев зимой с обшивкой кома (II вариант) приводит к затратам, превышающим в среднем на 7% расходы по осенней пересадке. Удорожание происходит за счет дополнительных расходов на производство земляных, транспортных и плотничных работ, выполняемых в зимнее время при доставке деревьев из питомника или из леса на объекты озеленения.

Пересадка деревьев зимой без обшивки кома (III вариант) несмотря на более трудные условия работы и промерзание грунта на глубину до 30 см), требует меньше расходов на материалы и рабочую силу. Это объясняется тем, что траншеи не делаются столь широкими, как в случае пересадки дерева с обшивкой кома. При пересадке дерева с замороженным комом достаточно ширина траншей 40—50 см, в то время как при пересадке с обшивкой деревянными щитами для удобства плотничных работ ширина траншей должна составлять около 80 см. [9], [12].

Кроме того в I и II вариантах необходимость подшивки кома снизу требует углубления траншей до 1,0—1,2 м и подкапывания кома, которое приходится производить в неудобных для работ положениях.

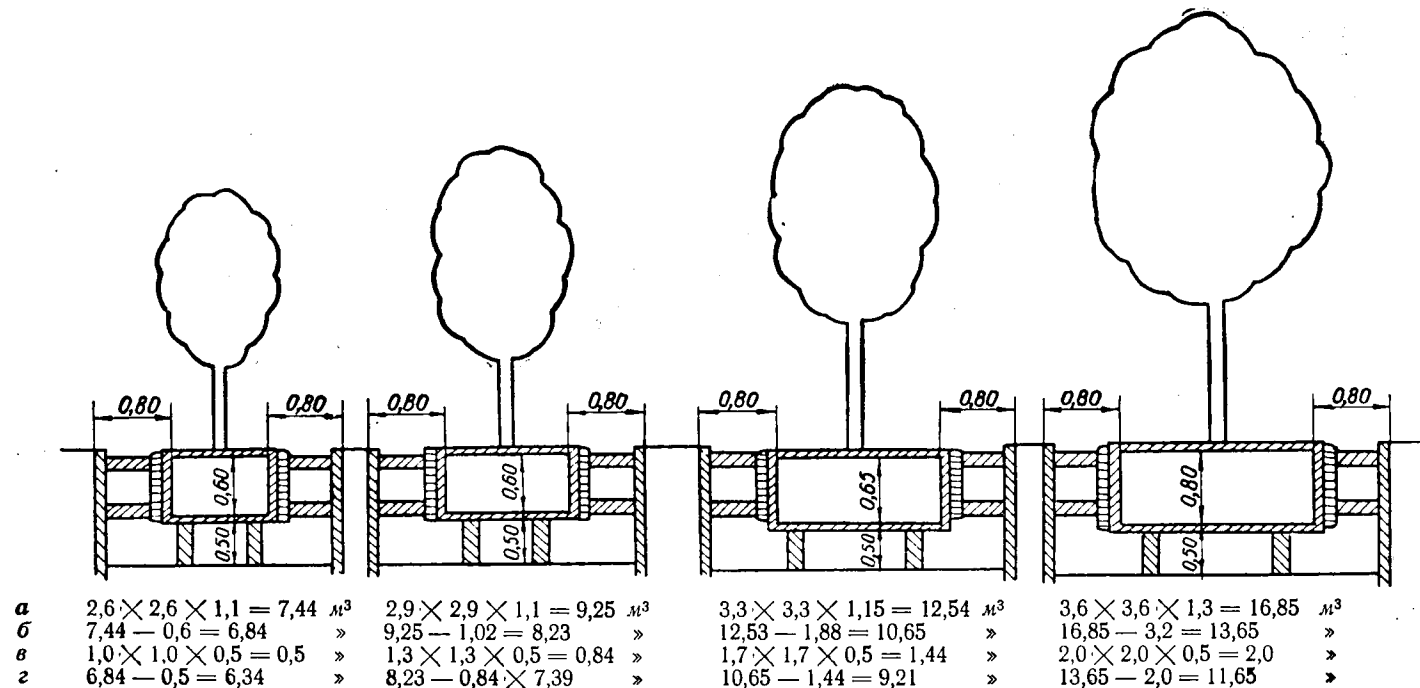
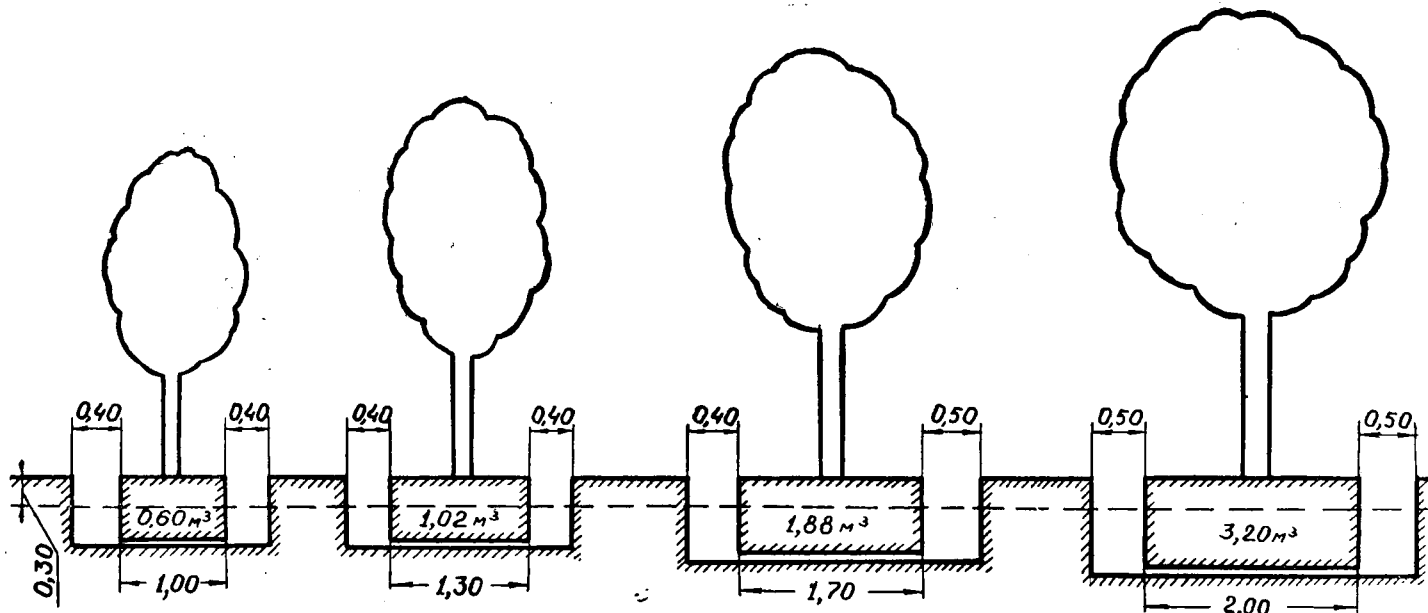


Схема 1. Объемы земляных работ при выкопке деревьев для пересадки их с обшивкой кома.

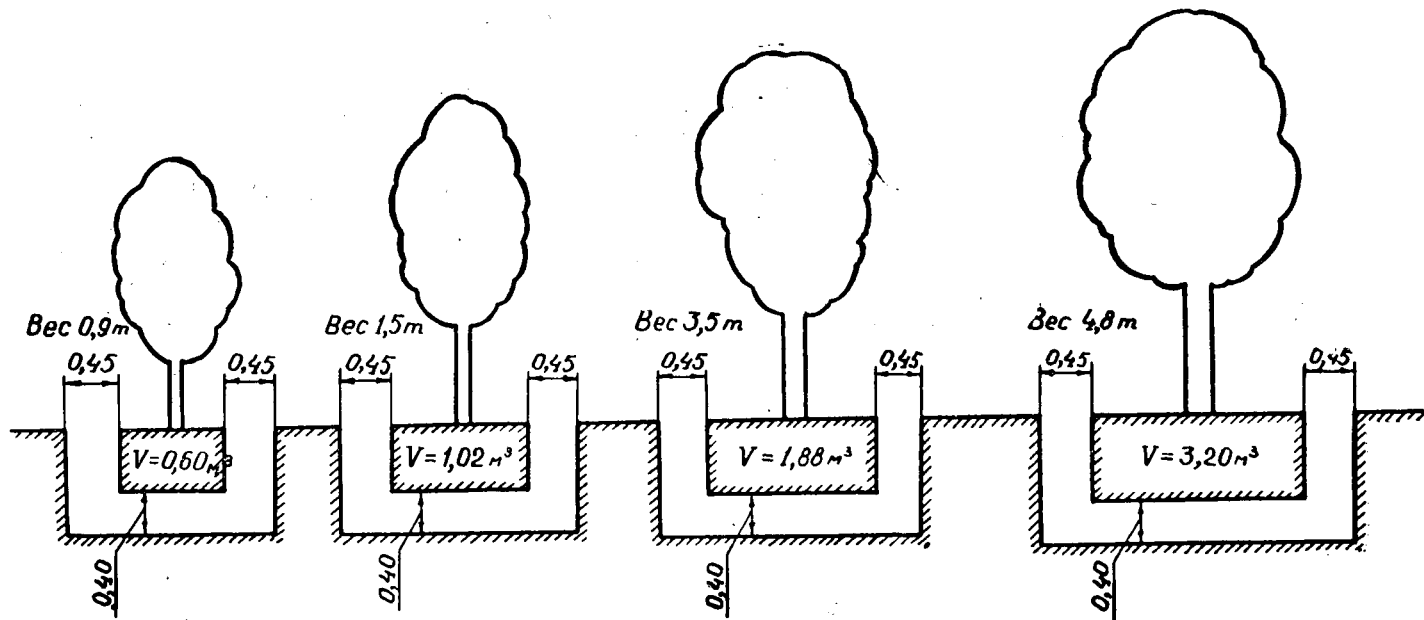
a — общий объем; **б** — объем выкапываемой земли за вычетом кома; **в** — объем подкола; **г** — объем траншей на глубину кома.



a	$1,8 \times 1,8 \times 0,6 = 1,95$	м^3	$2,1 \times 2,1 \times 0,6 = 2,64$	м^3	$2,7 \times 2,7 \times 0,7 = 5,1$	м^3	$3,0 \times 3,0 \times 0,85 = 7,65$	м^3
b	$1,95 - 0,6 = 1,35$	»	$2,64 - 1,02 = 1,62$	»	$5,1 - 1,88 = 3,22$	»	$7,65 - 3,2 = 4,43$	»
в	$1,35 : 0,6 \times 0,3 = 0,68$	»	$1,62 : 0,6 \times 0,3 = 0,83$	»	$3,22 : 0,7 \times 0,3 = 1,38$	»	$4,43 : 0,85 \times 0,3 = 1,56$	»
г	$1,35 : 0,6 \times 0,3 = 0,67$	»	$1,62 : 0,6 \times 0,3 = 0,82$	»	$3,22 : 0,7 \times 0,4 = 1,84$	»	$4,43 : 0,85 \times 0,55 = 2,87$	»

Схема 2. Объем земляных работ при выкопке деревьев для посадки их с замороженным комом (без обшивки).

a — общий объем; **b** — объем выкапываемой земли за вычетом кома; **в** — объем выкапываемой мерзлой земли (при глубине промерзания 30 см); **г** — объем выкапываемой немерзлой земли.



a	$1,0 \times 1,0 \times 0,6 = 0,6$	м^3	$1,3 \times 1,3 \times 0,6 = 1,02$	м^3	$1,7 \times 1,7 \times 0,65 = 1,88$	м^3	$2,0 \times 2,0 \times 0,8 = 3,2$	м^3
б	$1,9 \times 1,9 \times 1,0 = 3,61$	»	$2,2 \times 2,2 \times 1,0 = 4,84$	»	$2,6 \times 2,6 \times 1,05 = 7,10$	»	$2,9 \times 2,9 \times 1,20 = 10,1$	»
в	$3,61 - 0,6 = 3,01$	»	$4,84 - 1,02 = 3,82$	»	$7,10 - 1,88 = 5,22$	»	$10,1 - 3,2 = 6,9$	»
г	$1,9 \times 1,9 \times 0,4 = 1,44$	»	$2,2 \times 2,2 \times 0,4 = 1,93$	»	$2,6 \times 2,6 \times 0,4 = 2,71$	»	$2,9 \times 2,9 \times 0,4 = 3,36$	»
д	$3,01 - 1,44 = 1,57$	»	$3,82 - 1,93 = 1,89$	»	$5,22 - 2,71 = 2,51$	»	$6,9 - 3,36 = 3,54$	»

Схема 3. Объем земляных работ при посадке деревьев по всем вариантам.

a — объем кома; *б* — объем котлована; *в* — объем земли (грунта); *г* — объем подушки; *д* — объем засыпки с боков кома.

Таким образом, несмотря на то, что при пересадке с замороженным комом приходится работать в условиях пониженной температуры и разрабатывать мерзлый грунт, объем земляных работ значительно уменьшается. Так, если для подготовки дерева к пересадке с обшивкой кома (схема 1) требуется извлечь грунта: 6,84 м³ (IIa вариант), 8,23 м³ (IIб вариант), 10,65 м³ (IIв вариант), 13,65 м³ (IIг вариант), то для подготовки дерева к пересадке с мерзлым комом (схема 2), требуется соответственно: 1,35 м³ (IIIa вариант), 1,62 м³ (IIIб вариант), 3,22 м³ (IIIв вариант), 4,43 м³ (IIIг вариант), то есть меньше в 5 раз при размерах комов 1,0 × 1,0 × 0,6 м и 1,3 × 1,3 × 0,6 м, в 3,3 раза при размере 1,7 × 1,7 × 0,65 м и в 3,1 раза при размере кома 2,0 × 2,0 × 0,8 м. Это приводит к тому, что затраты на рабочую силу по данной операции уменьшаются на 45% при посадках по вариантам IIIa и IIIб и на 35% при посадках по вариантам IIIв и IIIг. Помимо этого, в III варианте пересадки деревьев сокращаются расходы на материалы за счет экономии досок, гвоздей и бревен, идущих на обшивку кома, которые даже при четырехкратном обороте тары I и II варианты составляют: 74,4 руб. (Ia и IIa варианты), 103,4 руб. (Iб и IIб варианты), 119,8 руб. (Iв и IIв варианты), 133,8 руб. (Iг и IIг варианты) на одно дерево. Таким образом, общие расходы на материалы уменьшаются в соответствии с размером кома на 45,5%, 41,0%, 32,1% или 31,3% (см. табл.).

Четвертый вариант отличается от третьего только тем, что подготовка дерева к пересадке, то есть его окопка, производится с осени, когда грунт еще не промерз. Это уменьшает затраты на рабочую силу (при окопке дерева) еще на 12,0%. Общая же стоимость пересадки дерева в четвертом варианте дешевле, чем в III на 2—3%.

Объемы работ при посадке отражены в схеме 3.

ВЫВОДЫ

1. Стоимость пересадки дерева в зимнее время на 7% дороже, чем осенью, если пересадка производится с обшивкой кома и окапывание пересаживаемого дерева производится зимой.

2. Пересадка дерева зимой без обшивки кома снижает расходы на 26—38% по сравнению с пересадкой в осеннее время.

3. Самым экономичным следует считать способ пересадки зимой без обшивки кома, с предварительным окапыванием дерева осенью. Дерево, пересаженное таким способом, стоит на 29—40% дешевле, чем при пересадке в осеннее время, на 33—44% дешевле, чем при пересадке зимой (в оттепель) с обшивкой кома и на 2—3% дешевле, чем при пересадке зимой с замороженным комом, но без предварительной окопки дерева с осени.

Снижение стоимости зимней пересадки крупных деревьев возможно лишь при условии согласованной организации труда бригад, работающих на выкопке, доставке и посадке, механизации процесса окопки, повышения производительности работающих механизмов (автокранов, автомашин, тракторов и т. д.) и устройства улучшенных снежных дорог на тракторной или автомобильной тяге.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Я. В. Бутков. Опыт пересадки взрослых деревьев. Журн. «Строительство Москвы» № 12, 1933. [2]. А. И. Вольвач. Пересадка деревьев зимой с мерзлым комом. «Лес и степь» № 1, 1953. [3]. Ведомственные нормы и расценки на строительно-монтажные работы. Вып. 9. Работы по озеленению. Мин. коммуна. х. на РСФСР, 1957. [4]. Э. Л. Вольф. Декоративные деревья и кустарники для садов и парков.

Изд. Девриена, П., 1915. [5]. Н. Гоше. Руководство по плодоводству для практики. СПб., 1900. [6]. Единые нормы и расценки на строительные и монтажные работы. Общая часть. Приложение № 4. [7]. Н. И. Железнов. О пересадке больших деревьев. СПб., 1872. [8]. А. И. Колесников. Пересадка больших деревьев. Изд. ВАСХНИЛ, 1939. [9]. Д. В. Николаев, В. С. Грохольская. Озеленение городов большими деревьями. М., 1953. [10]. Э. Рэгель. Александровский сад. СПб., 1875. [11]. И. М. Сахаров. Зимняя посадка деревьев. «Лесное хозяйство» № 1, 1955. [12]. П. Н. Сигида. Пересадка крупномерных деревьев. Мин. коммунального хозяйства РСФСР, 1953. [13]. Сметные нормы. Подготовленное к печати второе исправленное издание. [14]. Р. И. Шредер. Русский огород, питомник и плодовый сад. СПб., 1901. [15]. М. И. Яковлев. Пересадка крупных деревьев с замороженным комом. «Лесное хозяйство» № 3. 1951.

Поступила в редакцию
27 января 1958 г.

ВЛИЯНИЕ ПОЖАРОВ НА ВОЗРАСТНУЮ СТРУКТУРУ И ОСОБЕННОСТИ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЛИСТВЕННИЧНЫХ ЛЕСОВ НА ЮГЕ ТУВЫ

И. Ю. КОРОПАЧИНСКИЙ

(Сибирский лесотехнический институт)

Основные массивы лиственничных лесов на юге Тувы расположены по северным склонам хребта Танну-Ола. Они занимают полосу предгорий и нижний пояс гор в пределах 950—1600 м над уровнем моря и тянутся в виде сплошной ленты с северо-запада на юго-восток на расстоянии около 500 км. Ниже идут степные котловины, выше — пояс кедрово-лиственничной тайги.

Лиственничные леса, в пределах указанных выше высот, образуют обычно чистые древостои с незначительной примесью березы бородавчатой у нижней границы их распространения и с единичной примесью кедра сибирского в более высоких поясах. Производительность их характеризуется III—IV бонитетом. Запас колеблется в пределах от 120 до 370 м³ на 1 га. Они образуют одну группу типов леса, для которой характерен мощный травяной покров из злаков и ириса (*Iris ruthenica* Ker. Gawl).

Примыкая на севере к наиболее обжитым районам Тувы и будучи легко доступными, эти леса представляют большой интерес как источник древесины, а также играют весьма важную почвозащитную и климатоулучшающую роль.

Изучение возрастной структуры и особенностей возобновления этих лесов приобретает большое практическое значение, так как наличие таких сведений дает возможность правильно проектировать и проводить работы по восстановлению вырубок, облегчает проведение лесочетных работ, дает представление о сортиментной структуре древостоев и т. д.

Процесс лесовозобновления в лиственничных лесах протекает удовлетворительно только после пожаров. На участках, давно не подвергавшихся воздействию пожаров, количество молодняка лиственницы ничтожно мало (табл. 1).

После пожара через 2—3 года обычно появляется несколько десятков тысяч всходов лиственницы, причем этот процесс возобновления продолжается 6—8 лет, то есть до того момента, когда злаки и ирис образуют мощный сплошной покров. Однако вследствие значительного светолюбия лиственницы, подрост ее при большой густоте древостоя

Таблица 5

№ проб-ных пло-щадей	Годы пожаров	Среднее количество молодняка на 1 га в тыс. шт.				Всего
		листвен-ница	кедр	ель	береза и осина	
23,1,37,39	Пожаров за по-следние 25 лет не было	0,2	0,2	0,07	0,07	0,54
10,22	1934—1937	14,7	2,5	0,05	0,25	17,5
36,21,24	1944—1955	20,6	1,05	—	5,0	26,65

имеет угнетенный вид, и часто в возрасте 20—30 лет молодняк гибнет. Кроме лиственницы, в подросте имеется то или иное количество кедра, который полностью уничтожается каждым последующим пожаром, а затем появляется вновь.

Если пожар проходит в изреженном древостое или огонь повреждает часть деревьев сомкнутого древостоя (вследствие чего они усыхают), то подрост лиственницы начинает давать большие приросты и образует новое возрастное поколение.

В качестве примера можно привести данные пробной площади № 10. В древостое этой площади в 1934 году возник пожар. В результате пожара погибло в среднем по 192 дерева на 1 га (от ступени толщины 8 см и выше). В первый же год после пожара на этом участке появилось большое количество всходов лиственницы. Процесс появления всходов продолжался в течение семи лет. К настоящему времени в образовавшихся окнах полога древостоя сформировалось новое поколение лиственницы (около 17 тыс. экземпляров на 1 га).

Аналогичное появление нового поколения древостоя после пожаров можно наблюдать на пробных площадях № 24, 21, 22 (табл. 2). Однако



Рис. 1. Общий вид хребта Танну-Ола со стороны Улуг-Хемской котловины (северные склоны).

Таблица 2

№ пробных площадей	Месторасположение пробной площади Краткая характеристика древостоя	Год пожара	Поколение леса			
			I	II	III	IV
			количество обмеренных деревьев и пределы колебания возраста			
23	Восточный Танну-Ола. Бассейн р. Марачевка. Северо-западный склон, крутизна 36°. Высота 1230 м 9Л(180)1Л(150)	—	3 183—187	5 149—157	—	—
37	Западный Танну-Ола. Бассейн р. Торгалык. Северо-западный склон. Крутизна 12°. Высота над уровнем моря 1000 м 5Л(25),4Л(85) 1Б	1870	4 173—188	6 121—127	—	—
39	Западный Танну-Ола. Бассейн р. Торгалык. Плоская терраса по левому берегу. Высота 1250 м 10Л (110) + Е	—	6 109—112	—	—	—
24	Восточный Танну-Ола. Южнее села Марачевка. Северный склон. Крутизна 6°. Высота 1020 м 8Л(285)2Л(120) + Б	1914 1950	3 285—288	8 115—123	47 4—7	—
21	Восточный Танну-Ола. Бассейн р. Марачевка. Северный склон, крутизна 20°, высота 1030 м 8Л(90) 2Л(48) + Л(175)	1851 1929 1947	3 174—180	4 85—101	3 47—49	37 6—10
36	Западный Танну-Ола. Шагонарский район. Бассейн р. Торгалык. Северный склон. Крутизна 25°. Высота 1100 м 6Л(210)4Л(90)	1846 1879 1944	8 205—215	3 83—94	110 5—13	—
22	Восточная оконечность. Восточного Танну-Ола. Предгорная равнина. Высота 950 м 10Л(135)	1851 1867 1914 1937	8 130—144	75 17—21	—	—
10	Восточный Танну-Ола. Бассейн р. Дурген. Северо-западный склон. Крутизна 30°. Высота 1190 м 7Л(200) 3Л(43) + К,Е,Б	1934	8 182—216	6 41—45	95 16—23	—

* Состав насаждений устанавливался по числу деревьев породы или поколения.

появление всходов лиственницы сейчас же вслед за пожаром не всегда имеет место. Так, отсутствуют возрастные поколения лиственницы, возникшие после пожаров, бывших 35 и 87 лет назад (пробная площадь № 37), 43 года назад (пробная площадь № 24) и т. д., что можно объяснить неблагоприятными погодными условиями или отсутствием достаточного количества семян в те годы. Кроме того, появившийся в то время подрост мог погибнуть из-за недостатка света, или, что наиболее вероятно, был уничтожен последующими пожарами. В результате таких особенностей возобновления, лиственничные леса этих районов Тувы обычно разновозрастные и чаще всего состоят из двух-трех возрастных поколений (табл. 2). Древостои одновозрастные, а также состоящие из большого числа поколений, встречаются редко.

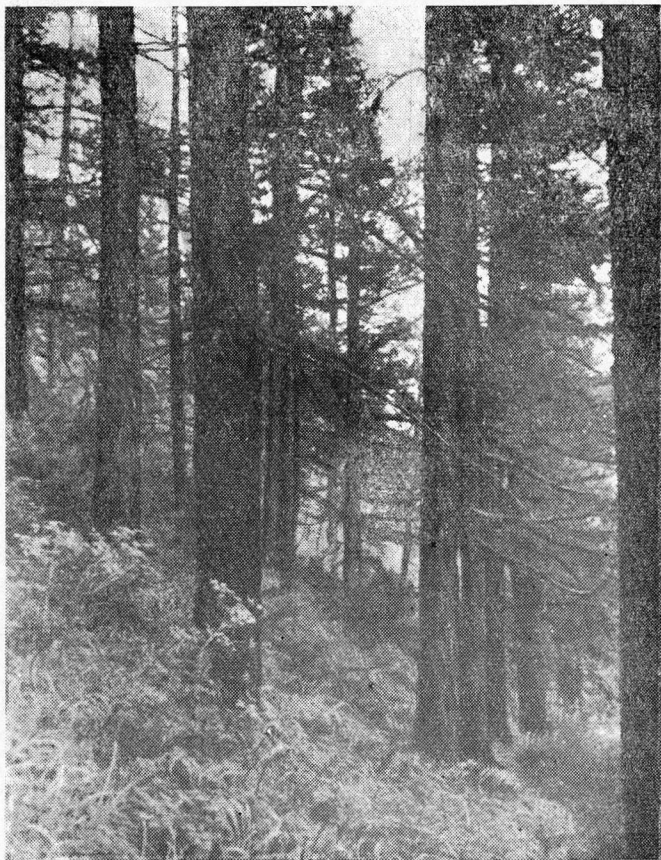


Рис. 2. Лиственничники ирисово-злаковые занимают северные склоны хребта от нижней границы леса (950 м) до высоты 1600 м.

Если пожары возникают слишком часто (не реже чем через 20—25 лет), возможность появления новых поколений лиственницы исключается, ибо подрост ее, не успевший сформировать достаточно толстую кору, гибнет даже при беглых палах. Возобновление лесов в этом случае происходит за счет порослевой березы, так как усыхающие после пожаров стволы ее обычно дают обильную поросль. Процесс возобновления лесосек протекает успешно только за счет подроста предварительного происхождения. Последующего возобновления лесосек не происходит, ибо в живом напочвенном покрове этой группы типов лиственничных лесов господствуют злаки и ирис, образующие плотную дернину и сомкнутый травостой высотой до 50—60 см.

В качестве примера можно привести данные по обследованию вырубок в районе восточной оконечности хребта.

На лесосеке, вырубленной в 1955 году, в древостое 10Л + Б(140) к 1957 году (то есть за два года) появилось в среднем около 150 всходов лиственницы на 1 га, хотя условия погоды были весьма благоприятны, и в семенах недостатка не было.

В том же районе, на лесосеке, вырубленной в 1943 году, к 1956 году на 1 га приходилось около 17 тыс. экземпляров лиственницы в возрасте 19—20 лет, появившихся после сильного пожара, охватившего эти дре-

восток примерно в 1936—1937 гг., то есть за 6—7 лет до рубки. Аналогичную картину можно наблюдать и на других вырубках.

Выходящий из-под полога леса подрост обычно быстро оправляется и начинает давать большие приросты. Возобновление же за счет самосева, появившегося после рубки древостоя — явление редкое и может иметь место только после уничтожения огнем травяного покрова на лесосеке. Причем вегетационные периоды первых двух-трех лет, следующих за годом пожара, должны отличаться низкими температурами воздуха и большим количеством осадков *. Необходимым условием возобновления является и достаточное количество семян, падающих на лесосеку в первые годы после пожара.

Вполне понятно, что такое сочетание факторов, необходимых для успешного возобновления вырубок, бывает очень редко и следовательно, рассчитывать на то, что лесосека возобновится за счет последующего самосева лиственницы, не приходится.

При частых пожарах лесосеки, как и насаждения, заселяются послеовой березой, чем и объясняется существование в настоящее время больших массивов березовых и лиственнично-березовых лесов в наиболее обжитых районах.

Выводы

1. Лиственничные леса северных склонов Танну-Ола в подавляющем большинстве разновозрастны и состоят из двух-трех возрастных поколений. При лесоустройстве необходимо учитывать этот факт, чтобы избежать искажения общей картины распределения площадей и запасов по классам возраста, и не вносить ошибок в определение размера расчетной лесосеки.

2. Успешное возобновление лиственницы в лесах происходит только после пожаров.

3. Возобновление лесосек происходит успешно только за счет подраста предварительного происхождения, следовательно, задача лесохозяйственных органов — сделать все возможное для максимального сохранения подраста при лесозаготовках.

4. Частые пожары (чаще чем через 20—25 лет) приводят к замене лиственницы березой не только на лесосеках, но и в лесах при их естественном возобновлении.

* Эти районы Тувы отличаются резко выраженным континентальным климатом с ничтожным количеством осадков в летнее время при очень высоких температурах воздуха.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

АНАЛИЗ УСТРОЙСТВА ТРЕЛЕВОЧНО-ПОГРУЗОЧНЫХ
УСТАНОВОК

С. И. РАХМАНОВ

Доцент

(Уральский лесотехнический институт)

С появлением на лесозаготовках агрегатных трелевочных лебедок широкое распространение получили различные типы трелевочно-погрузочных установок.

Выбирать тип таких установок следует на основании анализа особенностей их устройства с учетом местных условий. Несмотря на применение для трелевки и погрузки только двух типов реверсивных агрегатных лебедок (ТЛ-4 и ТЛ-5), трелевочно-погрузочные установки крайне разнообразны по своему устройству и способам работы. В основном они могут различаться:

1. Количеством лебедок, трелевочных мачт и перегрузочных площадок;
2. Положением мачт и площадок по отношению к пути и к лесосеке;
3. Способом разворота хлыстов;
4. Типом механизации обратного хода разворотного и погрузочного канатов лебедки;
5. Видом погрузки;
6. Числом основных операций, производимых установкой.

Количество лебедок в установке

Наибольшее значение для устройства и эксплуатации трелевочно-погрузочной установки имеет выбор количества обслуживающих ее агрегатных лебедок.

Производительность установки пропорциональна количеству трелевочных лебедок; при двух лебедках производительность будет в два раза больше, чем при одной, если все последующие операции не вызывают остановок в трелевке леса. Одновременно использование труда рабочих при работе с двумя лебедками может быть выше, чем в однолебедочных установках. Это объясняется тем, что при соответствующем расположении оборудования такие операции, как разворот и погрузка, можно производить одним звеном грузчиков у обеих лебедок.

Известно, что производительность любой лебедочно-погрузочной установки с неповоротными стрелами или подвесными канатами значи-

тельно выше производительности трелевочной лебедки. И это дает возможность в некоторых случаях при двух трелевочных агрегатных лебедках применять одно погрузочное устройство с одним звеном грузчиков, что не только повышает комплексную выработку на человеко-день, но и уменьшает объем подготовительных работ, связанных с монтажом и демонтажом установки. Кроме того, при работе с двумя агрегатными лебедками имеется возможность производить погрузку леса в разнокомелицу, что обеспечивает более равномерную нагрузку на оси железнодорожных вагонов.

Таким образом, двухлебедочные установки имеют серьезные преимущества перед однолебедочными, но лишь только в том случае, когда каждая лебедка независимо одна от другой могут осуществлять трелевку и разворот хлыстов. При ином положении простой одной из лебедок вызывают понижение производительности всей установки в целом, и комплексная выработка на одного рабочего снижается.

ОДНОЛЕБЕДОЧНЫЕ УСТАНОВКИ

Способы разворота хлыстов

Выбор способа разворота хлыстов зависит от положения перегрузочной площадки.

При работе по схеме *a* (рис. 1), когда трелевочный сектор и площадка находятся в одном квадранте, трелевочный канат пересекает площадку и создает возможность применить наиболее удобный способ разворота — поперечный, при котором конец разворотного каната прицепляется к комлю и хлыст, двигаясь в поперечном направлении, разворачивается, скользя по подкладкам.

В схеме *б* (рис. 1) трелевочный канат не пересекает площадки и потому для разворота хлыстов применяется продольный способ. При нем хлысты зацепляются за вершину и разворачиваются при продольном их движении.

Расположение площадки по схеме *a* дает возможность избежать применения разворотного каната и, вместе с тем, разворота хлыстов как самостоятельной операции, объединив ее с погрузкой хлыстов на подвижной состав.

В связи с этим трелевочно-погрузочные установки, в которых применяется разворот хлыстов как самостоятельная операция, отличаются от установок, совмещающих разворот с погрузкой.

Положение мачты по отношению к пути

Выбор места для мачты по отношению к погрузочному пути имеет большое значение.

Чаще всего трелевочную мачту располагают на некотором расстоянии от оси пути (схемы *a* и *б*, рис. 1), что дает возможность иметь большую по размерам площадку и создавать на ней резервный запас леса перед погрузкой. Чем больше расстояние между мачтой и отгрузочным путем, тем больший запас можно иметь на площадке. Но при таком расположении мачты трелевка леса производится только из двух квадрантов лесосеки, расположенных по одну сторону пути. Для трелевки из двух других квадрантов мачту следует переставить по другую сторону пути.

В практике лесозаготовок находит применение и такая схема, при которой трелевочная мачта помещается над осью отгрузочного пути

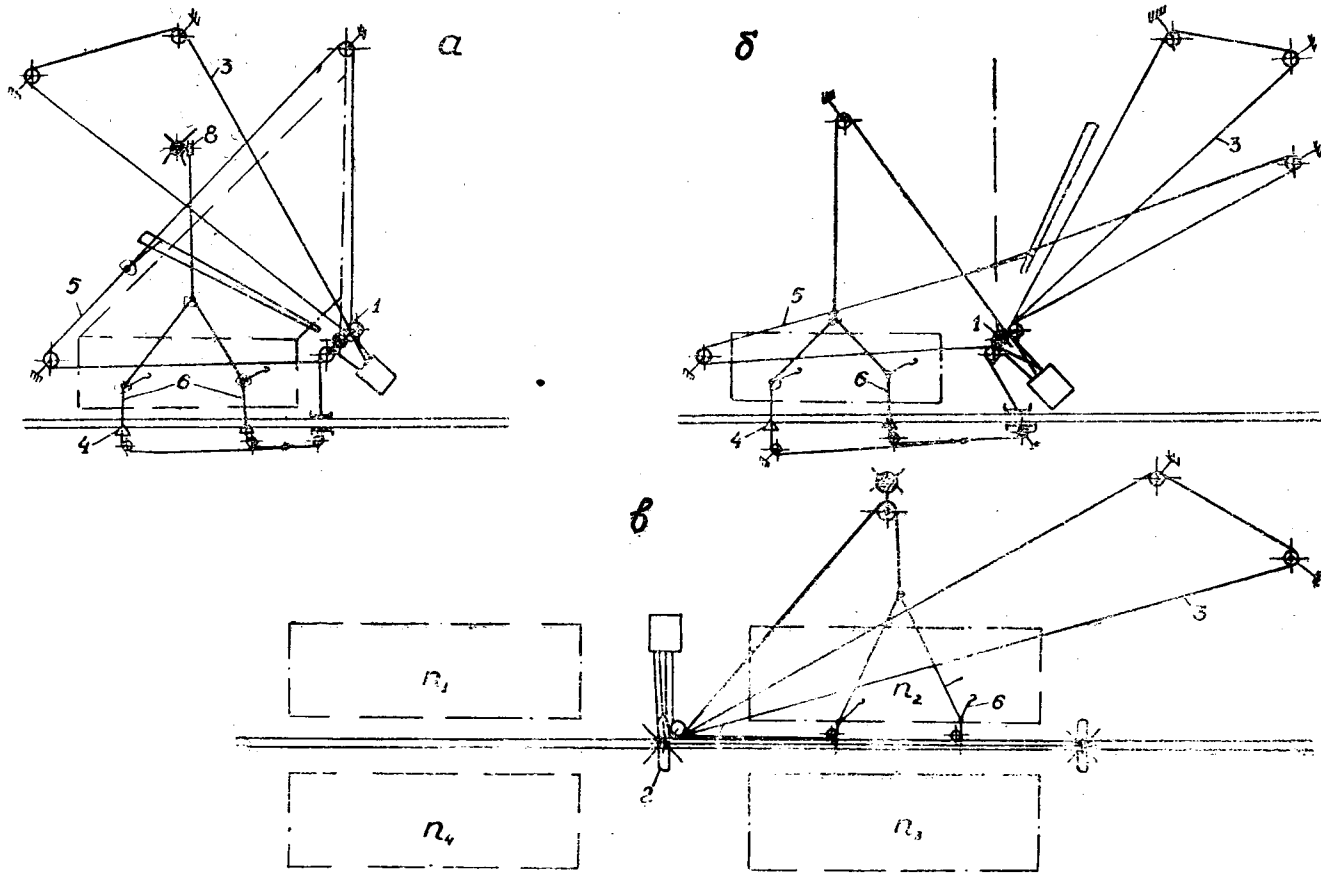


Рис. 1. Способы разворота хлыстов и положения мачты.

1 — мачта; 2 — А-образная мачта; 3 — тросовые канаты; 4 — погрузочная стрела; 5 — канат для разворота хлыстов; 6 — погрузочные канаты; 7 — погрузочное устройство с несущим канатом; 8 — вспомогательный груз.

(схеме *в*, рис. 1). В этом случае мачта делается А-образной, порталного типа. В портале ее свободно проходит груженный состав. При таком расположении трелевочной мачты и лебедки имеется возможность производить трелевку леса из всех четырех квадрантов лесосеки ($\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4$), не переставляя мачты. Но создание запаса здесь невозможно, так как площадки имеют самые минимальные размеры.

Способы механизации обратного хода канатов

Для обратного хода трелевочного грузового каната применяется специальный канат, носящий название холостого каната или каната обратного хода, наматываемого на особый барабан. Обратный ход погрузочного и разворотного канатов производится различными способами, а именно: вручную, вспомогательным грузом (противовесом), канатом обратного хода от специального барабана, а в двухлебедочных установках, кроме того, при помощи блокировки барабанов обеих лебедок.

В однолебедочных установках первые два способа находят применение только при отсутствии специальных барабанов для обратного хода. Наиболее употребительным при этом является использование вспомогательного груза, который подвешивается у концевого блока каната обратного хода (схема *а*, рис. 1). При рабочем ходе груз поднимается, а при ослаблении грузового каната опускается и приводит его в движение в обратном направлении.

Если на лебедке имеются специальные барабаны, то их используют для механизации обратного хода погрузочного и разворотного канатов (схема *б*, рис. 1). От выбора способа механизации обратного хода канатов зависит производительность труда на трелевке. Вместе с тем выбор зависит от количества барабанов агрегатной лебедки, обслуживающей установку.

Для полной механизации процесса работы однолебедочной трелевочно-погрузочной установки необходимо иметь шесть барабанов, а при использовании вспомогательных грузов (противовесов) — четыре.

При совмещении разворота и погрузки достаточно трех или четырех барабанов. Необходимое число барабанов при возможных вариантах однолебедочных установок по способу механизации обратного хода погрузочного и разворотного канатов приведено в таблице.

Способ обратного хода погрузочного каната	Способ обратного хода разворотного каната			При работе без разворотного каната
	вручную	грузом (противовес)	барабаном	
Вручную	4	4	5	3
Грузом (противовес)	4	4	5	3
Барабаном	5	5	6	4

Способы погрузки

В трелевочно-погрузочных установках погрузка хлыстов на подвижной состав производится агрегатной лебедкой, которая одновременно используется и на трелевке леса. Поэтому здесь применимы все три способа погрузки леса лебедками: посредством неповоротных и поворотных стрел и с использованием подвесных канатных установок.

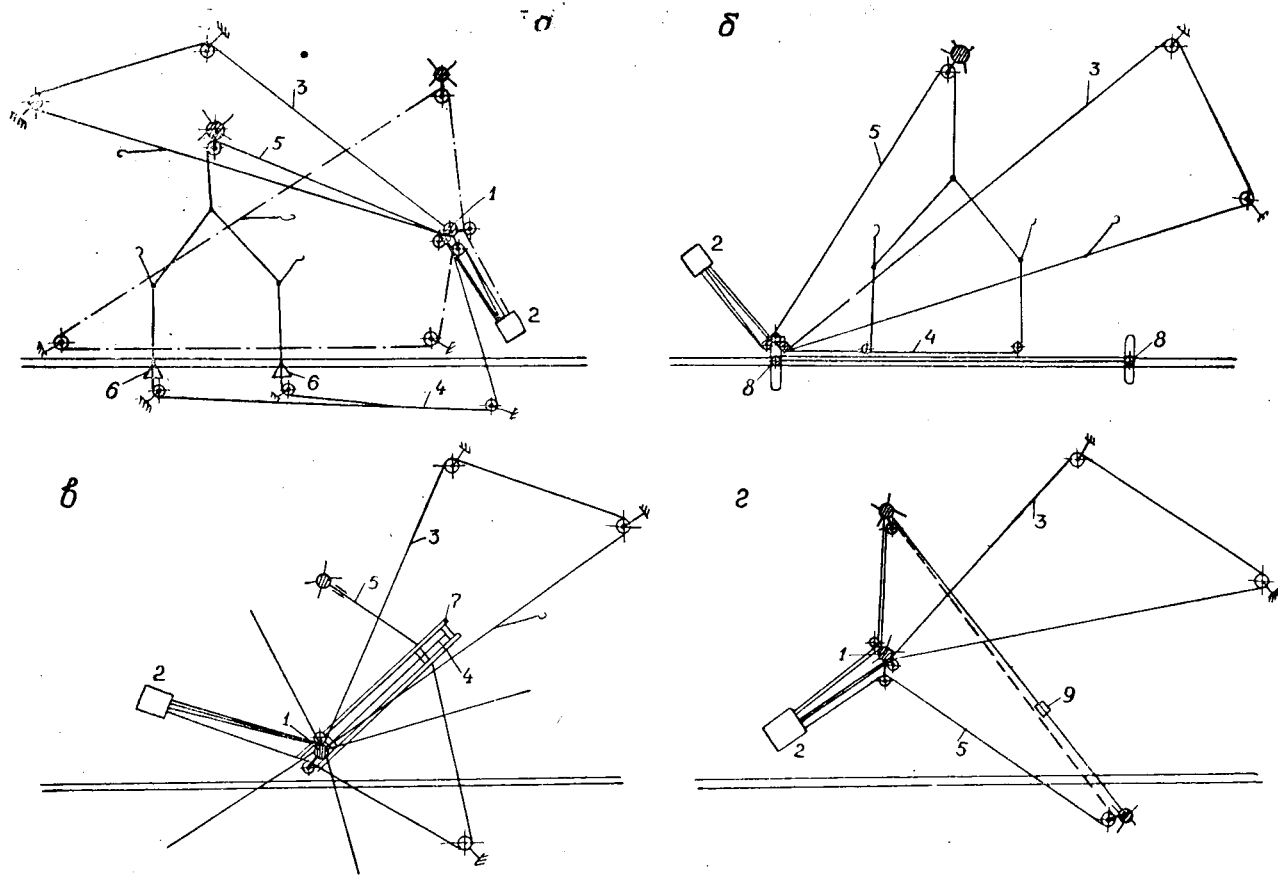


Рис. 2. Способы погрузки при трелевке леса однолебедочными установками.

а — неповоротные стрелы; *б* — порталные мачты с несущим канатом; *в* — поворотная стрела; *г* — кабелькран.
 1 — трелевочная мачта; 2 — лебедка; 3 — трелевочные канаты; 4 — перегрузочный рабочий канат; 5 — канат обратного хода; 6 — неповоротная стрела; 7 — поворотная стрела; 8 — порталная мачта; 9 — кабелькран.

На рис. 2 представлены схемы трелевочно-погрузочных установок, в которых применены различные способы погрузки. В схеме *a* применяются неповоротные стрелы, в схеме *b* — поворотная стрела, а на схеме *г* — подвесная канатная установка и на схеме *б* — погрузочная установка с подвеской грузовых блоков на несущем канате, натянутом над осью пути между двумя порталными мачтами, поставленными у колеи. При этом одна из мачт служит в качестве трелевочной.

Подвесная погрузочная установка, примененная в схеме *г*, может иметь различное устройство. Здесь используются кабелькрановые установки с тяговыми и подъемными канатами, а также установка с подъемно-несущим канатом и т. п.

Таким образом, по способу погрузки леса можно различать четыре варианта трелевочно-погрузочных установок. Количество барабанов, необходимое для механизации процесса работ, зависит от типа погрузочного устройства.

При погрузке леса посредством неповоротных стрел (схема *a*, рис. 2) и блоков на несущем канате (схема *б*, рис. 2), когда груз перемещается волоком, количество барабанов лебедки, обслуживающей трелевочно-погрузочную установку, соответствует данным, приведенным в таблице. При работе с поворотными стрелами и подвесными канатными устройствами (кабелькранами) груз перемещается на весу и потому следует еще иметь барабан для подъемного каната. Применительно к этим условиям работы общее количество барабанов, необходимое для обслуживания как трелевки, так и погрузки, по сравнению с приведенными в таблице, будет больше на один барабан.

Количество основных операций

Трелевочно-погрузочные установки предназначены для перемещения хлыстов с лесосеки к лесовозной дороге и погрузки их на подвижной состав. При этом появляется промежуточная операция — разворот хлыстов, — и, в общем случае, производственный процесс таких установок состоит из трех основных операций: трелевки, разворота и погрузки леса. Для разворота хлыстов необходимо иметь один или два барабана лебедки, и кроме того, на этой операции занят один рабочий.

Как видно из схем погрузки леса (рис. 1), во всех случаях, когда погрузочная площадка и трелевочный сектор находятся в одном квадранте (схема *a*, рис. 1), трелевочный тяговый канат пересекает погрузочную площадку или проходит вблизи от нее. Это создает возможность прицеплять к погрузочным канатам хлысты, подтащенные к мачте, и производить их погрузку, не прибегая к развороту как к самостоятельной операции. В этом случае поворот хлыстов в горизонтальной плоскости происходит при перемещении их к месту укладки на подвижной состав в процессе погрузки. Таким образом, разворот совмещается с погрузкой и как самостоятельная операция он отпадает. При этом отпадает необходимость иметь рабочего-разворотника, а вместе с тем освобождаются один-два барабана, занятых на развороте.

Трелевочно-погрузочные установки, совмещающие разворот и погрузку, возможны при всех способах погрузки. Так, в схеме *a* (рис. 2) разворотный канат, показанный штрихпунктиром, можно убрать и установки будут работать, совмещая разворот с погрузкой. В обоих случаях разворот производится погрузочными канатами в процессе подтаскивания хлыстов волоком к месту погрузки. В схемах *b* и *г* разворотный канат отсутствует, хлысты, подтащенные трелевочно-погрузочным канатом, отцепляются в пределах вылета поворотной стрелы (схема *b*, рис. 2).

или пролета кабелькрана (схема *г*, рис. 2). Это дает возможность захватить и поднять хлысты стропами подъемного каната, а затем перемещать их к месту погрузки и одновременно разворачивать на весу.

Положение лебедки

Лебедку следует размещать так, чтобы лебедчик мог наблюдать как за сигналами с лесосеки, так и за погрузкой, и вместе с тем необходимо свести до минимума перестановки лебедок на верхнем складе. С этой точки зрения более удобным является установка лебедки и трелевочной мачты по одну сторону погрузочного пути (схема *а*, рис. 1). По отношению к трелевочному сектору лебедку по возможности следует установить так, чтобы угол обхвата трелевочных блоков на мачте был возможно меньше, для этого необходимо лебедку и трелевочный сектор иметь в разных квадрантах (схема *а*, рис. 1), а не в одном, как это показано на схеме *б* (рис. 1).

ДВУХЛЕБЕДОЧНЫЕ УСТАНОВКИ

Такие установки характерны тем, что в них применяется одна общая для обеих лебедок трелевочная мачта или одно погрузочное устройство.

Подобно однолебедочным установкам, двухлебедочные различаются по расположению мачт и площадок, а также по способам погрузки и механизации обратного хода погрузочного и разворотного канатов, но, кроме того, имеются некоторые особенности, присущие только двухлебедочным установкам. К таким особенностям следует отнести: количество мачт и погрузочных площадок, а также взаимную блокировку барабанов обеих лебедок.

Количество трелевочных мачт и погрузочных площадок

При работе с двумя лебедками применяют одну или две трелевочных мачты. Выбор количества мачт оказывает большое влияние на общее расположение оборудования и организацию работы.

Схемы установок с одной трелевочной мачтой показаны на рис. 3 (*а*, *б*, *в*, *г*). Наиболее распространенной является схема *а* с мачтой, находящейся на некотором расстоянии от оси пути, при этом погрузка производится либо неповоротными и поворотными стрелами, либо кабелькранами. В такой установке применяются две погрузочные площадки, расположенные по обе стороны мачты. При этом погрузочная площадка и сектор лесосеки, из которого производится трелевка леса, находятся по одну сторону мачты, вследствие этого применяется поперечный разворот хлыстов.

При работе с двумя мачтами устраивается одна погрузочная площадка, расположенная между ними (схемы *д*, *е*, *ж*, *з*, рис. 3). В наиболее распространенной схеме *д* мачты расположены в стороне от оси пути, трелевочные секторы находятся не в одном квадранте с погрузочной площадкой, вследствие чего в ней применяется продольный разворот хлыстов, что затрудняет совмещение операций разворота с погрузкой.

Вместе с тем, при работе с двумя мачтами и с одной погрузочной площадкой, достаточно иметь одно погрузочное приспособление (стрелы, кабелькраны и пр.). Таким образом, при выборе типа двухлебедочной установки следует принимать во внимание достоинства и недостатки той или иной схемы.

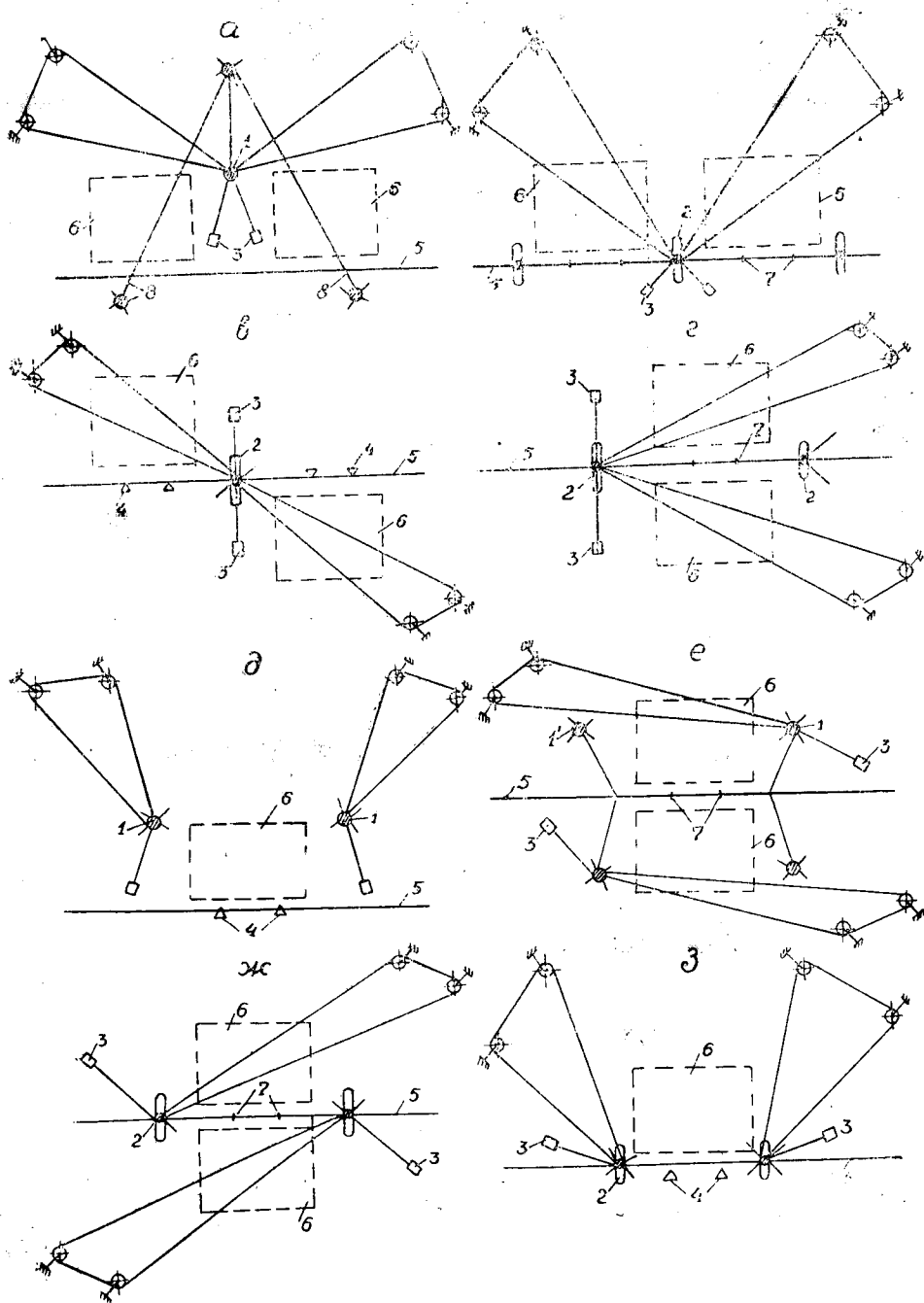


Рис. 3. Схемы расположения мачт и площадок двухлебедочных установок.
 1 — трелевочная мачта; 2 — порталная мачта; 3 — лебедка; 4 — погрузочная стрела; 5 — путь;
 6 — площадка; 7 — погрузочные блоки; 8 — кабелькран,

Для устройства одномачтовой установки необходим монтаж одной мачты и постройка двух площадок с двумя погрузочными приспособлениями. В процессе работы такой установки с целью раскомлевки лес грузится на платформы узкоколейной железной дороги в два приема, сначала с одной площадки, а затем с другой.

При работе с двумя мачтами общий объем монтажных работ сокращается, так как трудозатраты на установку мачты менее значительны, чем при устройстве площадок и погрузочных приспособлений. При наличии одной погрузочной площадки процесс погрузки упрощается, так как отпадает необходимость в перекачке вагонов от одной площадки к другой, что приходится делать при работе с одномачтовой установкой.

Расположение мачт и площадок

Как и в однолебедочных установках, трелевочные мачты можно поместить в стороне от погрузочного пути или установить порталные мачты над осью пути. В первом случае возможен только один вариант одномачтовой установки (схема *а*, рис. 3). Площадки располагаются по обе стороны мачты, но по одну сторону пути. Каждая из лебедок подает лес на свою площадку.

Если применяются порталные трелевочные мачты, расположенные над осью пути, то возможны три варианта (схемы *б*, *в*, *г*). Первый из них (схема *б*) по условиям работы аналогичен предыдущему. Во втором (схема *в*) площадки расположены по разным сторонам пути в шахматном порядке и в третьем (схема *г*) — одна против другой. В последнем варианте площадки и трелевочный сектор лесосеки лежат в одном квадрате, что дает возможность применять более удобный поперечный разворот хлыстов и совмещать разворот с погрузкой. Во всех трех вариантах лучшим способом погрузки будет использование порталной мачты с грузовыми блоками на несущем канате.

В двухмачтовых установках каждая из лебедок работает со своей мачтой, но при этом имеется одно общее погрузочное устройство, помещенное между мачтами.

Первый вариант двухмачтовой установки (схема *д*, рис. 3) является наиболее распространенным. В нем обе мачты и расположенная между ними погрузочная площадка находятся по одну сторону пути. Как отмечалось выше, это приводит к необходимости прибегать к продольному развороту хлыстов, лишая тем самым возможности совмещать разворот с погрузкой.

Второй вариант (схема *е*, рис. 3) иногда носит название «четыремачтовой установки». Действительно, в нем применяются четыре мачты, но фактически одновременно в работе находятся только две. Вначале для трелевки леса с двух квадрантов используются две мачты (мачта 1, схема *е*, рис. 3), а затем для сбора леса с двух других квадрантов — две другие мачты (мачта 1¹, схема *е*, рис. 3). В этой схеме мачты расположены на некотором расстоянии от оси пути. Они используются для подвески несущего каната, на котором, в свою очередь, подвешиваются блоки погрузочного устройства. Так как у каждой из лебедок трелевочный сектор лесосеки и площадки находится в одном квадранте по одну сторону мачты, то здесь применим поперечный разворот хлыстов, вместе с тем возможно совмещение разворота с погрузкой.

В третьем и четвертом варианте (схема *ж* и *з*) применены порталные мачты, установленные по оси пути. В первом из вариантов погрузочные площадки расположены по обе стороны пути и потому процесс работы протекает также, как и при втором варианте (схема *е*). Здесь при-

меняется поперечный разворот хлыстов и возможно совмещение операций погрузки с разворотом. В четвертом варианте (схема з) имеется одна погрузочная площадка между двумя мачтами, поэтому условия по развороту хлыстов одинаковы со схемой д.

Как и при однолебедочных установках, применение в этом случае порталных мачт дает возможность обслужить все четыре квадранта лесосеки без перестановки лебедок.

Взаимная блокировка барабанов лебедок при механизации обратного хода канатов

При недостатке барабанов на лебедках для полной механизации обратного хода грузовых канатов стали прибегать к блокировке барабанов лебедок.

Блокировать можно барабаны разворотных или погрузочных канатов. В практике лесозаготовок нашло применение блокирование разворотных барабанов. При этом концы разворотных канатов обеих лебедок соединяются между собой так, что при наматывании каната одной лебедки канат другой лебедки разматывается, и наоборот. Это дает возможность механизировать обратный ход канатов, не применяя двух барабанов обратного хода. Лебедки с подобной блокировкой барабанов носят название «спаренных». Примером одномачтовой установки со спаренными лебедками может служить схема а (рис. 4), а для двухмачтовой — схема в.

Для подобных установок характерным является синхронность в работе обеих лебедок на операции разворота хлыстов. Включение и выключение разворотных барабанов должно происходить одновременно на обеих лебедках, что требует от лебедчиков большой слаженности в работе.

Синхронность и зависимость одной лебедки от другой являются большим недостатком установок со «спаренными» лебедками. Это снижает коэффициент использования лебедок и производительность труда на трелевочно-погрузочных работах.

В меньшей зависимости между собой находятся лебедки в схеме г (рис. 4). В этой двухмачтовой установке одна из агрегатных лебедок, помимо трелевки, производит разворот хлыстов, а другая — трелевку и погрузку. Здесь не требуется синхронизма в работе, но взаимная зависимость, хотя и небольшая, существует, так как установка лебедки, производящей разворот, приводит к простоя лебедки, осуществляющей погрузку.

На схеме б (рис. 4) представлена одномачтовая установка с неспаренными лебедками, каждая из которых работает независимо. В этой схеме общим для обеих лебедок, кроме мачты, является только то, что их обслуживает одно звено грузчиков, переходящее по мере надобности от одного погрузочного устройства к другому.

В двухлебедочных установках применимы те же способы погрузки леса, что и в установках с одной лебедкой, причем для каждой из погрузочных площадок имеется свое погрузочное устройство. Поэтому для двухмачтовых установок, умеющих одну погрузочную площадку, их (погрузочных устройств) требуется меньше. Вместе с тем, во всех одномачтовых установках погрузку можно совместить с разворотом хлыстов. В двухмачтовых установках это можно сделать только при работе с порталными мачтами (схема е, ж, з, рис. 3).

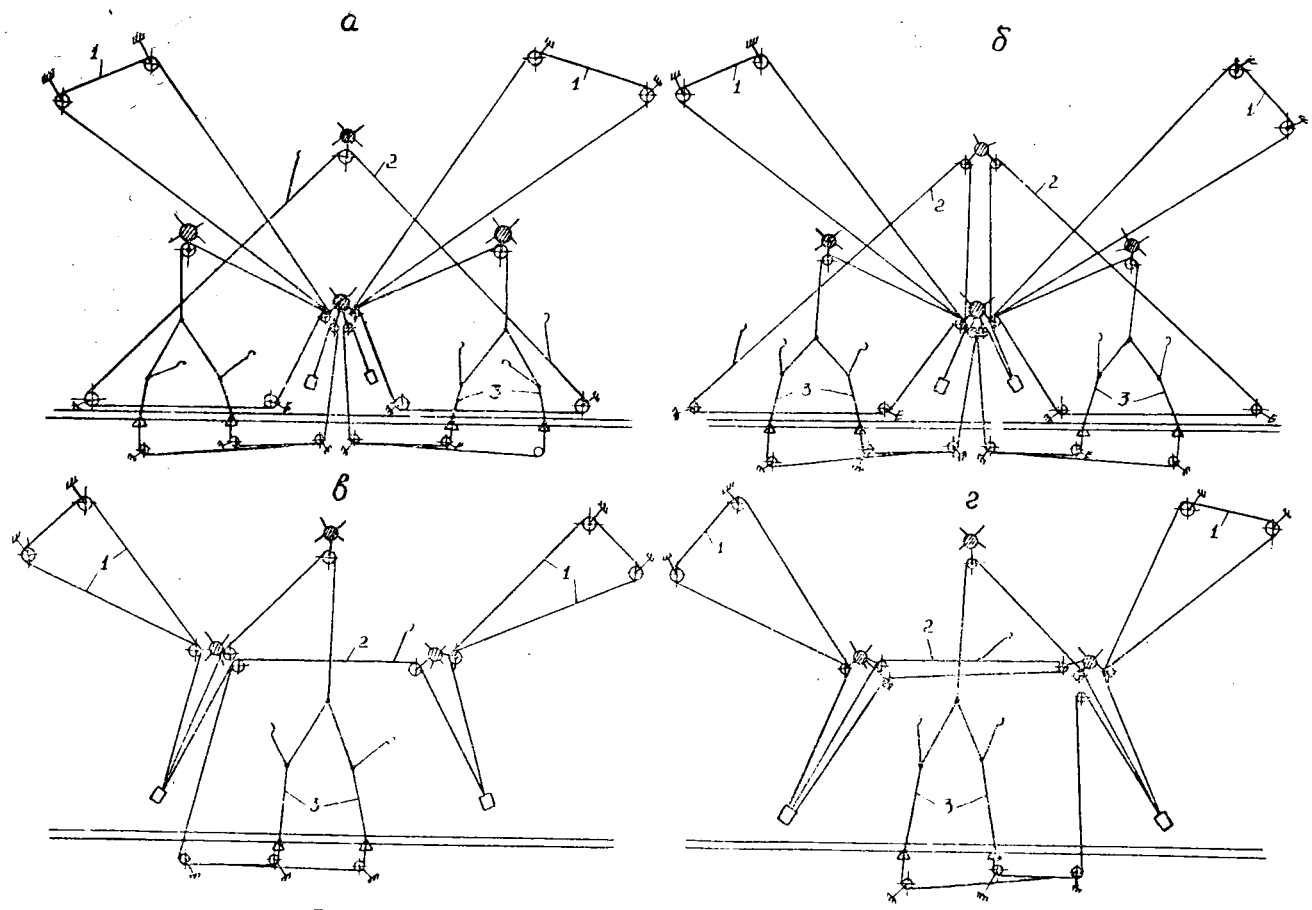


Рис. 4. Трелевочно-погрузочные установки с двумя лебедками.

а и б — однокаптовые установки со спаренными (а) и независимыми (б) лебедками (неспаренными); в и г — двухкаптовые установки со спаренными (в) и независимыми (г) лебедками. 1 — трелевочные канаты; 2 — разворотные канаты; 3 — погрузочные канаты.

* * *

При выборе схемы трелевочно-погрузочной установки следует принимать во внимание тип лесовозного транспорта. В то время как при вывозке леса по узкоколейной железной дороге раскомлевка леса желательна, при автомобильной вывозке она не нужна, так как лес грузят комлями в одну сторону. Поэтому установки с двумя мачтами и одной погрузочной площадкой (схема в, г, рис. 1) применимы только для узкоколейных железных дорог, тогда как все одномачтовые установки, как с одной, так и с двумя лебедками, можно применять и при автомобильной вывозке.

Приведенные выше схемы трелевочно-погрузочных установок приспособлены к условиям вывозки леса в хлыстах или деревьями с кроной без обрубки сучьев на верхнем складе.

Если производится трелевка леса с кроной, а вывозка в хлыстах, то в приведенных схемах необходимо предусмотреть место для обрубки сучьев. Так как при этом никаких дополнительных транспортных операций не производится, то приведенные выше схемы в основном применимы и для условий обрубки сучьев на верхнем складе.

Как видно из предыдущего, комбинируя различные способы размещения и использования оборудования трелевочно-погрузочных установок, можно получить весьма разнообразные варианты их устройства.

Приведенный анализ показывает, что несмотря на большое разнообразие устройства трелевочно-погрузочных установок, можно их классифицировать и, вместе с тем, дать оценку в отношении удобства эксплуатации. С этой целью необходимо рассмотреть целесообразность применения отдельных частей и узлов, составляющих такую установку. Такой анализ устройства несомненно поможет выбрать производственнику наиболее эффективный тип трелевочно-погрузочной установки.

Поступила в редакцию
22 мая 1958 г.

К ВОПРОСУ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА И ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С. К. ЛЕБЕДЕВ

Доцент

В. В. ЩЕЛКУНОВ

Доцент, кандидат технических наук

Ф. И. КОПЕРИН

Доцент, кандидат технических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Состоявшийся в мае 1958 года Пленум ЦК КПСС принял постановление об ускоренном развитии химической промышленности, которое знаменует собой не только важнейший этап развития химической промышленности в нашей стране, но и является крупным фактором технического прогресса всего народного хозяйства. Постановление требует от лесного хозяйства и лесной промышленности полного использования всей древесины с применением как химической, так и механической переработки ее. Для решения этой задачи необходима организация комплексных предприятий, осуществляющих одновременно лесохозяйственную деятельность, заготовку леса и полную переработку древесины.

Существующая в настоящее время система лесозаготовок на базе предприятий периодического действия с короткими сроками работы снижает эффективность комплексного использования древесины. В связи с этим становится актуальным решение вопроса о создании постоянно действующих предприятий лесного хозяйства и лесной промышленности.

Ниже рассматриваются некоторые стороны работы такого рода предприятий.

I

Предприятия лесного хозяйства могут быть правильно организованы только при учете той особенности, что в этой отрасли хозяйства «Сама земля есть средство труда...»*. В то же время земля в лесном хозяйстве выступает как «предмет человеческого труда»**.

* К. Маркс. Капитал, т. I, Госполитиздат, 1950, стр. 186.

** Там же, стр. 185.

Итак, хозяйственно используемая земля является в лесном хозяйстве, и вообще в растениеводстве, основным средством производства.

На основании статьи 6 нашей конституции земля, воды, недра и леса являются государственной собственностью. Все земли в пределах СССР образуют единый государственный земельный фонд, общая площадь которого превышает 2,2 млрд. га. В состав фонда входят разные по хозяйственному значению земли: в сельскохозяйственном производстве используется около 31%, под государственным лесным фондом — 33%, земли специального назначения (промышленность, транспорт и др.) составляют 1,2%, города и поселки городского типа 0,3%, государственный земельный запас — 22%, прочие земли — 12,5%.

В условиях социалистического хозяйства использование земли должно быть организовано по плану в установленных законом формах и отвечать интересам всего народного хозяйства СССР. Поэтому планирование использования территории земли является делом первостепенной важности. Между тем, этому вопросу Госплан СССР не уделяет должного внимания. Так, например, в средней и южной полосе СССР имеется много земель, занятых малопродуктивными лугами и пастбищами, значительные площади относятся к категории «неудобных», «брошенных» земель.

Огромные площади земель северных и восточных районов СССР входят в категорию лесного фонда, но в связи с быстрым развитием хозяйства (особенно в этих районах) нередко оказывается, что земли, на которых осуществляются работы по возобновлению и выращиванию леса, приходится передавать под водохранилища, разработку горнорудных ископаемых, вообще под промышленное строительство, строительство городов и поселков, железных и автомобильных дорог, расчищать под сельскохозяйственные угодья. В этих случаях труд, затраченный на воспроизводство леса и организацию лесного хозяйства, не дает полезного результата.

С другой стороны, большие площади приходится переводить из фонда сельскохозяйственных земель в лесной фонд (полезащитные насаждения, государственные защитные полосы, запретные полосы вдоль рек и водохранилищ и т. п.).

До сих пор слабо планируется выделение и использование водохранилищных и водорегулирующих лесов, лесов климатозащитных (например, в притундровой полосе) и почвозащитных, зеленых зон вокруг промышленных предприятий и населенных пунктов и курортных лесов.

Следует признать, что к настоящему времени назрела необходимость в составлении генерального перспективного плана использования земельной территории Советского Союза, рассчитанного на 15—20 лет. Такой план должен учитывать развитие и размещение производительных сил страны и естественноисторических условий хозяйства, в частности климатические и почвенно-грунтовые условия. Намечая пути наиболее эффективного использования земельных территорий, при составлении этого плана следует исходить из потребностей хозяйства и реальных возможностей экономических районов Госплана и областей.

Вопрос о выделении и закреплении площадей за лесным хозяйством для выращивания на этих площадях леса является важнейшим в плане использования земли. При этом надо принять во внимание значение леса как источника древесины, необходимой для удовлетворения потребностей народного хозяйства, а также водохранное, климатическое, почво- и полезашитное его значение и другие полезные функции и свойства. В то же время следует правильно оценить пригодность различных участков земли с точки зрения

использования их под сельское хозяйство, имея в виду, что сельскохозяйственные культуры предъявляют большие требования к плодородию почвы, чем лес.

Выделение и закрепление за лесным хозяйством земельных площадей является исходным условием рациональной организации лесохозяйственного предприятия подобно тому, как выделение и закрепление земли под сельскохозяйственное производство — условием организации сельскохозяйственного предприятия.

Закон расширенного социалистического воспроизводства в нашем хозяйстве требует непрерывного и увеличивающегося производства продукции, в том числе и продукции лесного хозяйства в виде древесины и других продуктов, и в форме различного рода полезных «услуг» обществу. Лесное хозяйство должно представлять собой неотъемлемую часть каждого экономического района, как народнохозяйственного комплекса отраслей. Это требование не тождественно требованию полной пропорциональности отраслей в каждом районе и не исключает необходимости целесообразной специализации ряда районов по линии лесного хозяйства и лесобрабатывающей промышленности (северные районы, где большие площади покрыты лесом).

С другой стороны, сырая и полуобработанная древесина в виде различного рода лесоматериалов неудобна для перевозок. Транспортирование ее на значительное расстояние связано с большими издержками и нерационально. В то же время климато-, почво- и полезащитные, водоохранные и другие полезные свойства леса связаны с наличием леса в данном районе и большей частью не могут быть перенесены в другие районы. Поэтому ряд южных малолесных районов ставит вопрос о создании достаточной для удовлетворения местной потребности в древесине собственной лесосырьевой базы путем выращивания насаждений из быстрорастущих пород (например, таких, как тополь). Так в Украинской ССР предполагается в течение 10—15 лет засадить быстрорастущими породами 1,5 млн. га и получать за счет этого источника 30 млн. м³ древесины ежегодно. Осуществление этого мероприятия, не снимая вопроса об удовлетворении потребности в крупномерной древесине хвойных пород, в значительной мере освободило бы такие районы от необходимости ввозить древесину из удаленных районов и дало бы ежегодную экономию только по Украине свыше миллиарда рублей.

Создание собственных лесосырьевых баз приведет к необходимости создания соответствующих предприятий нового типа.

Как известно, весьма эффективной формой организации предприятия является комбинирование в нем различных отраслей производства. Создание предприятий, концентрирующих в себе функции выращивания леса, заготовки древесины и ее переработки, представляет большой интерес, так как это обещает значительную экономию труда и снижение себестоимости готового продукта за счет концентрации производства.

Необходимым условием экономически эффективной организации комбинированного предприятия является непрерывность производства. Независимо от того, представляет ли сырьевая база деревоперерабатывающего цеха такого предприятия компактный лесной массив или состоит из нескольких отдельных частей, находится ли она в непосредственной близости или удалена на значительное расстояние — весьма желательно, чтобы выращиваемые насаждения, включая и спелые, в границах территории сырьевой базы комбинированного предприятия были бы распределены по возрастным группам более или менее равномерно.

Идея активного формирования равномерного распределения насаждений по возрастным группам до самого последнего времени отвергалась

некоторыми экономистами лесного хозяйства. Однако возможность равномерного распределения насаждений по возрастным группам связана с природой леса как совокупности многолетних растений. Она не противоречит закону расширенного социалистического воспроизводства. Но только в социалистическом лесном хозяйстве создаются условия для активной реализации этой возможности в производственных масштабах. Благодаря этому общество может избавиться от непроизводительных затрат труда и средств на периодическое перебазирование лесоперерабатывающего и лесозаготовительного производства. Отказ от регулирования возрастной структуры леса для предприятий постоянного действия является игнорированием закона планомерного пропорционального развития хозяйства. Средствами реализации указанной возможности — равномерного распределения насаждений по возрастным группам в границах предприятия — являются рубка леса и организованное лесовозобновление на вырубленных площадях.

Цитируя в «Капитале» работу агронома Кирхгофа, Маркс пишет: «Особенно замечательно в приведенной выше цитате из Кирхгофа следующее место: «Кроме того, правильное лесное хозяйство требует, чтобы постоянно имелся запас леса на корню, превосходящий в 10—40 раз ежегодное пользование» *. Это значит, что один оборот приходится на 10—40 и более лет». Далее, развивая ту же мысль Маркс пишет: «...определенное количество леса на корню, — ... в условном смысле *находится в процессе производства* (одновременно — в качестве средств труда и материала труда); сообразно естественным условиям его воспроизводства при правильном хозяйстве значительная часть его должна находиться в этой форме в виде запаса» **.

Ведущим цехом лесохозяйственно-промышленного комбината должен быть лесозаготовительный. Его мощность определит мощность деревоперерабатывающего.

Как сказано выше, исходя из соображений экономии общественного труда и обеспечения наивысшей производительности предприятия, комбинаты по своей мощности должны отвечать условиям непрерывного производства при полной загрузке, то есть представлять собой предприятия постоянного действия. Это условие равносильно организации использования сырьевой базы такого комбината по соответствующему обороту рубки леса при обязательном лесовозобновлении вырубаемых лесосек. Оборот рубки леса для условий Европейского Севера может быть принят при выращивании хвойной пиловочной и поделочной древесины равным примерно 120 годам, а при выращивании мелкой деловой древесины (балансов, рудстойки) в насаждениях мелкотоварного хозяйства — 80 годам (по соответствующей спелости).

Однако в ряде случаев указанные обороты рубки могут быть значительно сокращены. Резервом в этом отношении является предварительное возобновление леса в форме биогрупп жизнеспособного подростка, наличие которого связано с относительной изреженностью лесов Севера и имевшими здесь широкое распространение приисковыми и выборочными рубками, а также с низовыми пожарами.

На большое значение жизнеспособного подростка северных лесов в воспроизводстве сырьевых баз лесной промышленности указал акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехов в своих работах о концентрированных рубках. М. Е. Ткаченко считал, что «использование подростка не только освобождает от затрат труда и средств на лесные культуры, но со-

* К. Маркс. Капитал, т. II, Госполитиздат, 1950, стр. 241.

** Там же (курсив наш — авт.).

крашает период наступления эксплуатационной спелости древостоя на 20—40 лет».

Наиболее простой будет организация комбината, в котором деревоперерабатывающий цех его находится непосредственно у сырьевой базы или внутри ее. Более сложна организация работы комбината, деревообрабатывающий цех которого удален от сырьевой базы и питается древесиной, доставляемой сплавом или по железной дороге. В ряде случаев при этом можно считать целесообразным слияние отдельных деревоперерабатывающих заводов, находящихся в одинаковых условиях производства и близко расположенных друг к другу, и объединение их сырьевых баз. Лесные массивы, являющиеся частями сырьевых баз комбинатов, целесообразно всемерно укрупнить.

Крупные лесные массивы следует эксплуатировать по обороту рубки, из условия неистощительной лесозаготовки. Мелкие массивы, примыкающие к мощным дорогам, целесообразнее эксплуатировать по принципу периодического хозяйства с вырубкой каждого из них по сроку эксплуатации, установленному экономическим расчетом. Такие массивы нужно объединять в комплексы и эксплуатировать их последовательно, в несколько очередей так, чтобы период рубки всего комплекса массивов соответствовал принятому обороту рубки.

Кроме главной рубки в постоянно действующем предприятии должны проводиться рубки ухода. По величине пользования лесом они могут составить не менее 5% лесосеки главной рубки и дать, соответственно, дополнительную загрузку предприятию.

Важным, ключевым вопросом организации эксплуатации комбинированного предприятия в районах Европейского Севера и Сибири, то есть в районах, где по условиям наличия леса могут быть в первую очередь организованы крупные лесные предприятия, является проблема преодоления фактической неравномерности распределения насаждений по возрастным группам, следовательно, проблема бесперебойности питания лесоперерабатывающего цеха предприятия сырьем. Неравномерность распределения насаждений по возрастным группам в этих районах является результатом крайне слабой эксплуатации леса в прошлом, которая проводилась здесь преимущественно в форме выборочных рубок. В результате в настоящее время в этих районах наблюдается резкое преобладание насаждений старше возраста спелости и недостаток молодых и средневозрастных насаждений. Так, по материалам статистического сборника «Лесная промышленность СССР» * северные районы характеризуются следующим распределением насаждений по возрастным группам в процентах от общей площади насаждений.

Из табл. 1 видно, что в северных районах насаждения по возрасту старше спелых (то есть старше VI класса возраста) составляют 30—50% всех насаждений. В то же время в южных областях этих районов процент площади, занятой насаждениями по возрасту старше спелых, значительно меньше (15—25%). Эти области характеризуются более равномерным распределением насаждений по возрастным группам, в частности, большими резервами приспевающих и средневозрастных насаждений.

До какого же возраста допустимо выдерживать насаждения на корню без значительных потерь в количестве и качестве древесины? Ответом на этот вопрос, в известной мере, могут служить данные табл. 3, полученные во время инвентаризационных работ в Кочмасском лесни-

* Лесная промышленность СССР. Статистический сборник. Гослесбумиздат, М.—Л., 1957.

Таблица

Районы	Распределение по группам возраста в %			
	молодые	средневозрастные и припевающие	спелые	старше спелых
Европейский Север	9,4	13,6	27,0	48,0
В частности Вологодская область	29,0	30,0	24,6	16,4
Западная Сибирь	5,0	28,0	40,0	27,0
В частности Омская область	12,0	45,0	21,0	22,0
Восточная Сибирь	7,1	25,0	34,3	33,6
В частности Читинская область	7,9	33,4	34,0	24,7

честве Архангельской области в 1931—1932 гг. при ленточных перечетах насаждений различных категорий по условиям роста (площадь 465 га).

Это же подтверждается материалами устройства на выборочное хозяйство Озерского учебно-опытного лесничества Архангельской области * (табл. 2).

Таблица 2

Хозяйство	Единицы измерения	Возрастные группы (лет) насаждений				Итого
		1—80	81—160	161—240	старше 240	
Сосна крупнотоварная II—IV класс бонитета	га	—	—	—	—	308
	%	5	10	64	21	100
	число деревьев от 27,5 см на га	13	47	75	58	66
	% фаута	37	28	29	47,5	33
Ель крупнотоварная II—IV класс бонитета	га	—	—	—	—	330
	%	—	7	80	13	100
	число деревьев от 27,5 см на га	23	31	53	38	49
	% фаута	30	40	30	37	31
Ель мелкотоварная V класс бонитета	га	—	—	—	—	99
	%	—	18	64	8	100
	число деревьев от 27,5 см на га	—	15,5	28	40	27
	% фаута	—	40	36	17	33

Данные, касающиеся числа деревьев эксплуатационного размера (диаметр стволов на высоте груди не менее 27,5 см) в зависимости от возраста и условий роста, составлены по исследованиям при помощи ленточных перечетов на площади 707 га.

Приведенные в табл. 2 и 3 данные показывают, что крупнотоварные насаждения сосны и ели на значительных площадях доживают до воз-

* Отчет по устройству Озерского учебно-опытного лесничества. Ст. Обозерская. Сев. ж. д. 1927.

Хозяйство	Единицы измерения	Возрастные группы (лет) насаждений						Итого
		41—80	81—120	121—160	161—200	201—240	старше 240	
Сосна крупнотоварная II—IV класс бонитета	га	—	—	—	—	—	—	202
	%	3	—	40	31	20	6	100
	м ³ /га	138	180	226	194	182	222	—
	% фаута	27	33	27	34	29	51	—
Лиственница крупнотоварная II—IV класс бонитета	га	—	—	—	—	—	—	6,5
	%	—	—	7	63	30	—	100
	м ³ /га	—	—	233	215	300	—	—
	% фаута	—	—	41	47	33	—	—
Ель крупнотоварная II—IV класс бонитета	га	—	—	—	—	—	—	212
	%	1	5	55	34	5	—	100
	м ³ /га	43	121	204	250	177	—	—
	% фаута	46	32	32	29	22	—	—
Сосна мелкотоварная V класс бонитета	га	—	—	—	—	—	—	30
	%	5	3	39	31	22	—	100
	м ³ /га	70	83	89	114	110	—	—
	% фаута	29	30	34	27	43	—	—
Ель мелкотоварная V класс бонитета	га	—	—	—	—	—	—	14,5
	%	3	3	60	27	7	—	100
	м ³ /га	57	58	129	127	95	—	—
	% фаута	10	18	34	25	8	—	—

раста 200—240 лет и старше, не обнаруживая при этом значительных признаков разрушения запаса: запас на 1 га в сосновых насаждениях почти не сокращается; в еловых сокращается, по сравнению с максимальным (для возраста 180 лет), на 30%. Однако количество крупномерных деревьев, диаметр ствола которых на высоте груди превосходит 27,5 см, в возрасте 200 лет является наибольшим (по сравнению с количеством деревьев в других возрастных группах насаждений), что говорит о высоком качестве древостоев этой возрастной группы. Фаутность древостоев в возрасте 161—240 лет по сравнению с более молодыми не только не увеличилась, но даже сократилась (за счет отпада части деревьев).

Мелкотоварные насаждения также растут до 200—240 лет, сохраняя до этого возраста 75—95% максимального запаса на 1 га при хорошем состоянии древостоев.

Наконец, для более надежного и уверенного решения данного вопроса обратимся к материалам хода роста северных древостоев. По опытным таблицам хода роста сосновых насаждений проф. А. В. Тюрина запас на 1 га в сосновых древостоях II—IV класса бонитета бывшей Архангельской губ. кульминирует в возрасте 160 лет. В древостоях старше этого возраста начинается процесс распада. Период распада древостоев охватывает 180 лет. К 360 годам исчезают последние деревья материнской генерации. В эту схему развития древостоев существенные поправки были внесены доц. В. И. Левиным. По данным В. И. Левина запас сосновых насаждений кульминирует примерно в 140 лет, но «период разрушения» их «значительно больше чем тот, который указан в таблицах проф. Тюрина: он превосходит 400 лет»*.

К возрасту 200—240 лет (по данным В. И. Левина) в сосновых насаждениях сохраняется еще более 80% запаса 140-летнего насаждения**.

О том, что представляют собой насаждения старше 200 лет, формально относимые к категории перестойных, можно судить по пробным площадям, заложенным в свое время (1925 г.) С. К. Лебедевым в Озерском учебно-опытном лесничестве.

Результаты этого исследования представлены в табл. 4 и показывают, что насаждения, которые с точки зрения действующей лесоустройственной инструкции считаются перестойными (то есть насаждения старше класса возраста рубки и следующего за ним класса***) в действительности вполне могут доживать до 240 лет и старше, не обнаруживая признаков интенсивного распада и дряхлости и характеризуясь хорошим ростом и удовлетворительным выходом деловой древесины, то есть не являясь биологически перестойными. Если вырубать лес в соответствии с указанными выше оборотами рубки, строго учитывая состояние насаждений, то есть вырубать в первую очередь действительно перестой-

* В. И. Левиц. Ход роста полных и разновозрастных сосновых древостоев Архангельской области по классам бонитета. «Труды АЛТИ». XIV. Архангельск, 1954.

** О предельном возрасте деревьев (в плохих условиях роста) можно судить по возрасту модели, взятой С. К. Лебедевым в 1929 г. на пробной площади № 6 в 55 квартале Озерского учебно-опытного лесничества, в типе леса «согра», V класса бонитета. Насаждение еловое, разновозрастное. Порода модельного дерева — ель. Диаметр на высоте груди 41 см, высота 22,25 м, объем 1,35 м³. Прирост по высоте прекратился. Дерево имеет напennую гниль и гниль от гриба (*Trametes abietis*). Древесина части ствола от 12 м и выше — здоровая. Число годичных слоев на шейке корня для здоровой (внешней) части торца составило 460; остальная, внутренняя часть торца, сгнила. Диаметр сгнившей части и толщина годичных слоев позволяет предполагать, что эта часть соответствует 10—15 слоям. На этом основании вероятный возраст модельного дерева определяется в 472 года.

*** Инструкция по устройству и обследованию лесов государственного значения Союза ССР.

№ квартала	№ пробной площади площадь пробы в га	Состав насаждения возраст, лет	Особенности возраста	Тип леса и почвенно-грунтовые условия	Класс бонитета	Запас (м ³ /га) полнота	Текущий прирост в %	Фаустность в %	% деловой древесины	В том числе пиловоч- ной
123	$\frac{10}{0,5}$	$\frac{9E10c + B}{200}$	E170—235	Крупнотоварные насаждения <i>Pinetum oxalidosum</i> Сильно оподзоленный суглинок на валунистой глине	III	$\frac{300}{0,9}$	0,7	15	70	50
55	$\frac{8}{0,5}$	$\frac{6C4E}{225}$	C225— E200	<i>Piceetum myrtillosum</i> Сильно подзолистая свежая супесь на валунистой глине	IV	$\frac{860}{1,0}$	0,75	50	50	30
61	$\frac{12}{0,5}$	$\frac{10E + B}{220}$	E160—240	<i>Piceetum vaccinosum</i> Средне подзолистая супесь, вода на глубине 80 см	IV	$\frac{220}{0,85}$	1,25	16	60	45
57	$\frac{10}{0,25}$	$\frac{9E1B}{240}$	E220—260	<i>Piceetum polytrichosum</i> Сильно оподзоленный, тяжелый суглинок, подстилаемый глиной	IV	$\frac{190}{0,8}$	1,1	30	50	35
3	$\frac{1}{1,0}$	$\frac{8C2E}{280}$	C265—300	<i>Pinetum myrtillosum</i> Сильно оподзоленная супесь, подстилаяемая глиной. Глубже известковая плита	III	$\frac{290}{1,0}$	0,5	60	40	30
28	$\frac{7}{0,25}$	$\frac{9E1B}{330}$	—	<i>Piceetum polytrichosum</i> Подзолистый сырой суглинок	IV	$\frac{170}{0,8}$	0,65	40	40	35
42	$\frac{4}{0,37}$	$\frac{8E2B + C}{210}$	E180—220	Мелкотоварные насаждения <i>Piceetum sphagnosum</i> Сырая торфянистая на плотной глине	V	$\frac{160}{0,9}$	1,0	30	45	10
42	$\frac{5}{0,4}$	$\frac{9E1B}{220}$	E160—265	<i>Piceetum sphagnosum</i> Сырая торфянистая на тяжелой глине	V	$\frac{120}{0,8}$	1,3	25	50	5
70	$\frac{22}{0,5}$	$\frac{9E1B + C}{225}$	E210—235 +120—139	<i>Piceetum caricoso-sphagnosum</i> Перегнойно-торфянистая. Микро-рельеф кочковатый	V	$\frac{100}{0,6}$	0,6	25	50	10

ные насаждения, далее насаждения в возрасте старше экономически спелых, а затем спелые, то потери от рубки насаждений по возрасту старше экономически спелых могут быть сведены к минимуму. Строго соблюдая такой порядок рубки в каждом хозяйстве через период времени, равный обороту рубки, будем иметь равномерное распределение насаждений по возрастным группам.

Выше было указано, что ведущим цехом, определяющим мощность комбинированного лесопромышленного предприятия следует считать лесозаготовительный цех. Мощность лесозаготовительного цеха предприятия, при требовании непрерывности производства, в свою очередь будет зависеть от мощности его лесного массива по площади леса и запасу древесины на 1 га*.

Для того, чтобы дать представление о возможных размерах лесных массивов, приведем данные о площадях и запасах Архангельской области, тяготеющих к эксплуатируемым и проектируемым лесовозным дорогам, с суммарной площадью, примерно равной 7,35 млн. га (43% покрытой лесом площади всех эксплуатационных лесов Архангельской области), и с запасом, составляющим 676 млн. м³ (37,5% эксплуатационных запасов). Данные сведены в табл. 5.

Таблица 5

Градации размера массивов по ликвидным запасам в млн. м ³	Число массивов в %	Сумма ликвидных запасов эксплуата- ционных насаждений в тыс. м ³	Сумма по- крытых ле- сом пло- щадей, включая неэксплуа- тационные насаждения в тыс. га	Средний ликвидный запас массива в тыс. м ³	Средняя по- крытая лесом площадь мас- сива, включая неэксплуата- ционные на- саждения в тыс. га	Средний запас на 1 га спелых и перестой- ных на- саждений в м ³	Рамки пло- щадь мас- сива, вклю- чая не- эксплуата- ционные насаждения в тыс. га																																																																																								
		в %	в %																																																																																												
От 0,5 до 1	32	25268	307	789	9,6	99	6—12																																																																																								
	18,4	3,7	4,2					„ 1,0 „ 2	51	71780	724	1410	14,2	120	10—20	29,3	10,6	9,8	„ 2 „ 2	52	158509	1810	3042	34,8	109	22—25	29,4	23,5	24,6	„ 5 „ 10	24	167745	1785	6980	74,3	113	53—106	13,8	24,8	24,3	„ 10 „ 15	10	112375	1169	112400	117,0	116	104—156	5,7	16,7	15,0	„ 15 „ 20	2	33500	416	16750	208,0	97	186—248	1,1	4,9	5,7	„ 20 „ 30	1	28000	337	28000	337,0	100	241—368	0,7	4,1	4,6	30	2	79200	802	39600	401,0	119	360	1,1	11,7	10,9	Итого	174	676000	7350	3890	42200,0	112			100	100
„ 1,0 „ 2	51	71780	724	1410	14,2	120	10—20																																																																																								
	29,3	10,6	9,8					„ 2 „ 2	52	158509	1810	3042	34,8	109	22—25	29,4	23,5	24,6	„ 5 „ 10	24	167745	1785	6980	74,3	113	53—106	13,8	24,8	24,3	„ 10 „ 15	10	112375	1169	112400	117,0	116	104—156	5,7	16,7	15,0	„ 15 „ 20	2	33500	416	16750	208,0	97	186—248	1,1	4,9	5,7	„ 20 „ 30	1	28000	337	28000	337,0	100	241—368	0,7	4,1	4,6	30	2	79200	802	39600	401,0	119	360	1,1	11,7	10,9	Итого	174	676000	7350	3890	42200,0	112			100	100	100										
„ 2 „ 2	52	158509	1810	3042	34,8	109	22—25																																																																																								
	29,4	23,5	24,6					„ 5 „ 10	24	167745	1785	6980	74,3	113	53—106	13,8	24,8	24,3	„ 10 „ 15	10	112375	1169	112400	117,0	116	104—156	5,7	16,7	15,0	„ 15 „ 20	2	33500	416	16750	208,0	97	186—248	1,1	4,9	5,7	„ 20 „ 30	1	28000	337	28000	337,0	100	241—368	0,7	4,1	4,6	30	2	79200	802	39600	401,0	119	360	1,1	11,7	10,9	Итого	174	676000	7350	3890	42200,0	112			100	100	100																					
„ 5 „ 10	24	167745	1785	6980	74,3	113	53—106																																																																																								
	13,8	24,8	24,3					„ 10 „ 15	10	112375	1169	112400	117,0	116	104—156	5,7	16,7	15,0	„ 15 „ 20	2	33500	416	16750	208,0	97	186—248	1,1	4,9	5,7	„ 20 „ 30	1	28000	337	28000	337,0	100	241—368	0,7	4,1	4,6	30	2	79200	802	39600	401,0	119	360	1,1	11,7	10,9	Итого	174	676000	7350	3890	42200,0	112			100	100	100																																
„ 10 „ 15	10	112375	1169	112400	117,0	116	104—156																																																																																								
	5,7	16,7	15,0					„ 15 „ 20	2	33500	416	16750	208,0	97	186—248	1,1	4,9	5,7	„ 20 „ 30	1	28000	337	28000	337,0	100	241—368	0,7	4,1	4,6	30	2	79200	802	39600	401,0	119	360	1,1	11,7	10,9	Итого	174	676000	7350	3890	42200,0	112			100	100	100																																											
„ 15 „ 20	2	33500	416	16750	208,0	97	186—248																																																																																								
	1,1	4,9	5,7					„ 20 „ 30	1	28000	337	28000	337,0	100	241—368	0,7	4,1	4,6	30	2	79200	802	39600	401,0	119	360	1,1	11,7	10,9	Итого	174	676000	7350	3890	42200,0	112			100	100	100																																																						
„ 20 „ 30	1	28000	337	28000	337,0	100	241—368																																																																																								
	0,7	4,1	4,6					30	2	79200	802	39600	401,0	119	360	1,1	11,7	10,9	Итого	174	676000	7350	3890	42200,0	112			100	100	100																																																																	
30	2	79200	802	39600	401,0	119	360																																																																																								
	1,1	11,7	10,9					Итого	174	676000	7350	3890	42200,0	112			100	100	100																																																																												
Итого	174	676000	7350	3890	42200,0	112																																																																																									
	100	100	100																																																																																												

В составе покрытой лесом площади в Архангельской области принято 17% неэксплуатационных насаждений, в том числе 3,2% молодняков I класса возраста, 3,2% молодняков II класса возраста, 4,3% площадей средневозрастных и 6,1% приспевающих насаждений**.

* Под лесным массивом мы понимаем площадь и запас древесины, тяготеющие к одной лесовозной дороге в экономически обоснованных границах.

** Лесная промышленность СССР. Статистический сборник. Гослесбумиздат. М.—Л., 1957.

Если принять оборот рубки леса для крупнотоварных и мелкотоварных насаждений в среднем в 100 лет и минимальную годовичную лесосеку $50\,000\text{ м}^3$, (площадь массива $50\,000\text{ га}$, запас в спелых насаждениях $100\text{ м}^3/\text{га}$) то, как следует из приведенных данных, к сфере предприятий постоянного действия может быть отнесено более 60% всех лесных массивов Архангельской области. Из них не менее 35% будут иметь расчетную лесосеку, превышающую $100\,000\text{ м}^3$.

Необходимо далее учесть возможность объединения ряда смежных массивов в сырьевую базу одного предприятия постоянного действия. Так например, в Архангельской области вполне возможно объединение лесных массивов, примыкающих в настоящее время к Конецгорской, Лавельской и Сурской узкоколейным железным дорогам и организация на их основе одного предприятия с сырьевой базой около 50 млн. м^3 с расчетной лесосекой не менее 500 тыс. м^3 .

Большое значение имеет возможность создания комплексов из мелких лесных массивов, по площади и запасам недостаточных для организации в каждом из них постоянно действующего предприятия.

Составлявшиеся до сих пор генеральные схемы освоения лесов исходили из старых представлений о структуре лесозаготовительного предприятия. При этом часто выделялись излишне мелкие массивы, значительная часть которых проектировалась тяготеющими к мелким сплавным рекам. Организация постоянно действующих предприятий требует пересмотра этих схем на основе новых принципов, предусматривающих укрупнение лесных массивов, отказ от использования мелких рек и выходом крупных сырьевых баз к железным дорогам общего пользования и крупным сплавным магистралям. Это позволит резко сократить сплав леса по неустроенным водотокам с малой сплавопропускной способностью и непродолжительными сроками сплава, уменьшив тем самым потери древесины на сплаве.

Следует иметь в виду, что постоянно действующее предприятие мыслится как комбинированное. В таком предприятии концентрация производства, суммируя работу всех его цехов, увеличивает общий валовой продукт. Вследствие этого минимальные нормы грузооборота лесовозной дороги, достаточные для рентабельной эксплуатации, могут быть существенно снижены по сравнению с нормами для лесозаготовительных предприятий периодического действия.

II

Транспорт леса является важнейшим элементом в структуре постоянно действующего предприятия лесного хозяйства и лесной промышленности. Он должен обеспечить перевозку древесины, хозяйственных грузов и пассажиров.

Постоянно действующее предприятие может базироваться на транспорте либо одного, либо двух типов. Если в качестве лесовозной дороги служит автомобильная или узкоколейная железная дорога, то транспорт однотипный. Если окажется целесообразным использовать магистральный транспорт, базирующийся на ширококолейной железной дороге, то придется использовать транспорт двух типов, ибо в этом случае подъездными путями к магистральному транспорту будут, как правило, автомобильные дороги. Наличие двух типов лесовозных дорог неизбежно вызовет дополнительную перегрузку древесины и необходимость ее складирования в пунктах примыкания подъездных путей. Применение двух типов лесовозных дорог в постоянно действующем предприятии может оказаться целесообразным при:

- а) тяготении лесного массива к дороге МПС;
- б) расположении деревообрабатывающего цеха вне лесного массива, вблизи дороги МПС;
- в) значительной экономии средств на перевозку грузов по дороге широкой колеи в сравнении с автодорогой и железной дорогой колеи 750 мм, то есть при весьма больших запасах лесного массива.

По-видимому, постоянно действующие предприятия должны базироваться преимущественно на одном типе лесовозной дороги.

Порядок транспортного освоения лесного массива непрерывно действующего предприятия существенно зависит от размещения спелых насаждений и насаждений старше возраста рубки. Желательно в первую очередь организовать рубку в кварталах с насаждениями старше возраста рубки. Однако это может привести к необходимости строительства лесовозной магистрали сразу на большое протяжение, что связано со значительными капитальными вложениями и нарушением последовательности в освоении массива. Одновременно эксплуатируемая длина транспортных путей при этом увеличится, а расходы по лесозэксплуатации возрастут. По окончании оборота рубки лесоразработки придется вести в таком же порядке, как и раньше. Следовательно, предприятие будет поставлено в невыгодные условия.

Лучшим вариантом было бы такое распределение насаждений по площади, когда вблизи от пункта примыкания дорог находятся спелые древостой, а в наиболее удаленных частях массива — молодняки. При таком расположении насаждений лесозэксплуатацию можно организовать с наименьшими единовременными капиталовложениями и с наименьшей протяженностью одновременно эксплуатируемых путей, используя метод постепенного продвижения дороги вглубь массива. По окончании оборота рубки освоение будет идти аналогичным порядком. Существенным недостатком указанной схемы освоения является непрерывный рост грузовой работы со скачкообразным снижением ее по окончании оборота рубки.

Для постоянно действующего предприятия следует, в связи с отмеченным, тщательно продумывать порядок освоения сырьевой базы, учитывая конкретные особенности строения лесного массива и требования лесозэксплуатации, активно регулируя размещение насаждений в пространстве согласно выбранной схеме освоения.

Условиям работы постоянно действующего предприятия наиболее полно будут отвечать инвентарные лесовозные дороги с легко переносимым верхним строением. Нужды лесного хозяйства в связи с относительно небольшим объемом транспортной работы, следует удовлетворять путем использования возведенного земляного полотна с проведением простейших мероприятий по улучшению проезжей части.

Представляется весьма важным выяснить, хотя бы в первом приближении, вопрос о соотношении затрат на лесозэксплуатацию при освоении лесного массива предприятием непрерывного действия и предприятием периодического срока действия, а также вопрос о методике выбора наиболее целесообразных типов лесовозных дорог для того и другого предприятия. Решение поставленных вопросов можно получить путем надлежащего анализа себестоимости продукции по фазе лесозэксплуатационного процесса.

Методика учета отдельных видов затрат лесозэксплуатации и распределение их по измерителям в каждом конкретном случае должна отвечать поставленной цели. В данном случае весьма существенно выявить влияние на себестоимость лесозэксплуатации основных факторов лесозосвоения (запас ликвидной древесины в лесном массиве, запас ликвид-

ной древесины на одном гектаре массива) и важнейших измерителей сухопутного лесотранспорта (грузооборот, расстояние вывозки). Ряд видов затрат (расходы на валку леса, обрубку сучьев, погрузку, разгрузку, разделку, складские работы и др.), не связанных или мало связанных с исходными измерителями, при анализе не учитываются.

Хотя на расходы по лесоэксплуатации и выбор типа лесовозной дороги большое влияние оказывают природные (климат, рельеф местности, грунты) и другие условия лесозаготовок, в настоящей работе они явно не выделены.

Ниже составлены уравнения себестоимости лесопroduкции, учитывающие связанные с типом дороги и основными лесоэксплуатационными показателями виды затрат для случая, когда предприятие базируется на одном виде транспорта. Сначала составлено уравнение для предприятия периодического срока действия, а затем для постоянно действующего. Попутно дается анализ полученных уравнений. Так как продукцией лесозаготовительного производства является m^3 вывезенной древесины, уравнения дают затраты в руб. на m^3 .

А. Предприятия периодически действующие (обычного типа).

В соответствии с вышесказанным рассматриваем следующие составляющие себестоимости продукции лесоразработок:

1. Затраты на перевозку древесины (тягу поездов) по магистральным путям, в наиболее обобщенном виде выражающиеся соотношением:

$$A_1 L_{cp} + A_2 \text{ руб./}m^3, *$$

где A_1 — расходы на чистое перемещение, в руб./ $m^3 km$;

A_2 — затраты, вызванные стоянками тягачей на складах, отдельных пунктах и т. п., в руб./ m^3 ;

L_{cp} — среднее расстояние вывозки по сырьевой базе в целом, в км.

2. Амортизационные отчисления от «неподвижных» затрат по строительству магистрали лесовозной дороги составляют

$$\frac{C_m L_m}{M} \text{ руб./}m^3,$$

где C_m — «неподвижные» затраты по строительству одного км магистрали в руб./км;

L_m — длина магистрали в км;

M — запас ликвидной древесины в лесном массиве в m^3 .

«Неподвижные» затраты включают в себя не только расходы на строительство главного пути, но и расходы на постройку линейно-путевых зданий, а для железных дорог — и отдельных пунктов.

3. Амортизационные отчисления от «неподвижных» затрат по строительству веток равны

$$\frac{C_b}{100 V_{га} l_b} \text{ руб./}m^3,$$

где C_b — «неподвижные» затраты по строительству одного км ветки в руб. на км;

$V_{га}$ — запас ликвидной древесины на 1 га, в $m^3/га$;

l_b — расстояние между ветками в км.

* Развернутое выражение этого соотношения см. в статье В. В. Щелкунова. «Улучшить состояние лесовозных дорог». Ж. «Лесная промышленность» № 12, 1956.

4. Расходы на перевозку по усам определяются из выражения

$$d_y l_{cp} = 0,3d_y l_v \text{ руб./м}^3,$$

где d_y — стоимость перевозки 1 м³ древесины по одному км уса, в руб./м³ км;

l_{cp} — среднее расстояние вывозки по усам в км.

С достаточной для наших расчетов точностью можно принять

$$l_{cp} = 0,3l_v.$$

5. Расходы на постройку усов составляют

$$\frac{C_y}{100V_{гау}} \text{ руб./м}^3.$$

где C_y — стоимость строительства 1 км уса («неподвижные» затраты) в руб./км;

$у$ — расстояние между усами в км.

6. Расходы на трелевку древесины

$$d_T l_T \text{ руб./м}^3$$

d_T — стоимость трелевки одного м³ на расстояние 1 км в руб./м³ км;

l_T — среднее расстояние трелевки в км.

7. Затраты на постройку погрузочных площадок, включающие строительство объездных путей и тупиков, равны

$$\frac{C_{пп}}{100V_{гаху}} \text{ руб./м}^3,$$

где $C_{пп}$ — стоимость постройки погрузочной площадки в руб.;

$х$ — расстояние между площадками в км.

8. Расходы на содержание «постоянного» штата предприятия (под постоянным штатом понимается категория работников, имеющаяся в предприятии независимо от годового грузооборота) равны

$$\frac{C_{шт}}{Q_{год}} \text{ руб./м}^3,$$

где $C_{шт}$ — годовые расходы на содержание постоянного штата, в руб. в год;

$Q_{год}$ — годовой грузооборот предприятия в м³ в год.

При уточненном анализе к расходам на содержание штата следует прибавить еще годовые затраты на содержание прицепного состава, необходимого для обеспечения предварительной погрузки и разгрузки (при работе со сменными составами).

9. Расходы на ремонт и содержание пути и амортизацию затрат на «подвижные» части пути

$$\frac{(a + C_p) L_э}{Q_{год}} \text{ руб./м}^3$$

где a — амортизационные отчисления от затрат на «подвижные» части пути в руб. на 1 км в год;

C_p — средняя стоимость содержания и ремонта одного км пути в год;

L_3 — средняя протяженность одновременно эксплуатируемых путей, км.

Строго говоря, часть расходов из a и C_p пропорциональна годовому грузообороту и, следовательно, зависит только от L_3 . Но выделение этой доли затрат для лесовозных дорог в настоящее время весьма затруднено из-за плохой организации учета.

Средняя длина одновременно эксплуатируемых путей в год зависит от размеров массива, порядка его освоения и способа рубки. При последовательном освоении лесного массива и сплошных концентрированных рубках L_3 близка к среднему расстоянию вывозки. При других способах освоения, а также при соблюдении сроков примыкания лесосек L_3 больше среднего расстояния вывозки.

10. Амортизационные отчисления от затрат на строительство жилых, культурно-бытовых и производственных зданий тем меньше, чем больше срок работы дороги. Эти расходы равны

$$\frac{\alpha}{T} = \frac{\alpha Q_{\text{год}}}{M} \text{ руб./м}^3,$$

где α — расходы на строительство жилых, культурно-бытовых и производственных зданий, приходящихся на 1 м³ годового грузооборота в руб.

T — срок действия предприятия, лет.

Общая сумма затрат, учитываемых в данном анализе, окажется равной

$$C = A_1 L_{\text{ср}} + A_2 + \frac{C_m L_m}{M} + \frac{C_b}{100 V_{\text{га}} l_b} + 0,3 d_y l_b + \frac{C_y}{100 V_{\text{га}} y} + d_{\text{т}} t + \frac{C_{\text{пп}}}{100 V_{\text{га}} y x} + \frac{C_{\text{ш}}}{Q_{\text{год}}} + \frac{(a + C_p) L_3}{Q_{\text{год}}} + \frac{\alpha Q_{\text{год}}}{M} \text{ руб./м}^3 \quad (1)$$

Рассматривая полученное уравнение, можно заметить, что некоторые характеристики транспортной сети (l_b , y) и годовой грузооборот влияют на несколько слагаемых уравнения затрат, причем влияние это противоречиво.

Слагаемые, зависящие от расстояния между ветками, будут равны

$$\frac{C_b}{100 V_{\text{га}} l_b} + 0,3 d_y l_b \text{ руб./м}^3.$$

Как известно, при некотором расстоянии между ветками указанная сумма затрат — минимальна. Наивыгоднейшее расстояние между ветками определяется формулой

$$l_{\text{вн}} = \sqrt{\frac{C_b}{30 V_{\text{га}} d_y}} \text{ км.}$$

Если полученное расстояние между ветками подставить вместо l_b , то наименьшие затраты по строительству веток и перевозке по усам окажутся равными

$$0,11 \sqrt{\frac{C_b d_v}{V_{\text{га}}}} \quad (2)$$

Расходы, связанные с размерами лесорубочного участка, представляются суммой $\frac{C_y}{100 V_{га} y} + d_T l_T + \frac{C_{ин}}{100 V_{га} x y}$ руб./м³.

Детальный разбор этого уравнения с определением наивыгоднейших значений y и x впервые был дан С. К. Лебедевым *.

Однако решение оказалось сложным и для данного анализа мало пригодным. Для упрощения задачи положим: $x = \text{Const}$ (при тракторной трелевке практически принимают $x = 0,1 - 0,25$ км и $l = 0,25 (y + x)$). Тогда наивыгоднейшее расстояние между усами равно:

$$y_n = \sqrt{\frac{C_y + \frac{C_{ин}}{x}}{25 V_{га} d_T}} \text{ км},$$

Если вместо y подставить его оптимальное значение, то минимальная сумма расходов, связанных с размерами лесорубочного участка, составит

$$0,1 \sqrt{\frac{\left(C_y + \frac{C_{ин}}{x}\right) d_T}{V_{га}}} \text{ руб./м.} \quad (3)$$

Годовой грузооборот дороги так же оказывает противоречивое влияние на ряд затрат по лесозэксплуатации. Указанные затраты представляются суммой

$$\frac{C_{ш}}{Q_{год}} + \frac{(a + C_p) L_3}{Q_{год}} + \frac{\alpha Q_{год}}{M} \text{ руб./м}^3.$$

При некотором значении годового грузооборота сумма сопряженных с ним расходов окажется минимальной и, следовательно, имеется наивыгоднейшее значение годового грузооборота **, равное

$$Q_{год. н} = \sqrt{\frac{C_{ш} + (a + C_p) L_3}{\alpha}} \cdot M \text{ м}^3 \text{ год}$$

Наименьшая величина затрат, сопряженных с годовым грузооборотом, составит:

$$2 \sqrt{\frac{[C_{ш} + (a + C_p) L_3] \alpha}{M}} \text{ руб./м}^3 \quad (4)$$

При сложившихся к настоящему времени условиях лесоразработок фактические годовые объемы производства лесовозных дорог обычно ниже наивыгоднейших значений годового грузооборота.

Объясняется это следующими важнейшими причинами:

а) плохим состоянием лесовозных дорог, что обуславливает низкие нагрузки на рейс, малые скорости движения, частые задержки в пути и аварии; влияние этого фактора особенно резко сказывается при больших объемах перевозок;

б) примыканием большей части лесовозных дорог к сплавному путям с ограниченной сплавпропускной способностью;

* С. К. Лебедев. Лесорубочный участок, его наивыгоднейшие размеры и расстояние трелевки. Изд. НИС АЛТИ, 1939.

** Этот вывод был сделан С. К. Лебедевым. См. «Сборник Трудов АЛТИ», вып. IV, ч. II, 1937.

в) дополнительными трудностями в организации большого объема лесозаготовок на базе одной дороги при современных сравнительно маломощных трелевочных механизмах;

г) пока еще относительно невысокой комплексной выработкой на списочного рабочего.

Улучшение состояния пути лесовозных дорог, внедрение более современных и мощных трелевочных механизмов, резкое повышение комплексной выработки, как показывает опыт передовых предприятий, позволяет повысить годовые объемы производства и приблизить их к наиболее выгоднейшим.

Если учесть полученные соотношения (2), (3) и (4), то уравнение лесотранспортных расходов будет равно

$$C = A_1 L_{cp} + A_2 + \frac{C_m L_m}{M} + 0,11 \sqrt{\frac{C_b d_y}{V_{га}}} + 0,1 \sqrt{\frac{\left(C_y + \frac{C_{III}}{x}\right) d_r}{V_{га}}} + 2 \sqrt{\frac{[C_{III} + (a + C_p) L_3]^\alpha}{M}} \text{ руб./м}^3 \quad (5)$$

В данном уравнении расходы по лесозэксплуатации выражены через единичные стоимостные показатели и объективные характеристики лесного массива M , $V_{га}$, L_{cp} , L_m .

Этим уравнением и следует пользоваться при обосновании типа лесовозной дороги. Конечно, в действительности значения y , t_b и $Q_{год}$ могут отличаться от наиболее выгоднейших, что приводит к росту расходов по лесозэксплуатации, но уравнение (5) позволяет объективно оценить эффективность того или иного типа лесовозной дороги и исключить возможность какого-либо случайного решения.

Выясним, как влияют на расходы по лесозэксплуатации и выбор типа лесовозной дороги запас лесного массива (M) и запас ликвидной древесины на $га$ ($V_{га}$).

От запаса лесного массива зависят следующие слагаемые в выражении суммы затрат

$$A_1 L_{cp} + \frac{C_m L_m}{M} + 2 \sqrt{\frac{[C_{III} + (a + C_p) L_3]^\alpha}{M}}$$

В первое слагаемое запас массива явно не входит, но среднее расстояние вывозки зависит от запаса массива, возрастая с его увеличением. Во втором слагаемом запас лесного массива входит явным образом, кроме того, длина магистрали зависит от M , также возрастая с его увеличением. Однако длина магистрали изменяется не прямо пропорционально запасу массива из-за наличия транзита и увеличения ширины массива с ростом M . В целом отношение $\frac{L_m}{M}$ уменьшается с увеличением запаса лесного массива. Этот вывод справедлив также и для отношения $\frac{L_3}{M}$.

Для наглядности зависимость основных затрат по лесозэксплуатации от запаса лесного массива представлена на графиках рис. 1 и 2.

На рис. 1, а показана зависимость от запаса массива затрат по собственно вывозке, на рис. 1, б — амортизационных расходов на строительство магистрали, затрат на содержание постоянного штата, ремонт пути и т. п., на рис. 1, в — расходов на сооружение транспортной сети, вывоз-

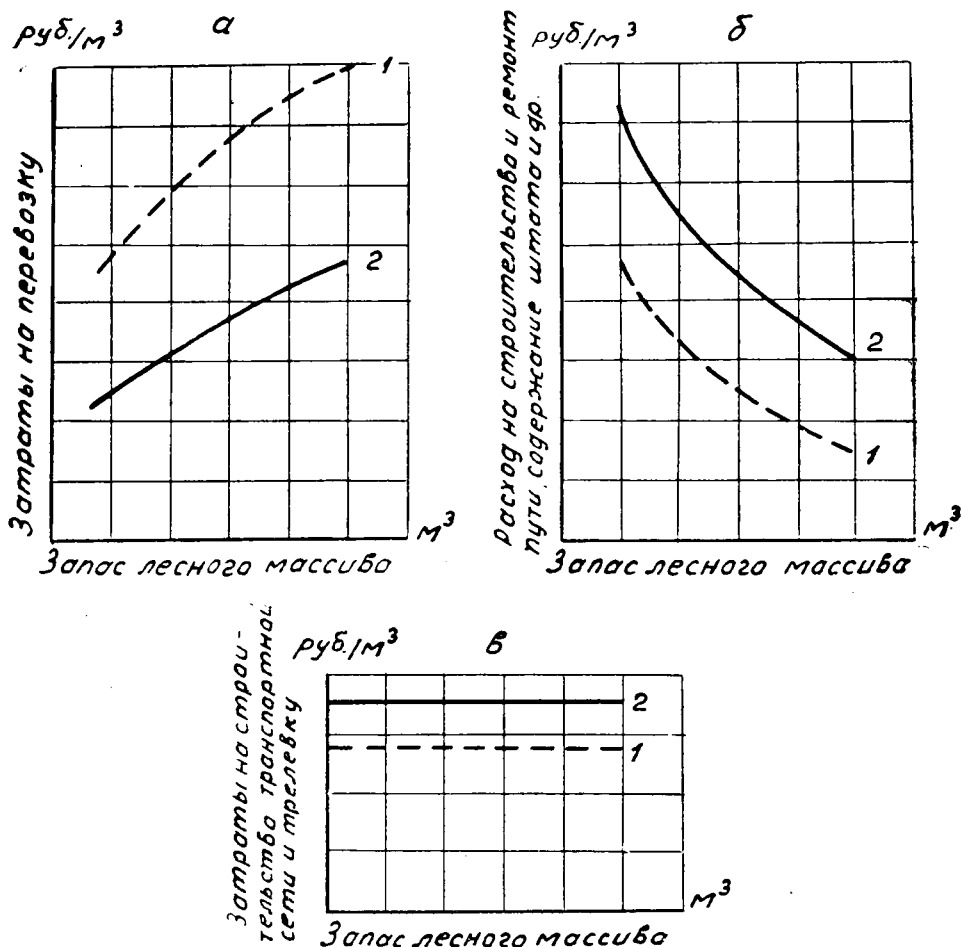


Рис. 1.

ку по усам и трелевку древесины. Рис. 2 иллюстрирует зависимость суммы перечисленных затрат от запаса лесного массива.

На каждом из графиков показаны по две кривые: одна кривая — 1 относится к лесовозной дороге, дешевой в строительстве, но более дорогой в эксплуатации, кривая 2 — к более совершенной лесовозной дороге, требующей больших затрат на строительство, но обеспечивающей меньшую себестоимость собственно перевозок.

Анализ графиков позволяет сделать следующие выводы:

1. Запас лесного массива оказывает противоречивое влияние на лесозаготовительные расходы. Для каждого типа лесовозной дороги в данных природных условиях существует запас лесного массива, при котором сумма сопряженных с ним расходов минимальна. При меньших запасах массива по сравнению с наивы-

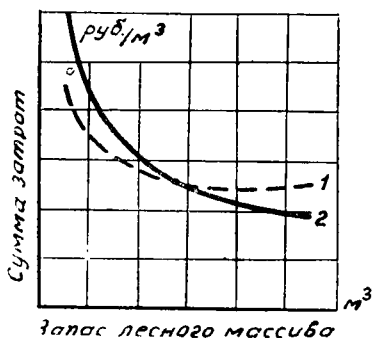


Рис. 2.

годнейшим, суммарные лесозэксплуатационные затраты на 1 м³ древесины больше за счет увеличения расходов на строительство магистрали, содержание постоянного штата, поселковое строительство и др.; при больших запасах массива лесозэксплуатационные расходы больше вследствие увеличения затрат на транспорт леса.

2. Выигрыш в затратах на перевозку леса по улучшенной лесовозной дороге в сравнении с более простой растет с увеличением запаса лесного массива (пропорционально L_{cp}), а проигрыш в затратах на строительство магистрали и поселков, содержание постоянного штата и т. п. снижается (пропорционально \sqrt{M}). Следовательно, при больших запасах лесного массива выгоднее строить более совершенную дорогу.

Как следует из вышеизложенного, запас лесного массива является важнейшим показателем при выборе типа сухопутного транспорта леса.

Анализ влияния запаса ликвидной древесины $V_{га}$ на лесозэксплуатационные расходы приводит к следующим результатам.

1. Большинство видов затрат уменьшается при увеличении запаса древесины на $га$. Расходы на перевозку при увеличении $V_{га}$ снижаются из-за уменьшения среднего расстояния вывозки при одном и том же запасе лесного массива.

Вследствии этого же уменьшаются расходы, сопряженные с L_3 .

Уменьшение затрат на строительство транспортной сети, перевозку по усам и трелевку с увеличением запаса на $га$ усматривается непосредственно из уравнения (5).

2. Так как почти все затраты снижаются с увеличением запаса ликвидной древесины на $га$, то соотношение расходов на лесозэксплуатацию при разных типах лесовозных дорог и данном запасе лесного массива практически не изменяется с изменением $V_{га}$. Следовательно, на выбор типа лесовозной дороги запас ликвидной древесины на одном $га$ не оказывает существенного влияния.

Б. Постоянно действующее предприятие.

Соответствующее уравнение лесозэксплуатационных затрат для предприятия постоянно действия имеет вид:

$$\begin{aligned}
 C = & A_1 L_{cp} + A_2 + 0,11 \sqrt{\frac{C_b d_y}{V_{га}}} + 0,1 \sqrt{\frac{(C_y + \frac{C_{nn}}{x}) d_r}{V_{га}}} + \\
 & + \frac{C_m L_m \beta_1}{Q_{р.л}} + \frac{C_{ш} + (a + C_p) L_3}{Q_{р.л}} + \alpha_3^3 = A_1 L_{cp} + A_2 + 0,11 \sqrt{\frac{C_b d_y}{V_{га}}} + \\
 & + 0,1 \sqrt{\frac{(C_y + \frac{C_{nn}}{x}) d_r}{V_{га}}} + \frac{C_m L_m \beta_1 T_{об}}{M} + \frac{[C_{ш} + (a + C_p) L_3] T_{об}}{M} + \\
 & + \alpha \beta_2 \text{ руб./м}^3.
 \end{aligned} \tag{6}$$

Здесь $Q_{р.л}$ — расчетная лесосека в м³/год;

$T_{об}$ — оборот рубки, лет;

β_1 — процент амортизации «неподвижных» затрат на строительство дороги;

β_2 — процент амортизации «неподвижных» затрат на строительство жилых, культурно-бытовых и производственных зданий.

Сопоставление уравнения (6) с уравнением (5) показывает, что часть расходов по лесозаготовке постоянно действующего предприятия остается такой же как и для предприятия обычного типа. Другая часть, — прежде всего расходы, связанные с годовым грузооборотом, — изменяется. Это изменение идет в сторону увеличения, так как расчетная лесосека обычно значительно меньше наивыгоднейшего годового грузооборота и ниже фактических годовых объемов производства существующих лесозаготовительных предприятий. Отсюда не следует делать вывода о меньшей рентабельности постоянно действующего предприятия. Предприятие этого типа мыслится как комплексное и для оценки его рентабельности надо учитывать деятельность всех цехов.

Организация предприятий с непрерывным производством создаст благоприятные условия для комплексирования лесозаготовок лесобрабатывающими производствами, приведет к резкому повышению использования древесины, обеспечит возможность улучшения культурно-бытовых условий трудящихся и культурно-технического роста их.

Правильное ведение лесного хозяйства в постоянно действующих предприятиях создаст предпосылки для хорошего лесовозобновления вырубаемых площадей наиболее ценными породами, для повышения полноты насаждений, их производительности и качества древостоев, следовательно, обеспечит расширенное воспроизводство продукции лесного хозяйства.

Уменьшения затрат на лесозаготовку постоянно действующего предприятия можно достичь путем снижения оборота рубки. Поэтому важное значение будет иметь использование быстро растущих древесных пород. Отмеченное обстоятельство не означает, что мелкотоварное хозяйство, имеющее меньший оборот рубки, с точки зрения лесозаготовки выгоднее крупнотоварного. В мелкотоварном хозяйстве запас древесины на га всегда ниже, чем в крупнотоварном и лесозаготовочные расходы могут оказаться здесь больше.

Анализ уравнения (6) показывает, что характер влияния запаса древесины на га и запаса лесного массива на расходы по лесозаготовке постоянно действующего предприятия и выбор типа лесовозной дороги в принципе остаются такими же, что и для предприятия обычного типа (периодического действия). Запас лесного массива противоречиво влияет на лесозаготовочные расходы и является решающим показателем при выборе типа дороги.

Увеличение запаса древесины на га приводит к снижению почти всех лесозаготовочных затрат, однако на выбор типа дороги оно влияет мало.

Так как для постоянно действующего предприятия расходы, находящиеся в обратной зависимости от запаса лесного массива, больше, чем для предприятия периодического действия, то, при прочих равных условиях, в постоянно действующем предприятии целесообразно применять более дешевые в строительстве лесовозные дороги.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИВЫГОДНЕЙШЕГО РАССТОЯНИЯ ТРЕЛЕВКИ ЛЕСА АГРЕГАТНЫМИ ЛЕБЕДКАМИ

З. Б. ВАСИЛЬЕВ

Ст. преподаватель

(Сибирский лесотехнический институт)

Определение наивыгоднейшего расстояния трелевки сводится к определению оптимальных размеров лесосеки (лесорубочного участка), то есть площади лесфонда, тяготеющей к одному погрузочному пункту, расположенному в центре участка (рис. 1). При установлении размеров

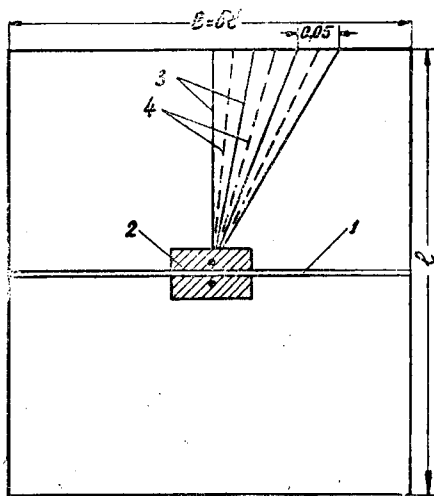


Рис. 1. Схема лесорубочного участка.

1 — ус лесовозной дороги; 2 — погрузочный пункт; 3 — границы пасек (секторов); 4 — пасечные волоки;

лесорубочных участков следует руководствоваться соображениями наименьших затрат труда и денежных средств, расходуемых на освоение 1 м^3 древесины, а не принимать в качестве исходного положения величину возможного радиуса действия лебедок, определяемую длиной грузового троса (около 500 м). Для агрегатной лебедки с реверсивным движением тягового троса затраты по трелевке изменяются пропорцио-

нально расстоянию трелевки, а по устройству погрузочных площадок и усов лесовозной дороги — обратно пропорционально расстояниям между ними.

Общее уравнение переменных денежных затрат можно представить в следующем виде:

$$C = \frac{10 \cdot b}{l \cdot M} + C_2 + \frac{C_n}{100 \cdot M \cdot \delta \cdot l^2}, \quad (1)$$

где b — стоимость переноски, устройства и обслуживания одного погонного метра уса лесовозной дороги в руб.;

C_n — безвозвратные затраты на устройство двухстороннего погрузочного пункта и на монтаж лебедок, мачт, погрузочных средств и трособлочной системы;

M — запас древесины на 1 га площади лесосеченого фонда в m^3 ;

l — длина лесосеки в км;

δ — отношение ширины лесосеки (B) к длине;

C_2 — переменные затраты на трелевку древесины в руб./ m^3 .

По данным предприятий Иркутской области, в зимний период $b = 10$ руб. пог. м, в летний период $b = 15$ руб. пог. м; $C_n = 500$ руб. и $M = 150 m^3/га$.

Для определения переменной C_2 необходимо предварительно определить сменную производительность лебедки. Последняя может быть вычислена по формуле:

$$\Pi_{см} = \frac{T_0 V_{ср} \cdot Q}{2000 \cdot l_{ср} + (t_1 + t_2) V_{ср}} \varphi_1, \quad (2)$$

где T_0 — продолжительность работы лебедки в смену за вычетом времени, затрачиваемого на подготовительно-заключительные операции. (По данным хронометражных наблюдений в зимнее время для лебедки ТЛ-5 $T_0 = 420$ мин; в летний период $T_0 = 450$ мин.);

Q — нагрузка на один трелевочный рейс в m^3 ;

$v_{ср}$ — средняя скорость движения тросов, которая оказалась равной 55 м/мин;

$l_{р1}$ — среднее расстояние в км;

φ — коэффициент, учитывающий потери времени на перенос троса из сектора в сектор;

$t_1 + t_2$ — соответственно время, затрачиваемое при формировании и отцепке пачки, в мин.

На основании обработки материалов хронометражных наблюдений за работой лебедки ТЛ-5 установлено, что при трелевке хлыстов со средним объемом от 0,5 до 1,5 m^3 , время, затрачиваемое на формирование и отцепку пачки выражается следующей зависимостью:

$$t_1 + t_2 = \left(1,6 + \frac{1,4}{V_{хл}}\right) Q, \quad (3)$$

где $V_{хл}$ — средний объем хлыста на лесосеках в m^3 .

Множитель $1,6 + \frac{1,4}{V_{хл}}$ представляет собой удельный расход времени, затрачиваемого на формирование и отцепку пачки в мин/ m^3 . Графическая зависимость его от среднего объема хлыста на лесосеке приведена на графике (рис. 2).

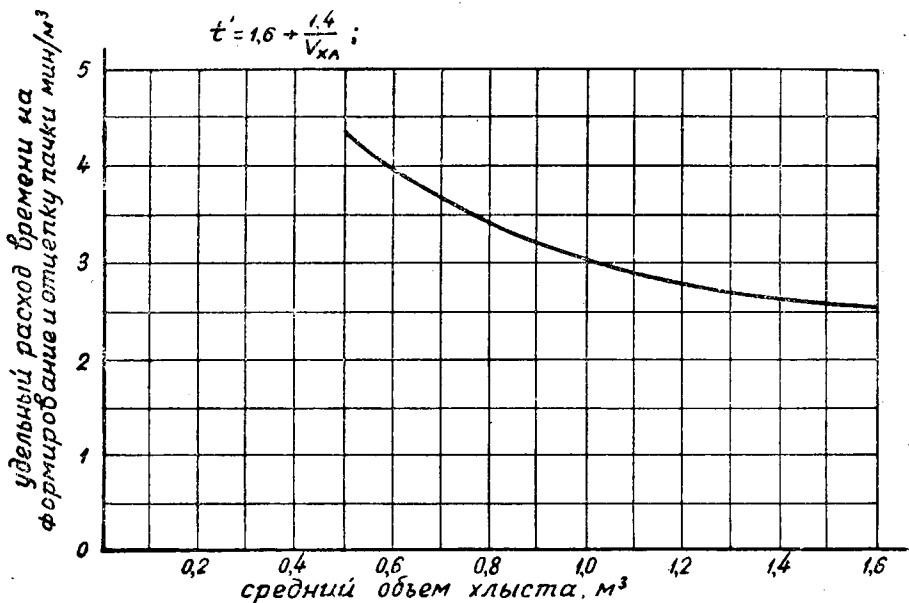


Рис. 2. Зависимость удельного расхода времени на формирование и отцепку пачки от среднего объема хлыста.

Коэффициент φ_1 , учитывающий потери времени на перенос троса из сектора в сектор, зависит от площади сектора, запаса древесины на 1 га и производительности лебедки. Величину этого коэффициента можно определить по следующей формуле:

$$\varphi_1 = \frac{t}{t+k}, \quad (4)$$

где t — число смен работы лебедки при одном положении тягового троса;

k — время (в сменах), затрачиваемое на перестановку тросов и блоков. (По данным наших наблюдений, на один перенос тросов затрачивается в среднем 90 мин, что составляет 0,2 смены).

Продолжительность стоянки агрегата при одном положении тягового троса зависит от расстояния между угловыми блоками на трелемой полосе, которое обычно равно 0,05 км.

Тогда для определения коэффициента φ_1 можно записать следующее выражение:

$$\varphi_1 = \frac{25 \cdot M \cdot l}{25 \cdot M \cdot l + 4 \cdot \Pi_{\text{см}}} \quad (5)$$

Среднее расстояние трелевки выражается известной формулой:

$$l_{\text{ср}} = (0,24 + 0,13 \cdot \delta) \cdot L. \quad (6)$$

После подстановки в выражение (2) численных значений $V_{\text{ср}}$, M и значений $t_1 + t_2$, φ_1 и $l_{\text{ср}}$ по формулам (3), (5) и (6) и последующего преобразования, получаем следующее приведенное квадратное уравнение относительно $\Pi_{\text{см}}$:

$$\Pi_{\text{см}}^2 + 940 \cdot l \cdot \Pi_{\text{см}} - \frac{940 \cdot T_0 \cdot Q \cdot l}{l \cdot (8,7 + 4,7 \cdot \delta) + Q \left(1,6 + \frac{1,4}{\sqrt{V_{\text{хл}}}}\right)} = 0. \quad (7)$$

Положительный корень этого уравнения выражается следующим образом:

$$\Pi_{\text{см}} = 30,6 \cdot \sqrt{\frac{2040 \cdot l^3 + 1100 \cdot l^3 + 235 \cdot l^2 Q \left(1,6 + \frac{1,4}{V_{\text{хл}}}\right) + T_0 \cdot Q \cdot l}{l \cdot (8,7 + 4,7\delta) + Q \left(1,6 + \frac{1,4}{V_{\text{хл}}}\right)} - 470l} \quad (8)$$

Тогда общая стоимость трелевки 1 м³ древесины оказывается равной:

$$C_2 = \frac{C_T}{\Pi_{\text{см}}} = \frac{C_T}{30,6 \sqrt{\frac{2040 \cdot l^3 + 1100 \cdot l^3 + 235 \cdot l^2 \cdot Q \left(1,6 + \frac{1,4}{V_{\text{хл}}}\right) + T_0 \cdot Q \cdot l}{l(8,7 + 4,7\delta) + Q \left(1,6 + \frac{1,4}{V_{\text{хл}}}\right)} - 470 \cdot l}} \quad (9)$$

где C_T — стоимость содержания машиносмены с учетом зарплаты рабочих, занятых на трелевке леса, в руб. ($C_T = 500$ руб.).

Имея в виду (9) выражение (1) записываем в следующем виде:

$$C = \frac{10 \cdot b}{l \cdot M} + \frac{C_T}{30,6 \sqrt{\frac{2040 \cdot l^3 + 1100 \cdot l^3 + 235 \cdot l^2 \cdot Q \left(1,6 + \frac{1,4}{V_{\text{хл}}}\right) + T_0 \cdot Q \cdot l}{l(8,7 + 4,7\delta) + Q \left(1,6 + \frac{1,4}{V_{\text{хл}}}\right)} - 470 \cdot \delta}} + \frac{C_{\text{п}}}{100 \cdot M \cdot \delta \cdot l^2} \quad (10)$$

Находим минимальное значение C , которое определяет оптимальную величину l и δ . Проведенные расчеты показывают, что длина лесосеки в значительной степени зависит от величины и объема пачки Q .

Оптимальные значения длины лесосеки при среднем объеме хлыста, равном 1 м³, в зависимости от объема пачки для $\delta = 1,0$ и $\delta = 0,5$ приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сезон года	Отношение ширины лесосеки к длине δ	Объем пачки Q в м ³					
		3	4	5	6	7	8
Лето ($b = 15$ руб. $T_0 = 450$ мин)	1,0	0,61	0,69	0,75	0,81	0,86	0,91
	0,5	0,84	0,95	1,04	1,12	1,13	1,23
Зима $b = 10$ руб. ($T_0 = 420$ мин)	1,0	0,56	0,63	0,68	0,73	0,78	0,82
	0,5	0,76	0,85	0,93	1,0	1,07	1,21

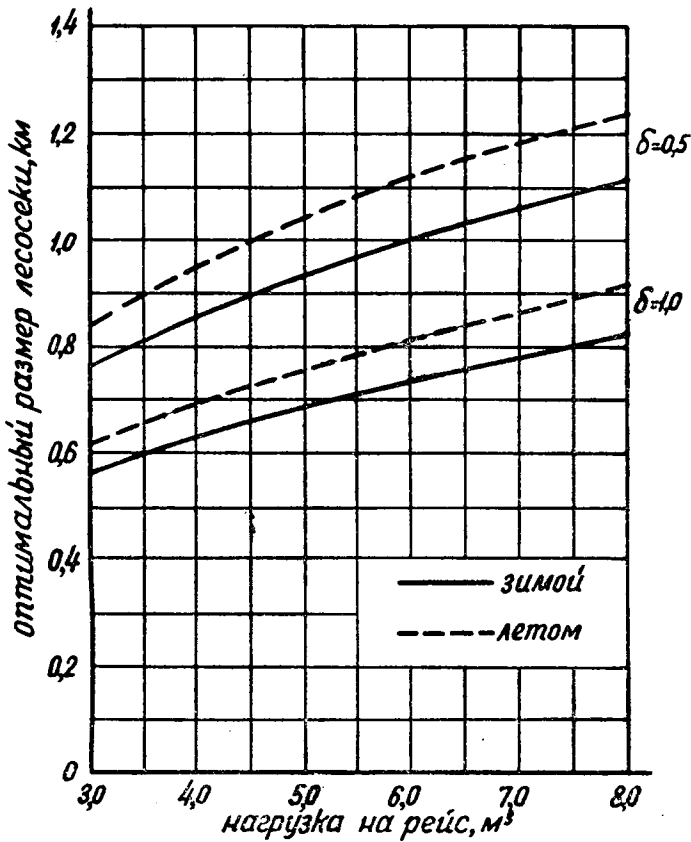


Рис. 3. Зависимость оптимальной длины лесосеки от объема трелюемой древесины.

Объем трелюемой пачки зависит от условий волока, которые в свою очередь зависят от времени года и способа трелевки (хлысты или деревья с кронами), и определяется по формуле:

$$Q = \frac{F \cdot \varphi_2}{f \cdot \gamma}, \quad (11)$$

где F — тяговое усилие на средних витках троса, наматываемого на грузовой барабан лебедки, в кг ($F = 3900$ кг);

f — коэффициент удельного сопротивления движению пачки в кг/т. В условиях лесосеки с сосновыми и лиственничными насаждениями величина его может быть принята: для зимнего периода 500 кг/т при трелевке хлыстов и 700 кг/т — при трелевке деревьев с кронами; для летнего периода 700 кг/т — при трелевке хлыстов с кронами и 900 кг/т — при трелевке деревьев с кронами;

φ_2 — коэффициент использования тягового усилия на перемещение тросов и чокеров ($\varphi_2 = 0,9$);

γ — объемный вес древесины в свежесрубленном состоянии, равный 0,9 т/м³.

По формуле (11) определяем величину объема пачки для каждого отдельного случая, а по графику (рис. 3) находим соответствующее значение оптимальной длины лесосеки ($l_{\text{опт}}$).

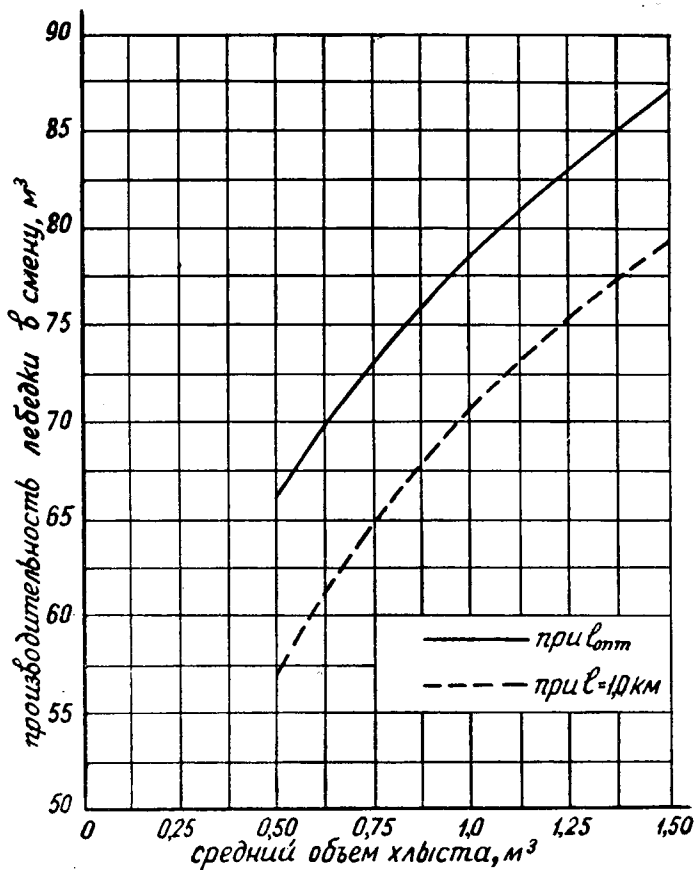


Рис. 4. Зависимость сменной производительности лебедки ТЛ-5 от среднего объема хлыста на лесосеке.

Численные величины оптимальных размеров лесосек и соответствующие им значения среднего наивыгоднейшего расстояния трелевки (при $l = 1,0$ и $V_{хл} = 1 \text{ м}^3$) приведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование показателей	Способы трелевки	
	деревьев с кронами	хлыстов
Оптимальная расчетная длина лесосеки в км:		
зимой	0,70	0,80
летом	0,68	0,78
Оптимальные рекомендуемые размеры лесосек в км	0,70	0,80
Наивыгоднейшее расчетное среднее расстояние трелевки в км:		
зимой	0,260	0,295
летом	0,250	0,290
Оптимальное рекомендуемое наивыгоднейшее среднее расстояние трелевки в км	0,255	0,290

Сравнение сменной производительности и общих затрат на освоение 1 м^3 при оптимальных размерах лесосеки и размерах лесосеки.

Таблица 3

Способ трелевки	Сезон года	Производительность лебедки за смену в м ³		Отношение $\Pi_{см}$ при $l = l_{опт}$ к $\Pi_{см}$ при $l = 1$ км в %	Общие затраты на 1 м ³ от трелевки, устройства усов и погрузочных пунктов (с)		Отношение с при $l_{опт}$ к с при $l = 1$ км в %
		при $l = l_{опт}$	при $l = 1$ км		при $l_{опт}$	при $l = 1$ км	
Деревья с кронами ($l_{опт} = 0,7$ км)	зима	71	71	111,0	7,94	8,07	98,0
	лето	78	67	116,0	8,52	8,81	96,5
Хлысты ($l_{опт} = 0,8$ км)	зима	87	80	109,0	7,10	7,26	98,0
	лето	78	74	106,0	8,15	8,10	100,5

принятых на практике ($1,0 \times 1,0$ км), произведено при $\delta = 1,0$ и $V_{хл} = 1 м^3$. Результаты расчета приведены в табл. 3.

На рис. 4 представлен график, изображающий зависимость производительности лебедки ТЛ-5 за смену от среднего объема хлыста.

Выводы

1. С увеличением объема трелеваемой пачки оптимальные размеры лесосек следует увеличивать. Например, при увеличении объема пачки с 3 м³ до 6 м³ оптимальные размеры лесосек надо увеличить на 30%.

2. При выборе размеров лесосек и соответствующих им средних расстояний трелевки необходимо учитывать способ трелевки. Так, в условиях Иркутской области ($M = 150$ м³/га, $b = 10-15$ руб. пог. м) при трелевке деревьев с кронами оптимальные размеры лесосек на 14% меньше, чем при трелевке хлыстов. Наивыгоднейшее среднее расстояние трелевки деревьев с кронами составляет 255 м, а при трелевке хлыстов — 280 м.

3. Если по условиям рельефа местности невозможно обеспечить при квадратной форме лесосеки оптимальное расстояние между усами $l_{опт} = 0,7 \div 0,8$ км, то в таких случаях, за счет уменьшения расстояния между складками, можно увеличить расстояние между усами. Так, при $\delta = 0,5$ расстояние между усами увеличивается в среднем на 35% по сравнению с тем, что имеет место при $\delta = 1,0$.

4. Когда $l = l_{опт}$, то производительность лебедки в смену при трелевке деревьев с кронами возрастает на 11—16%, а при трелевке хлыстов на 6—9%. Общие затраты на освоение 1 м³ остаются примерно на прежнем уровне.

5. В условиях лесозаготовки в Иркутской области оптимальные размеры лесосек могут быть приняты $0,7 \times 0,7$ км при трелевке деревьев с кронами и $0,8 \times 0,8$ км при трелевке хлыстов.

6. Производительность агрегатной лебедки в значительной степени зависит от среднего объема хлыста на лесосеке. Так, при увеличении среднего объема хлыста с 0,5 м³ до 1,5 м³ сменная производительность лебедки ТЛ-5 возрастает на 30% при трелевке деревьев с кронами в зимний период (рис. 4).

К ВОПРОСУ О ПЕРЕВОЗКАХ ЛЕСА В САМОРАЗГРУЖАЮЩИХСЯ БАРЖАХ

Г. А. МАНУХИН

Кандидат технических наук

М. М. КОЧНЕВ

Инженер

(Архангельский лесотехнический институт)

На некоторых реках (Обь, Иртыш, Енисей, Сухона и др.) транспортировка леса против течения осуществляется в плотах. Наиболее рациональной конструкцией для взводной буксировки является плот типа «Ерш», имеющий наименьшую величину сопротивления движению по сравнению с другими видами плотов. Однако сплотка и формирование плотов этого типа крайне трудоемки и требуют большого количества такелажа. При буксировке, вследствие ударов о берега, некоторая часть древесины и такелажа теряется. Скорость буксировки не превышает $1,5 \text{ км/час}$, поэтому сроки доставки древесины потребителю велики, а оборачиваемость флота низка. Для устранения этих недостатков некоторые пароходства (Нижне-Иртышское, Северное и др.) и сплавные организации начинают заменять взводную буксировку плотов перевозкой леса в баржах. Кроме того, по данным ЦНИИЛесосплава, при перевозках длинномерного и круглого леса в баржах, в условиях озерного режима буксировки, сроки доставки грузов могут быть значительно сокращены (в 3—4 раза), а себестоимость транспортировки леса уменьшится не менее, чем в 1,2 раза*.

Для перевозок леса используются, в основном, два типа лесовозов: трюмные сухогрузные баржи и палубные лесовозы, причем палубные конструкции используются для перевозки длинномерного круглого леса.

Непрерывно увеличивающийся рост перевозок леса в судах выдвигает неотложную задачу механизации процесса погрузочно-разгрузочных работ с тем, чтобы свести к минимуму тяжелый ручной труд, ликвидировать простой судов в местах погрузки и выгрузки и тем самым снизить стоимость перевозок.

Для погрузки леса в баржи используются лебедки, поперечные элеваторы и пловучие краны разных типов.

Разгрузка же круглого леса из барж до настоящего времени слабо

* Перевозки древесины в условиях озерного режима требуют специального изучения вопросов конструкции баржи, способов укладки и крепления перевозимого леса.

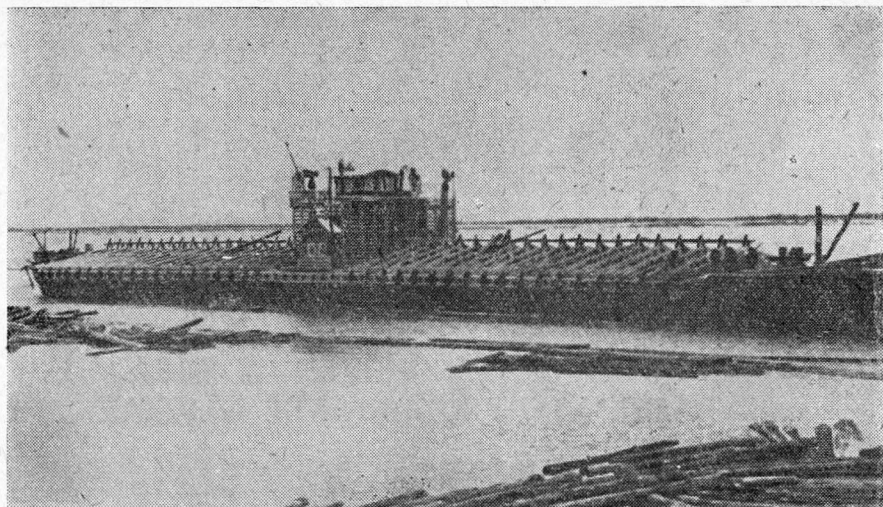


Рис. 1.

механизирована и производится в основном вручную с большими затратами труда и при значительном простое лесовозов. В пунктах потребления или перевалки лес разгружают, в большинстве случаев, в специально отведенные и приспособленные водные участки, в так называемые запаны или лесные рейды. С воды на территории складов лес доставляется различными выгрузочными механизмами. Иногда производится разгрузка барж на бровку берега кранами без специальной укладки (разгрузка в «костры»). Общие затраты на разборку таких «костров» намного превышают стоимость разгрузки барж на воду с последующей выгрузкой леса на берег, поэтому от разгрузки на берег, при массовых перевозках, необходимо отказаться.

За последнее время получила большое распространение идея саморазгрузки барж на воду за счет энергии самого груза, находящегося выше уровня воды.

Нижне-Иртышским речным пароходством для перевозок круглого леса оборудованы и испытаны в эксплуатации лесовозы-самосвалы, грузоподъемностью 1400 т (рис. 1). Для саморазгрузки на палубе таких барж монтируется пять продольных деревянных ферм, на которые укладываются поперечные брусья, образующие скат под углом в 10° к горизонту (рис. 2); расстояние между брусьями 2,4 м. Лесоматериалы грузятся между стойками, нижние концы которых вставлены в башмаки, шарнирно прикрепленные к борту. С помощью тяги башмаки поворачиваются, стойки падают, и лес скатывается в воду. По данным Нижне-Иртышского пароходства * при разгрузке каждой тонны леса получена экономия 5 руб. 77 коп.

Разгрузка барж производится с обоих бортов. В первый момент разгрузки в воду скатывается основная масса бревен, образуя завал вокруг баржи; затем остальным лесом заполняется все молехранилище. Таким образом, после разгрузки баржа оказывается окруженной с обоих бортов плавающими бревнами. При малой глубине и недостаточной ширине акватории, выгруженный в воду лес препятствует выводу разгруженной баржи.

* А. Н. Аляев. Саморазгружающийся лесовоз. Речиздат. 1955.

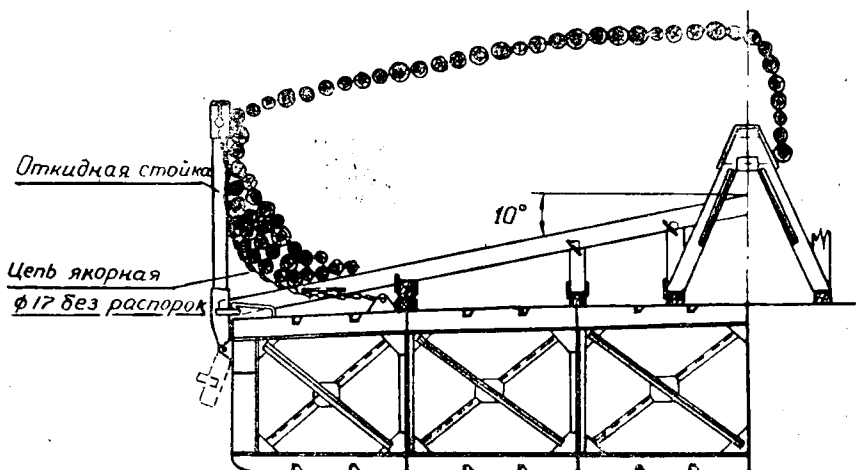


Рис. 2.

Переоборудованные под самосвалы баржи-площадки не могут быть использованы на полную грузоподъемность, так как палубные стеллажи снимают часть полезного объема, а принятая оснастка палубных барж ограничивает использование их для перевозок других видов груза.

Подобного типа баржи испытаны в Северодвинском бассейне на р. Сухоне для перевозки леса против течения.

В навигацию 1956 года перевезено 10 755 *t* длинномерного круглого леса на трех баржах. Всего сделано 25 рейсов. Обработка баржи-самосвала, то есть погрузка и разгрузка, производилась в 2,8 раза быстрее, чем обработка обычной палубной баржи. Экономия за навигацию по данным Управления Северного пароходства составила 13 800 руб. По нашим подсчетам транспортировка леса на р. Сухоне в саморазгружающихся баржах, по сравнению с буксировкой его в плотках типа «Ерш», дает экономию на каждый кубометр перевезенного леса около 15 руб.; при этом скорость буксировки увеличивается в три раза.

Для перевозки леса вдоль западного побережья Канады была построена и испытана саморазгружающаяся баржа-площадка нового типа грузоподъемностью 6000 *t*. Круглый лес укладывался на палубе поперек судна между носовыми и кормовыми упорами в штабеля высотой 9,1 м. Разгрузка леса производилась путем создания крена баржи на один борт, для этого по левому борту устроены балластные цистерны общей емкостью 1925 *m*³. Затопление и опорожнение цистерн производится с помощью насосов.

Инженерами А. А. Введенским, В. А. Павловым, М. М. Кочневым и Г. А. Манухиным для речных перевозок длинномерного круглого леса разработана конструкция палубной баржи-площадки, предусматривающая боковой свал леса с одного борта путем создания крена баржи. Баржи предлагаемой конструкции могут строиться различными по тону и размерам.

Для Северодвинского бассейна, в соответствии с условиями пути и сетки судов Министерства Речного флота РСФСР рекомендуется строить палубные, металлические, саморазгружающиеся лесовозные баржи грузоподъемностью в 1000 и 600 *t* (рис. 2).

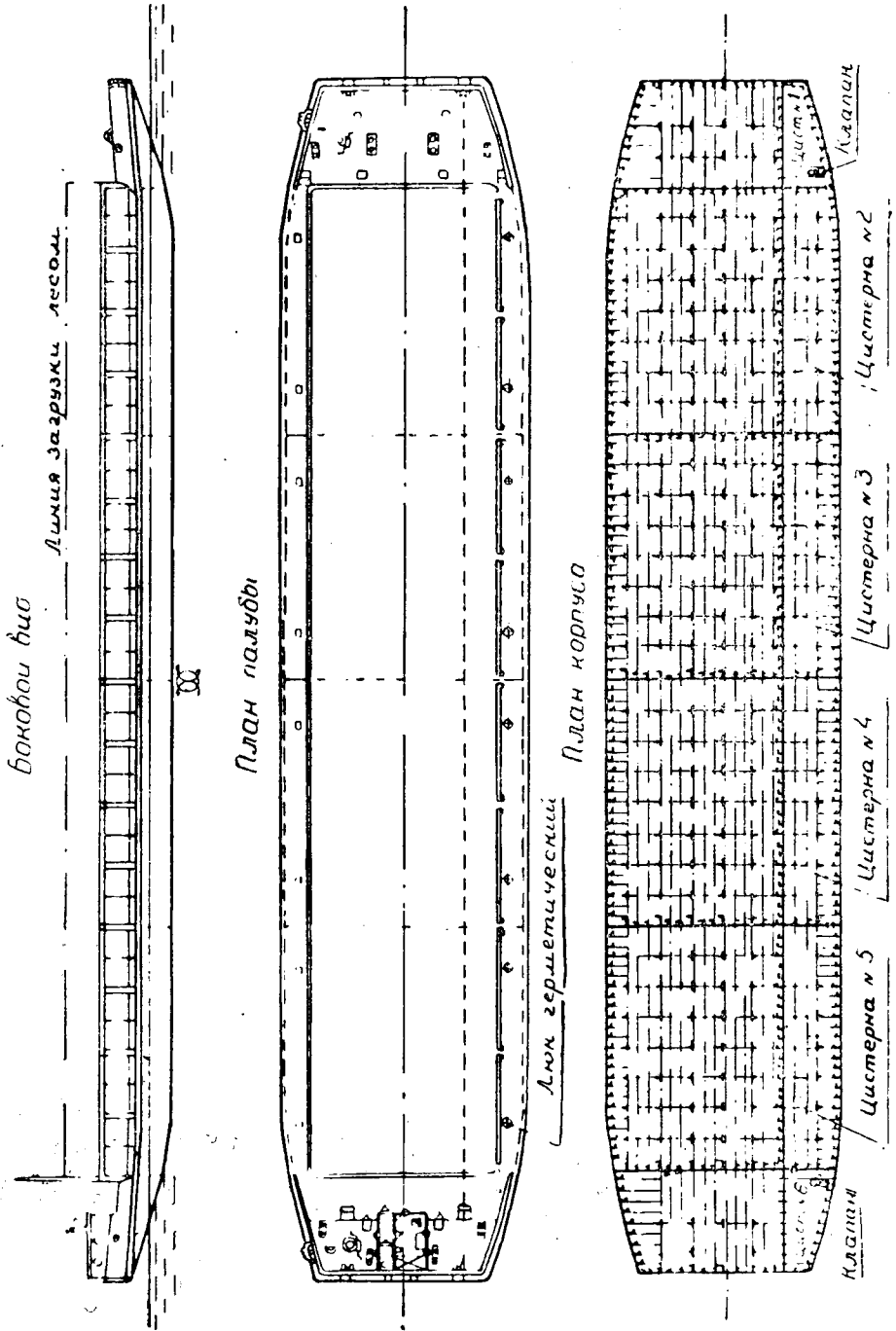


Рис. 3.

Размеры барж следующие:

- а) Баржа грузоподъемностью — 1000 т
 длина — 70 м
 ширина — 12 »
 высота борта — 2,2 »
- б) Баржа грузоподъемностью 600 т
 длина — 55 м
 ширина — 12 »
 высота борта — 2 »

Эти баржи имеют одинаковую ширину и благодаря этому будут компактно составляться в единое целое. Конструкция барж транцевая, с одинаковой формой обводов носовой и кормовой оконечностей. Днище плоское, в носовой и кормовой части заканчивающееся санным образованием. Грузовая палуба баржи поднята над палубным стрингером с правого борта на 300 мм, с левого на 500 мм. Вследствие этого образуется односторонний уклон 1 : 50, соответствующий углу в 1° , который обеспечивает стекание воды с грузовой палубы и лучшие условия ската круглого леса в воду (рис. 4).

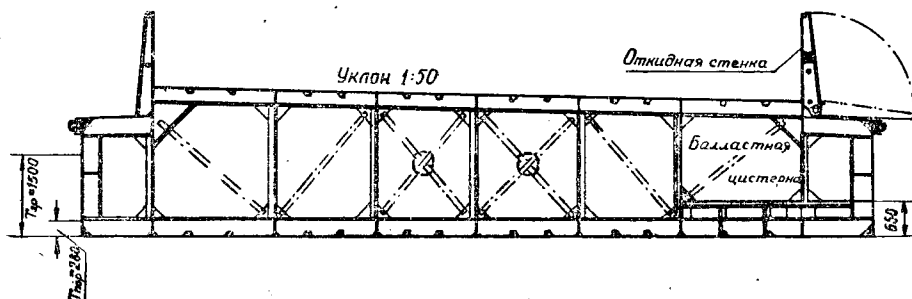


Рис. 4.

Бак и ют подняты над грузовой палубой для обеспечения незатопляемости их при крене. В корме размещена жилая рубка для двух человек.

Электрическое питание для освещения может быть подведено с берега или при вождении толканием — с толкача; в остальных случаях освещение керосиновое. Баржа оборудуется якорными, швартовыми, буксирными устройствами.

Баржа построена по комбинированной системе набора: днище и палуба набраны по продольной системе, а борта по поперечной.

Корпус баржи грузоподъемностью 1000 т разделен пятью поперечными водонепроницаемыми переборками. Вдоль корпуса набрано шесть продольных ферм и одна продольная переборка, образующая продольную стенку кренбалластных отсеков, общей емкостью 325 т. Такая конструкция образует шесть отсеков, расположенных вдоль правого борта. Кренбалластные отсеки соединены между собой в группы по три и делятся на носовые и кормовые. Крайние носовые и кормовые отсеки оборудованы двумя кингстонами. Дно кренбалластных отсеков поднято над днищем баржи на 650 мм и имеет уклон в сторону носа и кормы. Грузовая площадка палубы ограждена металлическими стенками высотой 1,6 м, ребра жесткости стенок расположены с наружной стороны, благодаря чему грузовой бункер ничем не стеснен. Раскрывающаяся стенка правого борта состоит из отдельных щитов, имеющих гидравлический упор. Раскрытие щитов производится с центрального поста управления.

Бревна укладываются краном непосредственно на палубу баржи в штабели высотой до четырех метров.

Для удержания бревен у бортовых стенок устанавливаются вертикальные стойки, укрепляемые в гнездах.

Выгрузка бревен самосвалом в воду производится следующим образом: открываются клапаны кренбалластных отсеков и вода самотеком заполняет их в течение получаса. Заполнение отсеков водой вызывает десятиградусный крен баржи, при котором погруженные бревна давят на щиты стенки правого борта бункера. Под действием давления щиты плавно раскрываются, полностью откидываются, и бревна постепенно сваливаются в воду.

Благодаря равномерному свалу предотвращаются завалы и обеспечивается свободный разнос бревен по молехранилищу. Выгруженный с одного борта лес не мешает выводу разгруженной баржи из молехранилища.

После разгрузки леса осадка баржи уменьшается, клапаны кренбалластных отсеков оказываются выше уровня воды, вода, наполнявшая отсеки, вытекает, и баржа возвращается в первоначальное положение.

Лесовозная саморазгружающаяся баржа рассчитана на остойчивость (начальную и при больших углах крена) для реально возможных случаев нагрузки и в порожнем состоянии. Все случаи нагрузки определены расчетом.

Приводим основные данные транцевой, лесовозной, саморазгружающейся баржи:

Грузоподъемность	1000 т
Размеры:	
теоретическая длина	66,3 м
ширина	12,0 »
высота борта	2,2 »
Осадка (расчетная):	
порожняк	0,28 м
груженная	1,5 »
Водоизмещение:	
порожняк	210 т
груженная	1263 »
Плечо ЦТ по высоте:	
порожняк	1,24 м
груженная	3,4 »
Момент ЦТ по высоте:	
порожняк	260,4 т.м
груженная	4295 »
Поперечный метацентрический радиус:	
порожняк	55 м
груженная	12 »
груженная с заполненными отсеками	26,65 »
Поперечная метацентрическая высота:	
порожняк	53,8 м
груженная	9,77 »
груженная с заполненными отсеками	25,41 »
Кренящий момент на 1° крена:	
порожняк	196 т.м
груженная	215 »
груженная с заполненными отсеками	230,8 »
Вес кренбалласта	300 т
Кренящее плечо кренбалласта	5,7 м
Кренящий момент кренбалласта	1710 т.м
Расчетный угол крена порожней баржи, с заполненными кренбалластными цистернами	7,4°

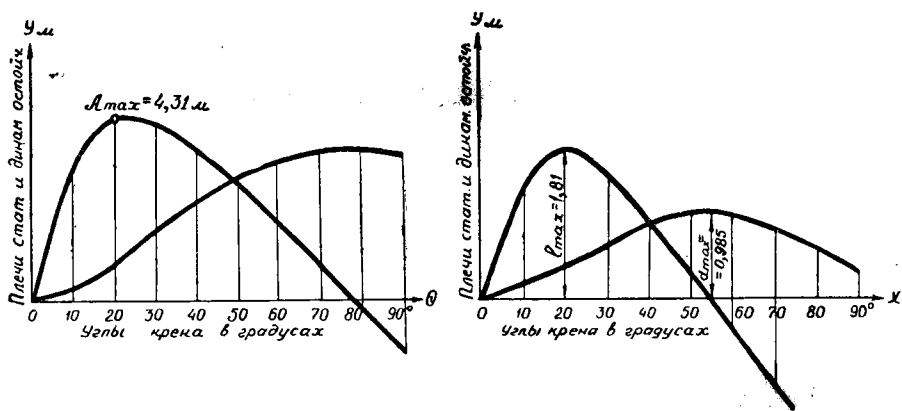


Рис. 5.

По результатам расчета составлена диаграмма статистической и динамической устойчивости баржи (рис. 5).

Испытание модели саморазгружающейся баржи в опытном бассейне АЛТИ

Для испытания была изготовлена модель саморазгружающейся баржи в масштабе 1 : 40. Каркас модели выполнен из сосновых брусков; обшивка днища и палубы — фанерованные. Модель окрашена масляной краской.

Цель испытания: 1) Определить наиболее рациональный способ укладки для перевозки на саморазгружающихся баржах и 2) проверить результаты расчета на остойчивость баржи.

При перевозках круглого леса на палубных лесовозах применяют три способа укладки: клеточный, бесклеточный и смешанный. Первый из них в настоящее время наиболее распространен. При этом способе круглый лес укладывается на палубе отдельными рядами во взаимно перпендикулярных направлениях. Погруженный таким образом лес имеет вид отдельных клеток.

При бесклеточном способе в носовой и кормовой оконечностях судна выкладывается по одной клетке, а пространство между ними заполняется бревнами, укладываемыми поперек палубы.

При смешанном способе на судне выкладываются три клетки и между ними через каждые три-четыре ряда укладывают один продольный ряд. Как показали опыты с моделью баржи, ни один из описываемых способов укладки не может быть применим для перевозок круглого леса, так как при разгрузке не происходит полного скатывания бревен в воду, а скатившиеся бревна часто образуют «костры», затрудняющие выгрузку леса из воды на берег. Поэтому авторы настоящей статьи предложили два способа укладки при перевозке леса в саморазгружающихся баржах: 1) смешанный, при котором на высоту бортовых щитов бревна укладываются вдоль судна рядами, без прокладок; выше щитов лес укладывается рядами, без прокладок, поперек судна с наклоном внутрь баржи и 2) продольный, при котором лес укладывается вдоль баржи рядами, без прокладки с установкой стоек из тонкомерного леса в гнезда около стенки бункера. При раскрытых бортах стойки сваливаются вместе с лесом в воду.

Опыты показали, что при свале в воду бревен, уложенных первым

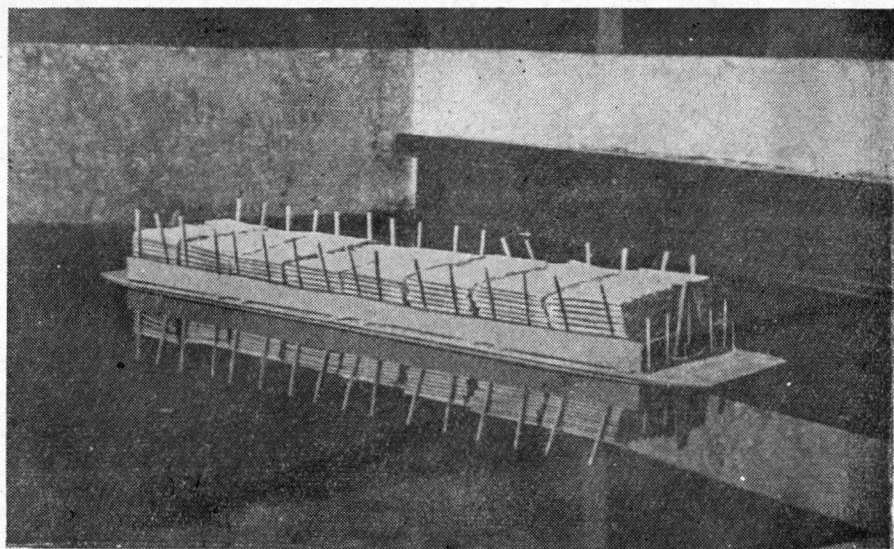


Рис. 6а.

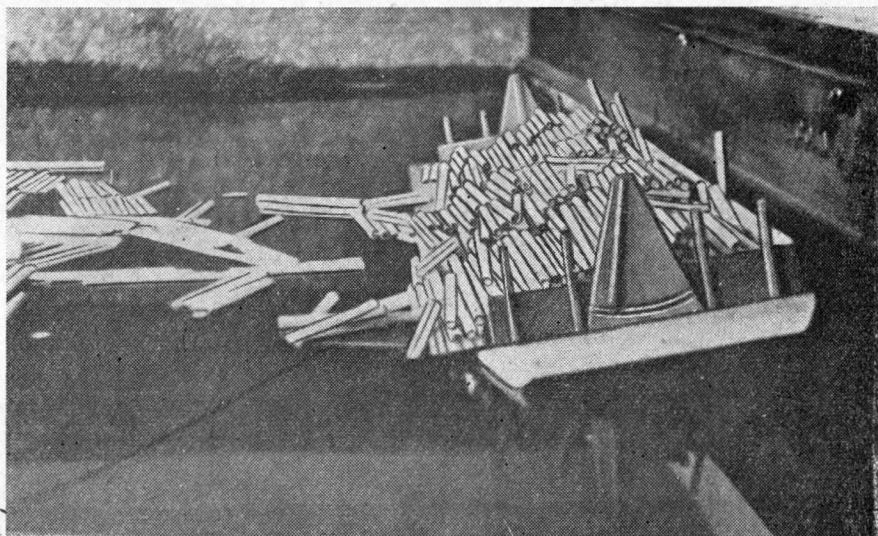


Рис. 6б.

способом, образуются «костры», а при малых глубинах молехранилища (2—2,5 м) — завалы леса. При втором способе укладки лес сваливается в воду равномерно и уносится течением воды (рис. 6а, 6б, 6в). Поэтому для перевозки леса в саморазгружающихся баржах можно рекомендовать продольный способ укладки бревен.

Для проверки расчетов на остойчивость было произведено кренование модели порожней и груженой баржи.

На высоте расположения кренбалластных отсеков к борту модели была подвешена штанга из трубы, заполненной свинцовыми чушками. Вес штанги 7,5 кг. Кренящее плечо 195 мм. Кренящий момент 1462,5 кг/мм, что соответствует натурному кренящему моменту 2340 тм.

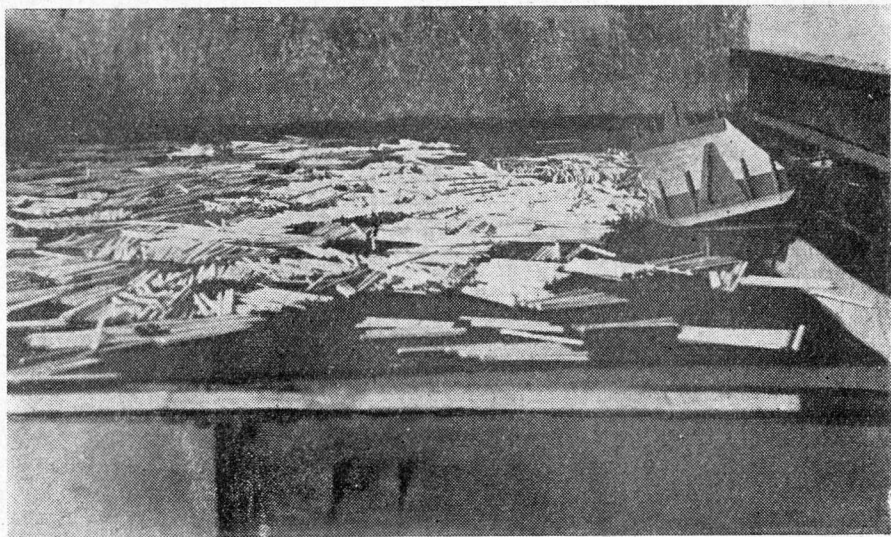


Рис. 6в.

В порожнем состоянии с кренящим моментом $1462,5 \text{ кг/мм}$ модель имела угол крена 12° . В равных условиях для натурального кренящего момента 2340 тм расчетный угол крена равен $10^\circ 12'$.

При испытании грузовой модели с заполненными кренбалластными отсеками от момента открытия бортовой стенки и до окончания свала леса угол крена модели уменьшается с 20° до 12° .

Опыты на рыскливость показывают, что баржа хорошо держится на заданном курсе, поэтому есть основания утверждать, что предлагаемая конструкция баржи удобнее, чем применяемая в настоящее время для баржи-площадки ложкаобразная форма.

Необходимость в регулировке заполнения кренбалластных отсеков отпадает, так как баржа при модельных испытаниях показала достаточную остойчивость. Безопасно одновременное заполнение как носовой группы отсеков, так и кормовой через клапаны в подводной части борта. В целях осушения отсеков днище их необходимо выполнить с уклоном к сточным трубам, грузовой палубе придать односторонний уклон $1 : 50$ в сторону правого борта, с тем чтобы свал леса, при крене баржи, происходил более равномерно и в более короткое время. После свала леса средняя осадка баржи уменьшается до 46 см , при этом часть воды к моменту полной ее разгрузки вытечет, вследствие уменьшения осадки. По мере вытекания воды из кренбалластных отсеков уменьшится средняя осадка и угол крена до полного возвращения баржи в первоначальное прямое положение.

Модельные испытания подтвердили проектные расчеты и позволили определить способ укладки бревен на саморазгружающихся баржах.

* * *

Одновременно с предложением авторов поступило предложение шкипера Иртышского пароходства Луковицкого. Он рекомендует саморазгружающуюся лесовозную баржу специальной конструкции с кренбалластными цистернами. Предложение Луковицкого было принято, и ЦКБ Министрства речного флота РСФСР разработало конструкцию саморазгру-

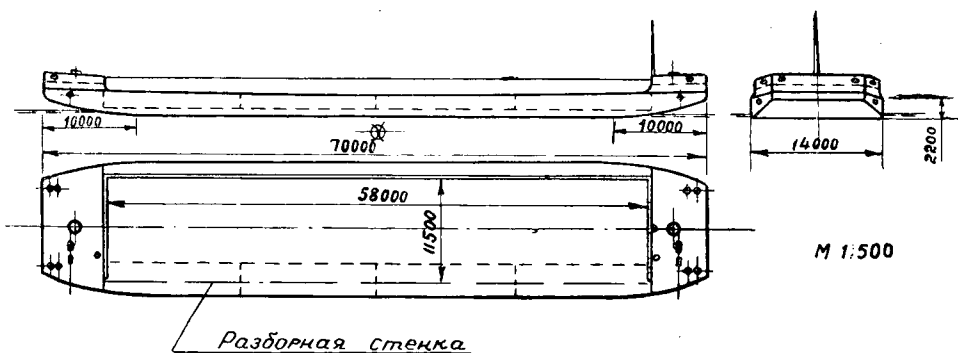


Рис. 7. Общий вид открытой палубной металлической баржи с крен-балластными цистернами.

жающейся баржи, учтя и предложения авторов; одновременно рекомендована поперечная укладка леса на баржу.

Один опытный экземпляр баржи изготовлен и испытан в период навигации 1957 года. Испытания дали положительные результаты.

Как мы уже указали выше, испытания способов укладки леса на модели баржи в опытном бассейне АЛТИ показали, что укладка леса поперек баржи при свалке леса в воду влечет за собой образование «костров» (особенно тогда, когда глубины на рейдах малы) и деформацию борта баржи вследствие ударов торцов бревен. Имея в виду эти обстоятельства, следует принять продольный способ укладки леса. При укладке леса вдоль баржи конструкция баржи самосвала Луковицкого должна быть коренным образом изменена.

Кроме этого, учитывая, что обычно буксировка барж производится с чалом «в пыж», авторы считают целесообразным буксировать спаренные саморазгружающиеся баржи с продольной укладкой леса в них.

При этом способе конструкция палубного ящика может быть изменена и для перевозок круглого леса могут быть приспособлены обычные баржи-углярки, на которых, в отличие от существующей конструкции, палубный ящик над кренбалластными цистернами ограждается разборной стенкой, состоящей из щитов длиной 3,5 м и высотой 1,5 м (рис. 7).

При перевозках угля, камня, песка и других сыпучих грузов разборная щитовая стенка находится на месте. Перед подготовкой баржи для погрузки и перевозки круглого леса щитовая стенка разбирается и устанавливается рядом со стенкой противоположного борта; при этом щиты служат в качестве опорной стенки для леса, укладываемого вдоль баржи. Крепление щитов к стенке осуществляется с помощью захватных винтовых приспособлений. Так же готовится к приему леса и вторая баржа. После этого обе баржи ставятся борт к борту, прочно швартуются одна с другой цепями, пропущенными через бортовые клюзы, и затягиваются якорными лебедками. Крепление барж производится в носу и корме двумя бортовыми цепями. Цепи стопорятся винтовым стопором якорного типа.

Сформированные таким образом баржи подводятся на рейд под погрузку. Первоначально поперек палубы через 1,5—2,0 м укладываются лежни из бревен с разгоном торцов, концы лежней должны на 0,5—1,0 м перекрывать паз между бортами. Для заполнения погнившей палубы под лежни укладывают вдоль борта продольные бревна.

На лежни продольно укладывается круглый вес на высоту 3,5 м у внешних бортов. Высота укладки несколько снижается у спаренных бортов (рис. 8), чтобы ликвидировать крен в груженом состоянии, в целях

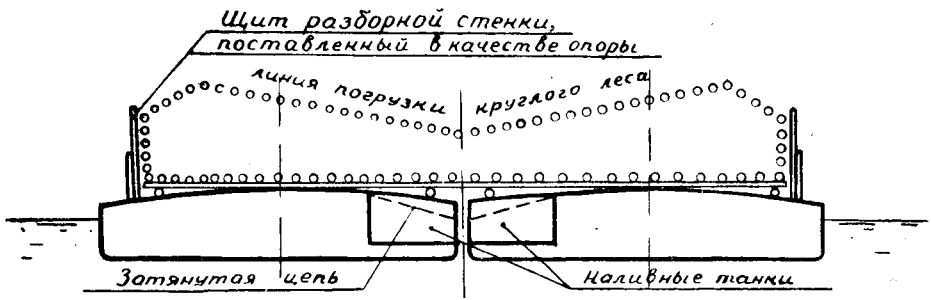


Рис. 8.

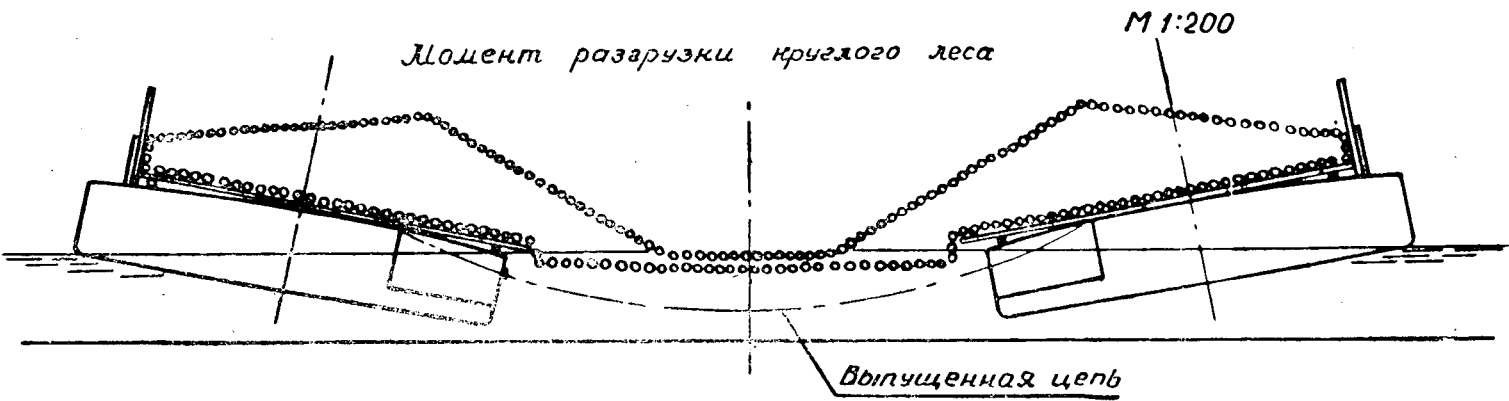


Рис. 9.

равновесия барж. При рекомендуемом способе укладки обеспечен проход вокруг спаренных барж по палубе, что невозможно сделать на барже конструкции Луковицкого.

Перед разгрузкой на рейде баржи расшвартовываются. После этого открываются кингстоны балластных цистерн, баржи получают крен и лес сваливается в пространство между ними и направляется в запань (рис. 9). Необходимое пространство между баржами образуется распором леса. Как показывают опыты над моделями барж, для разгрузки двух тысячетонных барж в речных условиях, при минимальной скорости течения реки $0,4$ м/сек, ширина просвета между баржами лежит в пределах 25 м. Разгруженные баржи при помощи якорных лебедок подтягиваются друг к другу и швартуются способом, описанным выше.

В условиях небольшой ширины судового хода для перевозки леса могут быть применены шестисоттонные баржи, оборудованные для погрузки и разгрузки указанным выше способом.

Таким образом, для перевозки круглого леса в условиях равнинных рек, имеющих малые глубины, может быть рекомендована описанная выше саморазгружающаяся баржа, баржа Луковицкого, переконструированная для продольной укладки леса, или переоборудованные баржи-углярки.

Для выявления конструктивных и эксплуатационных качеств предлагаемой саморазгружающейся баржи и барж-углярки и способа их буксировки в навигацию 1958 года будут проведены натурные испытания в бассейне р. Б. Сев. Двины.

Поступила в редакцию
14 мая 1958 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СБЕГА БРЕВЕН
НА ОБЪЕМНЫЙ ВЫХОД ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Н. А. БАТИН

Доцент, кандидат технических наук

(Белорусский лесотехнический институт)

Коэффициент сбега бревен k , то есть отношение комлевого диаметра (D) к вершинному диаметру (d) оказывает существенное влияние на объемный выход пиломатериалов. В ряде работ указывается на изменение полезного выхода в зависимости от длины распиливаемых бревен, поскольку с изменением длины бревна будет меняться и его коэффициент сбега [1], [2], [3].

Следует отметить, что объем бревен определяется по таблицам ГОСТ 2708-44, составленным для средних значений коэффициента сбега, поэтому действительный объем бревен при повышенном сбеге будет больше табличного (то есть учетного), а при пониженном сбеге — меньше. Это послужило основанием для выводов, которые широко распространены в литературе и практике, что с увеличением сбега увеличивается и процент полезного выхода пиломатериалов. Такой вывод не отражает действительного влияния коэффициента сбега на процент полезного выхода пиломатериалов и не способствует правильному решению вопросов наивыгоднейшего раскроя сырья. Следовательно, выяснение характера и величины изменения объемного выхода пиломатериалов в зависимости от отношения $\frac{D}{d}$ имеет большое практическое значение.

В настоящей работе мы попытались исследовать этот вопрос и сделать соответствующие выводы.

Полагаем, что бревно распиливается при безопилочном делении на длинномерные, обрзные доски бесконечно малой толщины.

Суммарный объем всех таких досок, получаемых из данного бревна, назовем приведенным объемом этого бревна. Тогда приведенный объем бревна цилиндрической формы (не имеющего сбега) равен действительному объему бревна. А приведенный объем бревна, имеющего сбег и распиливаемого вразвал, определится по формуле:

$$Q_p = 4FL,$$

где L — длина бревна;

F — площадь торцевого сечения (OAa_1a_2N на рис. 1).

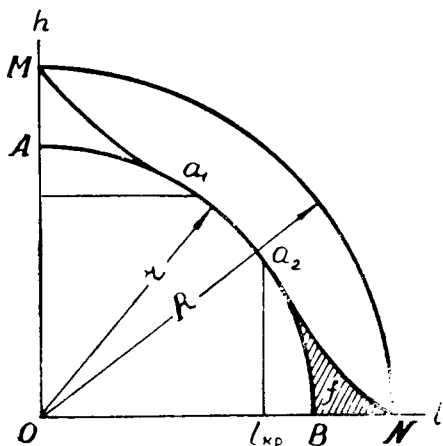


Рис. 1.

Если принять, что форма бревна близка к форме усеченного парабоида вращения, и исходить из теории раскря необрезных досок на длиномерные обрезные доски наибольшего объема, то уравнение кривой Aa_1a_2B запишется в виде $h = \sqrt{r^2 - l^2}$, а уравнение кривой a_2N может быть описано выражением:

$$h = \frac{0,385}{R^2 - r^2} \cdot [\sqrt{R^2 - l^2}]^3,$$

(смысл обозначений, употребляемых в формулах, становится очевидным при рассмотрении рис. 1).

Площадь торцевого сечения определится по формуле:

$$F = \frac{\pi r^2}{4} + f,$$

где f — площадь криволинейного треугольника Ba_2N .

Подставляя значение F в формулу (1) имеем:

$$Q_p = \pi r^2 L + 4fL. \quad (2)$$

Как явствует из формулы (2), Q_p складывается из двух величин: $\pi r^2 L$ и $4fL$, одна из которых ($\pi r^2 L$) есть объем цилиндра, диаметр которого соответствует вершинному диаметру бревна, а вторая ($4fL$) — приведенный объем, дополнительно полученный за счет раскря зоны сбega при распиловке бревен вразвал.

Для нахождения Q_p по формуле (2) необходимо вычислить величину площади криволинейного треугольника Ba_2N . Имея в виду уравнения кривых a_2B и a_2N определим эту площадь, производя интегрирование при соответствующих пределах:

$$f = \frac{0,385}{R^2 - r^2} \cdot \int_{l_{кр}}^R [\sqrt{R^2 - l^2}]^3 dl - \int_{l_{кр}}^r \sqrt{r^2 - l^2} dl.$$

Откуда

$$4f = \frac{1}{2} \cdot \frac{0,385}{R^2 - r^2} \left[\frac{3\pi}{2} R^4 - l_{кр} (5R^2 - 2l_{кр}^2) \sqrt{R^2 - l_{кр}^2} - 3R \arcsin \frac{l_{кр}}{R} \right] - 2 \left[\frac{\pi}{2} r^2 - l_{кр} \sqrt{r^2 - l_{кр}^2} - r^2 \arcsin \frac{l_{кр}}{r} \right], \quad (3)$$

где $l_{кр}$ — наибольшее (критическое) расстояние от центра торца бревна до внешней пласти досок, не подлежащих укорачиванию, то есть

$$l_{кр} = \sqrt{1,5r^2 - 0,5R^2}.$$

Значения величины $\frac{4f}{r^2}$, подсчитанные по формуле (3) даются в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

$\frac{D}{d}$	$\frac{4f}{r^2}$	γ_d в %	γ_p в %	$\gamma_{бр}$ в %	φ_p в %	$\varphi_{бр}$ в %
1,0	0,0000	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1,1	0,0357	105,0	101,0	102,0	91,5	92,3
1,2	0,1061	122,0	103,3	106,6	84,8	87,4
1,3	0,2042	134,5	106,5	113,0	79,2	84,0
1,4	0,3281	148,0	110,4	120,8	74,6	81,5

При распиловке бревен с брусковой указанная величина приведенного объема, как это видно из рис. 1, удвоится и будет равна

$$Q_{бр} = \pi r^2 L + 8fL. \quad (4)$$

Из этого следует, что распиловка с брусковой бревен со сбегом дает больший объемный выход, чем при распиловке их вразвал.

Исходя из понятия и определения приведенного объема бревна, практически можно принять, что при всех прочих равных условиях, выход пиломатериалов из бревна, отнесенный к его приведенному объему, будет одинаков.

Следовательно, с увеличением отношения

$$\varphi = \frac{Q_{пр}}{Q_d} \quad (5)$$

увеличится и выход пиломатериалов, отнесенный к действительному объему бревна.

В формуле (5) $Q_{пр}$ — приведенный объем бревна, Q_d — действительный объем бревна.

Теперь нетрудно выявить и влияние коэффициента сбега бревна

($= \frac{D}{d}$) на полезный выход пиломатериалов, а именно:

1. Действительный объем бревна, форма которого отождествляется с формулой усеченного параболоида вращения, определяется по формуле:

$$Q_d = \pi \cdot \frac{R^2 + r^2}{2} \cdot L. \quad (6)$$

Отметим, что и действительный объем бревна в свою очередь состоит из двух частей, то есть

$$Q_d = Q_{ц} + Q_{сб},$$

где $Q_{ц} = \pi r^2 L$ — объем цилиндрической части бревна;

$Q_{сб} = \pi \cdot \frac{R^2 - r^2}{2} \cdot L$ — объем зоны сбега бревна.

При этом объем цилиндрической части бревна в процентах от всего действительного объема бревна составит:

$$A_{ц} = \frac{Q_{ц}}{Q_d} \cdot 100 = \frac{200}{k^2 + 1} \%, \quad (7)$$

а объем зоны сбega в процентах от всего действительного объема бревна будет равен

$$A_{сб} = 100 - A_{ц} = 100 \cdot \frac{k^2 - 1}{k^2 + 2} \% . \quad (8)$$

2. Приведенный объем бревен, распиливаемых вразвал (Q_p), определяется по формуле (2), а распиливаемых с брусковкой ($Q_{бр}$) — по формуле (4).

Значение φ , определяемое формулой (5), будет равно:

а) При распиловке бревен вразвал:

$$\varphi_p = \frac{Q_p}{Q_d} \cdot 100 = 2 \cdot \frac{\pi r^2 + 4f}{\pi r^2 + R^2} \cdot 100 \% , \quad (9)$$

б) При распиловке бревен с брусковкой:

$$\varphi_{бр} = \frac{Q_{бр}}{Q_d} \cdot 100 = 2 \cdot \frac{\pi r^2 + 8f}{\pi(r^2 + R^2)} \cdot 100 \% \quad (10)$$

3. Если принять объем цилиндра ($\pi r^2 L$) за 100%, то относительное изменение величин Q_d , Q_p , $Q_{бр}$ определится выражениями:

$$\gamma_d = \frac{Q_d}{\pi r^2 L} \cdot 100 \% , \quad (11)$$

$$\gamma_p = \frac{Q_p}{\pi r^2 L} \cdot 100 \% , \quad (12)$$

$$\gamma_{бр} = \frac{Q_{бр}}{\pi r^2 L} \cdot 100 \% . \quad (13)$$

Все вышеуказанные величины вычислены и их значения даны в табл. 1.

Для того, чтобы иметь лучшее представление о характере изменения γ и φ в зависимости от $\frac{D}{d}$, по формулам (9), (10), (11), (12), (13) построены графики, представленные на рис. 2. Кривая 1 построена по формуле (11), кривая 2 — по формуле (13), кривая 3 — по формуле (12), кривая 4 — по формуле (10), кривая 5 — по формуле (9).

Данные, приводимые в табл. 1, и график (рис. 2) позволяют сделать следующие выводы:

1. С увеличением коэффициента сбega $\left(\frac{D}{d}\right)$ увеличивается как действительный объем бревна, так и приведенный. Однако увеличение действительного объема бревна идет более интенсивно, чем приведенного.

Следовательно значение φ , а соответственно и объемный выход пиломатериалов при распиловке бревен на длинномерные обрезные доски с увеличением коэффициента сбega будет резко уменьшаться. Так, например, объемный выход пиломатериалов из бревен, имеющих коэффициент сбega $k = 1,1; 1,2; 1,3; 1,4$; и распиливаемых вразвал, будет составлять соответственно 91,5%, 84,8%, 79,2%, 74,6% от выхода пиломатериалов из цилиндрических бревен. Правильность закономерности изменения выходов, описываемая кривыми 4 и 5 графика (рис. 2) подтверждается и опытными распиловками, проведенными летом 1956 года на Борисовском лесокombинате.

2. При распиловке бревен с брусковкой обеспечивается лучшее использование зоны сбega бревна, чем при разделке с развалом, и за счет

этого увеличивается приведенный объем бревна, а следовательно, и полезный выход пиломатериалов. Относительное увеличение процента полезного выхода при распиловке бревен с брусковкой в зависимости от коэффициента сбега бревна, в сравнении с распиловкой вразвал, показывает график на рис. 3. (Выход при распиловке бревен вразвал принят за 100%, то есть график на рис. 3 построен нами по формуле $\eta = \frac{Q_{бр}}{Q_p} \cdot 100\%$). Этот график наглядно показывает, что эффективность брусковки возрастает с увеличением отношения $\frac{D}{d}$. При отношении $\frac{D}{d} = 1$ объемный выход при распиловке бревен вразвал и при раскрое с брусковкой теоретически одинаков.

Необходимо отметить, что распиловка бревен с брусковкой, как следует из рис. 1 и настоящих выводов, будет давать больший выход в сравнении с раскроем вразвал за счет использования зоны сбега бревна, если полная ширина постава будет больше $2l_{кр}$.

3. С увеличением коэффициента сбега процент объема цилиндрической кубатуры от всего действительного объема бревна уменьшается, а процент объема зоны сбега увеличивается. Это наглядно показывают подсчитанные по формулам (7) и (8) и приведенные в табл. 2 значения $A_{ц}$ и $A_{сб}$.

4. При распиловке бревен, не имеющих сбега, приведенный объем равен объему распиливаемого бревна, то есть для данного случая приведенный объем составляет от действительного 100%.

При распиловке сбежистых бревен приведенный объем меньше действительного объема распиливаемого бревна и больше объема вписанного цилиндра, диаметр которого равняется вершинному диаметру бревна. Увеличение приведенного объема по сравнению с объемом цилиндра,

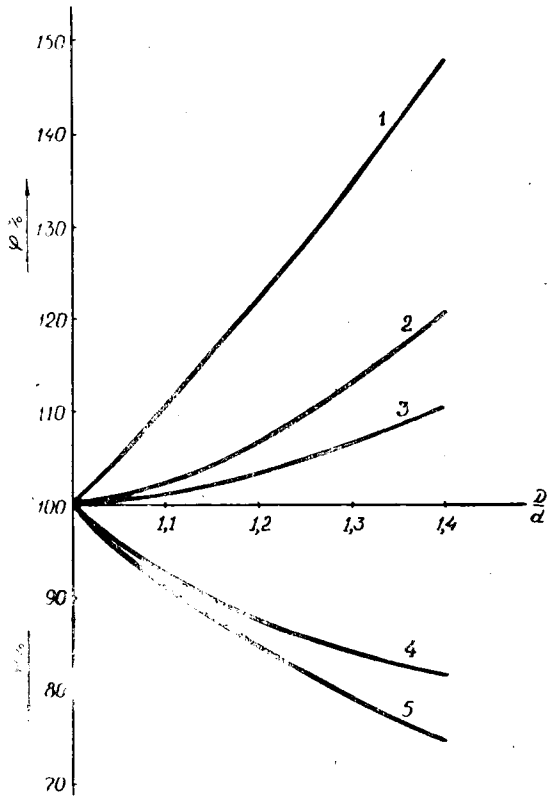


Рис. 2.

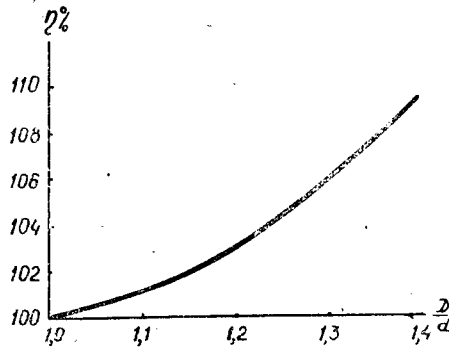


Рис. 3.

Таблица 2

$k = \frac{D}{d}$	1,1	1,2	1,3	1,4
$A_{ц}$ в %	90,5	82,0	74,4	67,6
$A_{сб}$ в %	9,5	18,0	25,6	32,4

как это было указано выше, происходит за счет использования зоны сбега.

Зная эти величины, можно определить выход приведенного объема из зоны сбега, то есть

$$\gamma_{сб} = \frac{Q_{пр} - Q_{ц}}{Q_{сб}} 100\%,$$

где $\gamma_{сб}$ — выход приведенного объема из зоны сбега;
 $Q_{пр}$ — приведенный объем распиливаемого бревна;
 $Q_{ц}$ — объем вписанного цилиндра (цилиндрическая кубатура);
 $Q_{сб}$ — объем зоны сбега.

В табл. 3 приведены значения $\gamma_{сб}$, подсчитанные по формуле (14) для различных способов раскряга бревна и в зависимости от величины коэффициента сбега. При подсчете использованы данные табл. 1.

Таблица 3

Способ распиловки бревен	Значение $\gamma_{сб}$ в %			
	$k = 1,1$	$k = 1,2$	$k = 1,3$	$k = 1,4$
Вразвал . .	10,8	15,4	18,9	21,8
С брусковкой	21,6	30,8	37,8	43,6

Данные табл. 3 говорят о весьма низком проценте выхода пиломатериалов из зоны сбега.

Из этого следует вывод, что при раскряжке хлыстов следует стремиться получать бревна с наибольшей цилиндрической кубатурой, или прибегать к раскрягу необрезных досок на заготовки.

5. При раскряге необрезных досок, выпиливаемых из сбежистых бревен на заготовки, форма бревна по условиям раскряга приближается к цилиндру, а следовательно, и повышается полезный выход пиломатериалов.

Если необрезные доски раскрягаются на n заготовок, то коэффициент сбега k_n , соответствующий этим условиям раскряга бревна, определяется по формуле:

$$k_n = \sqrt[n]{k},$$

где k — коэффициент сбега распиливаемого бревна;
 k_n — средний расчетный коэффициент сбега, оценивающий условия распиловки бревна при раскряге необрезных досок на n заготовок.

По формуле (15) построен график (рис. 4), который наглядно показывает изменение k_n в зависимости от k и n . Зная k и n , по этому графику легко определить и k_n .

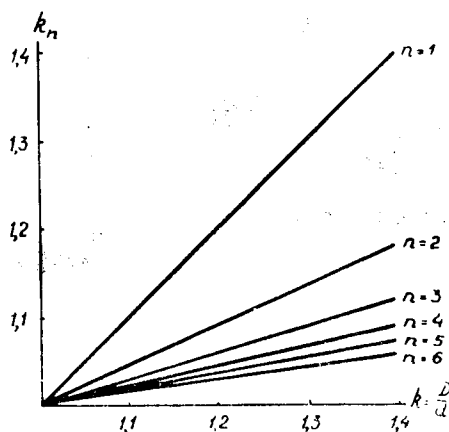


Рис. 4.

Из формулы (15) и графика (рис. 4) следует, что с увеличением n значение k стремится к единице, то есть в пределе выход заготовок будет стремиться к выходу пиломатериалов, получаемых при распиловке цилиндрических (не имеющих сбега) бревен. Резкое уменьшение k_n падает на $n = 2$. При дальнейшем увеличении n уменьшение k_n постепенно затухает.

Не представляет трудности, пользуясь формулой (15) и кривыми 4 и 5 графика (рис. 2), определить относительное изменение выхода пиломатериалов из бревна при раскросе необрезных досок на заготовки по сравнению с выходом при раскросе необрезной доски на одну оптимальной длины обрезную доску.

Это относительное изменение выхода иллюстрирует график (рис. 5). Кривые графика построены по формуле:

$$\eta = \frac{\varphi_1}{\varphi_n} \cdot 100.$$

Значение φ_1 — соответствует коэффициенту сбега бревна k и значение φ_n — расчетному коэффициенту сбега k_n , определяемому формулой (15); φ_1 и φ_n берутся для распиловки бревна вразвал по кривой 5 графика (рис. 2) и для распиловки с брусковкой — по кривой 4.

Таблица 4

Способ распиловки	Размерная характеристика распиливаемых бревен		По Ф. Л. Фишкиной			Значение по графику (рис. 5)
			максимальный объемный выход в % от сырья при раскросе необрезных досок		относительное изменение выхода $\eta = \frac{\varphi_1^2}{\varphi_n^2}$ в %	
	d см	$\frac{D}{d}$	на одну обрезную доску φ_{11}	на две обрезные доски φ_{12}		
Вразвал	14	1,38	53,16	60,21	113,5	114,6
"	16	1,34	54,19	61,22	113,5	113,3
"	18	1,33	57,58	64,59	112,0	112,9
С брусковкой	22	1,27	64,03	68,21	106,5	106,8
"	26	1,25	65,98	69,94	106,0	106,5
"	30	1,24	66,58	70,15	105,3	106,3

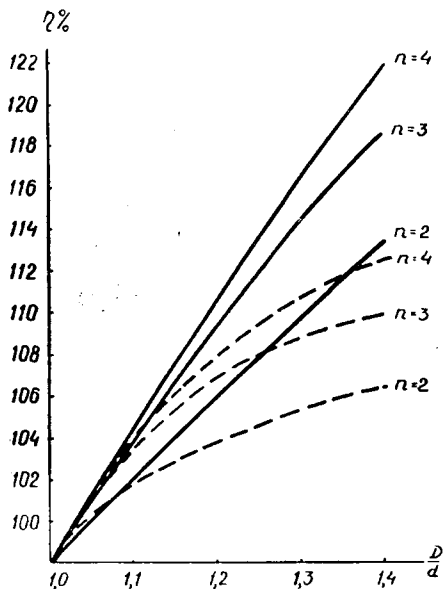


Рис. 5.

— — — распиловка бревен вразвал;
 - - - распиловка бревен с брусовкой;
 n — количество выпиленных заготовок из необрезной доски.

В подтверждение правильности установленной зависимости, представленной графиком на рис. 5, в табл. 4 приводим данные кандидата технических наук Ф. Л. Фишкиной [4] по объемному выходу в процентах от сырья при различных вариантах раскроя необрезных досок. Это подтверждается и другими работами [1].

График (рис. 5) показывает, что с увеличением коэффициента сбегания и увеличением количества выпиленных заготовок эффективность раскроя необрезных досок на заготовки возрастает. Резкое увеличение максимального выхода падает на $n = 2$. При дальнейшем увеличении n относительный рост выхода затухает.

Необходимо отметить, что распиловка сбежистых бревен с брусовкой при раскрое необрезных досок на заготовки, как было указано выше, обеспечивает высокий выход пиломатериалов при значительном проценте длиномерных спецификационных обрезных досок (до 65% от всей пилопродукции), получаемых из бруса, то есть распиловка сбежистых бревен с брусовкой при раскрое необрезных досок на заготовки обеспечивает наиболее рациональное использование сырья.

Установленные закономерности и количественные зависимости дают возможность наиболее правильно подойти к раскрою сырья и тем самым обеспечить более высокие показатели по его использованию.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. П. П. Аксенов. Раскрой бревен на пиломатериалы. Гослесбумиздат, 1951.
 [2]. Г. Д. Власов. Лесопильное производство, ГЛТИ, 1948. [3]. А. Н. Песоцкий. Лесопильно-строгальные производства. Гослесбумиздат, 1949. [4]. Ф. Л. Фишкина. Исследование раскроя необрезных досок (автореферат). М., 1954.

ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ, (ВОЗНИКАЮЩИХ ВСЛЕДСТВИЕ ПРОКОВКИ) НА ЧАСТОТЫ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ КРУГЛЫХ ПИЛ

Г. А. ЖОДЗИШСКИЙ

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

Проковка диска пилы является необходимой операцией для обеспечения его устойчивости при пилении. В статье делается попытка выяснить влияние, оказываемое начальной проковкой на работу пильного диска, исследуются напряжения, возникающие вследствие проковки, и влияние этих напряжений на частоты свободных колебаний диска, выводятся характеристики для аналитической оценки величины проковки.

При решении задачи мы делаем следующие допущения:

1. Пильный диск находится в условиях плоского осесимметричного напряженного состояния (полагаем, что после проковки диск сохраняет плоскую форму).

2. Рассматриваются только поперечные колебания точек диска (перпендикулярные плоскости диска).

3. Напряжения не превосходят предела упругости.

4. В прокованной области диск испытывает незначительные пластические деформации, а в непрокованной — деформации только упругие.

Решение поставленной перед нами задачи даст возможность ответить на вопрос о компенсирующем влиянии напряжений, возникающих вследствие начальной проковки, на напряжения, возникающие в пиле от ее неравномерного нагрева [1], и явится теоретической основой для рационального выбора технологии проковки.

Попутно в работе рассмотрены критические степени проковки, то есть такие, при которых пильный диск теряет устойчивую плоскую форму равновесия.

Численные примеры, приводимые в конце статьи, помогают уяснить, как следует применять полученные нами формулы для практических расчетов; они дают также возможность рассмотреть влияние начальной проковки на частоты собственных колебаний пильного диска для зонтичной и веерных форм.

Тема данной статьи не должна рассматриваться самостоятельно. Она является частью вопроса о влиянии начальных напряжений, возникающих вследствие проковки, неравномерного нагрева, а также центро-

бежных сил инерции на собственные частоты пыльных дисков. Последняя тема очень тесно связана с вопросом об устойчивости пыльных дисков, который в настоящее время разрабатывается на кафедре строительной механики Ленинградской лесотехнической академии под руководством проф. Л. Н. Тер-Мкртчяна.

Основные соотношения, определяющие частоты собственных колебаний пыльного диска под действием напряжений, возникающих вследствие начальной проковки

Исследуем свободные колебания пыльного диска толщиной h с внутренним радиусом a и внешним радиусом b (рис. 1).

В результате проковки центральной части пилы на расстоянии l от центра диска, по периметру проковки возникают значительные начальные напряжения, которые определяются пластической деформацией пыльного диска. В прокованной части будут иметь место остаточные деформации, которые для простоты будем считать осесимметричными. В непрокованной части пластические деформации отсутствуют, и вся эта область испытывает только упругие деформации. Напряжения будем считать осесимметричными.

Решая плоскую осесимметричную задачу при соответствующих граничных условиях для пыльного диска с прокованной внутренней областью, получим для компонент напряжений в полярной системе координат следующие выражения:

Для прокованной части пилы:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= E_s(a) \left[\xi_1 \left(\frac{\rho}{l}\right)^{n-1} + \xi_2 \left(\frac{\rho}{l}\right)^n + \xi_3 \left(\frac{\theta}{l}\right)^{-2} + \xi_4 \right] \\ \sigma_\theta &= E_s \varepsilon_s(a) \left[n \xi_1 \left(\frac{\rho}{l}\right)^{n-1} + (n+1) \xi_2 \left(\frac{\rho}{l}\right)^n - \xi_3 \left(\frac{\rho}{l}\right)^{-2} + \xi_2 \right] \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Для непрокованной части пилы:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= E_s \varepsilon_s(a) \left[\xi_5 \left(\frac{\rho}{l}\right)^{-2} + \xi_6 \right] \\ \sigma_\theta &= E_s \varepsilon_s(a) \left[-\xi_5 \left(\frac{\rho}{l}\right)^{-2} + \xi_6 \right] \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где E — модуль упругости;

$\varepsilon_s(\rho)$ — величина, характеризующая степень проковки вдоль радиуса, связанная с относительной пластической деформацией простой зависимостью:

$$\varepsilon_s(\rho) = \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta h}{h} \right). \quad (3)$$

Эта формула получается, если учесть постоянство объема при пластической деформации.

Формулы (1), (2), (3), (4) и (5) приведены здесь в конечном виде; подробный вывод этих формул имеется в работе Л. Н. Тер-Мкртчяна «Устойчивость круглых пил», выполненной на кафедре строительной механики Ленинградской лесотехнической академии.

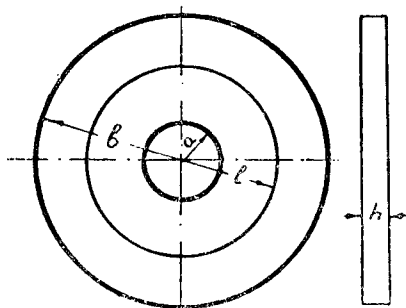


Рис. 1.

Коэффициенты ξ_i определяются следующими выражениями:

$$\left. \begin{aligned} \xi_1 &= -\frac{1 - VS}{(1 - S) S^{n-1} (n + 1)} \\ \xi_2 &= -\frac{VS_{n-1} - 1}{(1 - S) S^{n-1} (n + 2)} \\ \xi_3 &= -\frac{\Phi_2(c, S)}{(1 - S) S^{n-1}} \\ \xi_4 = \xi_6 &= \frac{\Phi_1(c, S)}{(1 - S) S^{n-1}} \\ \xi_5 &= -\frac{\Phi_3(c, S)}{(1 - S) S^{n-1}} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где

$$\left. \begin{aligned} V &= \frac{\varepsilon_S(l)}{\varepsilon_S(a)} \\ S &= \frac{a}{l} \\ c &= \frac{a}{b} \\ \Phi_1(c, S) &= c^2 [\Phi_0(\nu, S, 1) - \Phi_0(\nu, S, S)] \\ \Phi_2(c, S) &= \frac{c^2 \Phi_0(\nu, S, 1) - \Phi_0(\nu, S, S)}{1 - c^2} \\ \Phi_3(c, S) &= \frac{\Phi_0(\nu, S, 1) - \Phi_0(\nu, S, S)}{1 - c^2} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где

$$\Phi_0(\nu, S, 1) = \frac{1 - \nu S^n}{n + 1} + \frac{\nu S^{n-1} - 1}{n + 2}$$

$$\Phi_0(\nu, S, S) = + \frac{1 - \nu S^n}{n + 1} S^{n+1} + \frac{\nu S^{n-1} - 1}{n + 1} S^{n+2}$$

При выводе формул для компонент напряжений закон распределения относительной пластической деформации был принят в виде:

$$\varepsilon_S = a_{n-1} \rho^{n-1} + a_n \rho^n \quad (6)$$

где a_{n-1} и a_n постоянные, определяемые из граничных условий для прокованной области, а показатель степени « n » выбирается с таким расчетом, чтобы эта формула наилучшим образом отвечала той пластической деформации, которая вызывается проковкой диска.

Пользуясь принципом Гамильтона — Остроградского, запишем уравнение свободных колебаний пильного диска, находящегося под действием напряжений, обусловленных проковкой, в следующей форме [1]:

$$\begin{aligned} & \frac{2\pi}{Q} \int_0^Q \int_0^{2\pi} \int_a^b \left\{ D \Delta \Delta W - h \left[\sigma_\rho \frac{\partial^2 W}{\partial \rho^2} + \sigma_\theta \left(\frac{1}{\rho} \frac{\partial W}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} \right) + \right. \right. \\ & \left. \left. + 2\tau_{\rho, \theta} \left(\frac{1}{\rho} \frac{\partial^2 W}{\partial \rho \partial \theta} + \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial W}{\partial \theta} \right) \right] + \frac{\gamma h}{g} \frac{\partial^2 W}{\partial t^2} \right\} \delta W \rho d\rho d\theta dt = 0 \end{aligned} \quad (7)$$

где Ω — частота собственных колебаний пыльного диска;
 D — цилиндрическая жесткость;
 W — смещение точек диска в направлении, перпендикулярном плоскости диска;
 $\sigma_r, \sigma_\theta, \tau_{r\theta}$ — компоненты напряжений в пыльном диске, определяемые начальной проковкой диска;
 γ — удельный вес материала диска;
 g — ускорение свободного падения;
 ρ, θ — полярные координаты.

Так как напряжения в диске считаем осесимметричными, то компонент $\tau_{r,\theta}$ следует приравнять нулю.

$$\tau_{r,\theta} = 0.$$

Тогда (7) можно переписать следующим образом:

$$\frac{2\pi}{\Omega} \int_0^{2\pi} \int_0^b \left\{ D \Delta \Delta W - h \left[\sigma_r \frac{\partial^2 W}{\partial \rho^2} + \tau_\theta \left(\frac{1}{\rho} \frac{\partial W}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} \right) \right] + \frac{\gamma h}{g} \frac{\partial^2 W}{\partial t^2} \right\} \delta W \rho d\rho d\theta dt = 0; \quad (8)$$

Ввиду исключительной трудности точного решения уравнения (8) для нахождения функции W , обращающей подынтегральное выражение тождественно в нуль, применим метод акад. Б. Г. Галеркина, позволяющий определить W , удовлетворяющее граничным условиям задачи и обращающее (8) в нуль.

Граничные условия задачи:

На закрепленном внутреннем контуре при $\rho = a$:

$$\left. \begin{aligned} W &= 0 \\ \frac{\partial W}{\partial \rho} &= 0 \end{aligned} \right\}$$

На свободном внешнем контуре при $\rho = b$:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial^2 W}{\partial \rho^2} + \mu \left(\frac{1}{\rho} \frac{\partial W}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} \right) &= 0 \\ (1 - \mu) \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\frac{1}{\rho} \frac{\partial^2 W}{\partial \rho \partial \theta} - \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial W}{\partial \theta} \right) + \frac{\partial}{\partial \rho} (\Delta W) &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Главные формы колебаний выберем в виде:

$$W = a_0 (\rho - a)^2 \left(1 + B_1^{(1)} \frac{\rho}{b} + B_2^{(1)} \frac{\rho^2}{b^2} \right) \times \\ \times \sin(\lambda \theta + \theta_0) \sin(\Omega t + \alpha_0); \quad (10)$$

Выражение (10) автоматически удовлетворяет граничным условиям на внутреннем контуре, а постоянные $B_1^{(1)}$ и $B_2^{(1)}$ выбираются таким образом, чтобы они удовлетворяли граничным условиям (9) [1].

Подставляя (10) в (8) и произведя интегрирование по t , получим после сокращения на общие множители:

$$\int_0^{2\pi} \int_a^b \left\{ D\Delta\Delta W - h \left[\sigma_\rho \frac{c^2 W}{\rho^2} + \tau_0 \left(\frac{1}{\rho} \frac{\partial W}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} \right) \right] - \frac{\gamma h}{g} \Omega^2 W \right\} \delta W \rho d\rho d\theta = 0, \quad (11)$$

где в данном случае под W следует понимать выражение (10), но без последнего множителя $\text{Sin}(\Omega t + \alpha_0)$.

Разобьем выражение (11) на сумму интегралов и введем соответственно следующие обозначения:

$$I_{1,1}^I = \int_a^b \int_0^{2\pi} D\Delta\Delta W \delta W \rho d\rho d\theta = \pi D b^2 f_{1,1}^I(c, \lambda) a'_0 \delta a'_0 \quad (12)$$

$$I_{1,1}^{II} = \int_a^b \int_0^{2\pi} h \tau_\rho \frac{\partial^2 W}{\partial \rho^2} \delta W \rho d\rho d\theta = \pi E \varepsilon_S(a) b^4 f_{1,1}^{IV}(c, S, \nu, \lambda) a'_0 \delta a'_0 \quad (13)$$

$$\begin{aligned} I_{1,1}^{III} &= \int_a^b \int_0^{2\pi} \sigma_0 \left(\frac{1}{\rho} \frac{\partial W}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial^2 W}{\partial \theta^2} \right) \delta W \rho d\rho d\theta = \\ &= \pi \varepsilon_S(a) E b^4 \left[f_{1,1}^{IV}(c, S, \nu, \lambda) - \lambda^2 f_{1,1}^X(c, S, \nu, \lambda) \right] a'_0 \delta a'_0; \end{aligned} \quad (14)$$

Обозначим:

$$f_{1,1}^{VI, X}(c, S, \nu, \lambda) = f_{1,1}^{VI}(c, S, \nu, \lambda) - \lambda^2 f_{1,1}^X(c, S, \nu, \lambda); \quad (15)$$

Тогда (14) переписывается в следующей форме:

$$I_{1,1}^{III} = \pi \varepsilon_S(a) b^4 E f_{1,1}^{VI, X}(c, S, \nu, \lambda) a'_0 \delta a'_0 \quad (16)$$

$$I_{1,1}^{XII} = \int_0^{2\pi} \int_a^b \frac{\gamma h}{g} \Omega^2 W \delta W \rho d\rho d\theta = \pi \frac{\gamma h}{g} \Omega^2 b^6 f_{1,1}^{XII}(c, \lambda) a'_0 \delta a'_0 \quad (17)$$

Используя все введенные выше обозначения, перепишем уравнение (11) в виде:

$$I_{1,1}^I - I_{1,1}^{II} - I_{1,1}^{III} - I_{1,1}^{XII} = 0. \quad (18)$$

Функции, входящие в выражения (12), (13), (16) и (17), находятся непосредственным интегрированием.

В конечном виде после некоторых преобразований эти функции могут быть записаны в следующем виде:

$$f_{1,1}^I(c, \lambda) = \sum_{i=-1}^7 C'_{i-2} \frac{1-c^{i-1}}{i-1} \quad (19)$$

$$f_{1,1}^{XII}(c, \lambda) = \sum_{i=2}^{10} K'_{i-3} \frac{1-c^i}{i} \quad (20)$$

$$f_{1,1}^V(c, S, \nu, \lambda) = \sum_{i=1}^7 E_i' \left\{ \left(\frac{c}{S} \right)^{i+1} \left[\xi_1 \frac{1-S^{n+1}}{n+i} + \xi_2 \frac{1-S^{n+i+1}}{n+i+1} + \right. \right. \\ \left. \left. + \xi_3 \frac{1-S^{i-1}}{i-1} + \xi_5 \frac{\left(\frac{S}{c} \right)^{i-1} - 1}{i-1} \right] + \xi_6 \frac{1-c^{i+1}}{i+1} \right\} \quad (21)$$

$$f_{1,1}^{VI, X}(c, S, \nu, \lambda) = \sum_{i=-1}^7 L_i' \left\{ \left(\frac{c}{S} \right)^{i+1} \left[\xi_1 n \frac{1-S^{n+i}}{n+i} + \right. \right. \\ \left. \left. + \xi_2 (n+1) \frac{1-S^{n+i+1}}{n+i+1} - \xi_3 \frac{1-S^{i-1}}{i-1} - \right. \right. \\ \left. \left. - \xi_5 \frac{\left(\frac{S}{c} \right)^{i-1} - 1}{i-1} \right] + \xi_6 \frac{1-c^{i+1}}{i+1} \right\} \quad (22)$$

Коэффициенты C_i' , K_i' , E_i' и L_i' определяются по формулам, приводимым в табл. 1 соответственно. Следует заметить, что все эти коэффициенты встречались уже при вычислении влияния на частоту собственных колебаний пыльного диска температурных напряжений, обусловленных неравномерным нагревом [1]. В формулах (19), (21), (22) дроби, являющиеся сомножителями коэффициентов ξ_3 и ξ_5 при $i=1$, а также сомножитель коэффициента ξ_5 при $i=-1$, в формуле (22) обращаются в неопределенности типа $\frac{0}{0}$. Эти неопределенности должны быть раскрыты по правилу Лопиталья.

В формуле (22) множитель при L_0' обращается в нуль, так как начальные напряжения от проковки, действующие по радиальному сечению диска, должны иметь главный вектор, равный нулю.

Подставляя в уравнение (18) значение интегралов (12), (13), (16) и (17) и производя сокращение общих множителей, имеем:

$$Df_{1,1}^I(c, \lambda) - E\varepsilon_s(a) b^2 [f_{1,1}^V(c, S, \nu, \lambda) + \\ + f_{1,1}^{VI, X}(c, S, \nu, \lambda)] - \Omega^2 \frac{\gamma h}{g} b^4 f_{1,1}^{XII}(c, \lambda) = 0; \quad (23)$$

Решая уравнение (23) относительно квадрата частоты собственных колебаний, получим:

$$\Omega^2 = \alpha_{1,1} \frac{f_{1,1}^I(c, \lambda)}{f_{1,1}^{XII}(c, \lambda)} - \varepsilon_s(a) \beta_{1,1} \frac{f_{1,1}^V(c, S, \nu, \lambda) + f_{1,1}^{VI, X}(c, S, \nu, \lambda)}{f_{1,1}^{XII}(c, \lambda)}; \quad (24)$$

где для краткости письма введены следующие обозначения:

$$\alpha_{1,1} = \frac{gEh^2}{12(1-\mu^2)\gamma b^4}; \quad (25)$$

$$\beta_{1,1} = \frac{Eg}{b^2\gamma}; \quad (26)$$

Из уравнения (24) при $i=0$ получим собственную частоту при зонтичной форме колебаний пыльного диска. При $i=1, 2, 3, \dots$ получим соответственно частоты первой, второй, третьей и т. д. веерных форм

Объединенные коэффициенты b_i	Коэффициенты c'_i	Коэффициенты K'_i
$b_1 = b^2 c^2$ $b_2 = c(-2 + B_1^{(\lambda)} c)$ $b_3 = 1 - 2B_1^{(\lambda)} c + B_2^{(\lambda)} c^2$ $b_4 = \frac{1}{b} (b_1^{(\lambda)} - 2b_2^{(\lambda)} c)$ $b_5 = \frac{1}{b^2} B_2^{(\lambda)}$	$C'_{-2} = b^2 (\lambda^4 - 4\lambda^2)$ $C'_{-1} = b_1 b_2 (2\lambda^4 \lambda^2 + 1)$ $C'_0 = 2b_1 b_3 (\lambda^4 - 4\lambda^2) + b_2^2 (\lambda^2 - 1)^2$ $C'_1 = b_1 b_4 (2\lambda^4 - 14\lambda^2 + 9) + b_2 b_3 (2\lambda^4 - 6\lambda^2 + 1)$ $C'_2 = b_1 b_5 (2\lambda^4 - 24\lambda^2 + 64) + b_2 b_4 (2\lambda^4 - 12\lambda^2 + 10) + b_3^2 (\lambda^4 - 4\lambda^2)$ $C'_3 = b_2 b_5 (2\lambda^4 - 22\lambda^2 + 65) + b_3 b_4 (2\lambda^4 - 14\lambda^2 + 9)$ $C'_4 = b_3 b_5 (2\lambda^4 - 24\lambda^2 + 64) + b_4^2 (\lambda^4 - 10\lambda^2 + 9)$ $C'_5 = (2\lambda^4 - 30\lambda^2 + 73) b_1 b_5$ $C'_6 = (\lambda^4 - 20\lambda^2 + 64) b_5^2$	$K'_{-1} = b_1^2$ $K'_0 = 2b_1 b_2$ $K'_1 = 2b_1 b_2 + b_3^2$ $K'_2 = 2(b_1 b_4 + b_2 b_3)$ $K'_3 = 2b_1 b_5 + 2b_2 b_4 + b_3^2$ $K'_4 = 2(b_2 b_5 + b_3 b_4)$ $K'_5 = 2b_3 b_5 + b_4^2$ $K'_6 = 2b_4 b_5$ $K'_7 = b_5^2$
Коэффициенты L'_i	Коэффициенты E'_i	
$L'_1 = -\lambda^2 K'_{-1}$ $L'_0 = \left(\frac{1}{2} - \lambda^2\right) K'_0$ $L'_1 = (1 - \lambda^2) K'_1$ $L'_2 = \left(\frac{3}{2} - \lambda^2\right) K'_2$ $L'_3 = (2 - \lambda^2) K'_3$ $L'_4 = \left(\frac{5}{2} - \lambda^2\right) K'_4$ $L'_5 = (3 - \lambda^2) K'_5$ $L'_6 = \left(\frac{7}{2} - \lambda^2\right) K'_6$ $L'_7 = (4 - \lambda^2) K'_7$	$E'_1 = 2b_1 b_3$ $E'_2 = 2(b_2 b_3 + 3b_1 b_4)$ $E'_3 = 2(b_3^2 + 3b_2 b_4 + 6b_1 b_5)$ $E'_4 = 4(2b_3 b_4 + 3b_2 b_5)$ $E'_5 = 14b_3 b_5 + 6b_4^2$ $E'_6 = 18b_4 b_5$ $E'_7 = 12b_5^2$	

колебаний пыльного диска, с учетом влияния напряжений, обусловленных начальной проковкой диска.

При отсутствии проковки в формуле (24) остается только первый член, который в данном случае определяет частоту собственных колебаний пыльного диска без учета всех факторов.

Формула (24) позволяет вычислить также весьма важную характеристику проковки пыльных дисков — «критическую проковку», то есть такую проковку, при которой частота собственных колебаний обращается в нуль, что физически означает потерю устойчивости равновесия плоской формы диска.

Формула для критической степени проковки имеет вид:

$$[\varepsilon_s(a)]_{\text{кр}} = \frac{\left(\frac{h}{b}\right)^2}{12(1-\mu^2)} \cdot \frac{f_{1,1}^I(c, \lambda)}{f_{1,1}^V(c, S, \nu, \lambda) + f_{1,1}^{VI, X}(c, S, \nu, \lambda)} \quad (27)$$

Используя зависимость между относительной степенью проковки пыли и пластической деформацией, можем формулу (27) переписать в следующем виде:

$$\left(\frac{\Delta h}{h}\right)_{\text{кр}} = \frac{\left(\frac{h}{b}\right)^2}{6(1-\mu^2)} \cdot \frac{f_{1,1}^I(c, \lambda)}{f_{1,1}^V(c, S, \nu, \lambda) + f_{1,1}^{VI, X}(c, S, \nu, \lambda)} \quad (28)$$

Типовой расчет влияния напряжений от начальной проковки на частоты свободных колебаний пыльного диска

Для расчета был принят диск со следующими параметрами:

Наружный радиус	$b = 250 \text{ мм}$
Отношение внутреннего радиуса к наружному	$c = \frac{a}{b} = 0,2$
Толщина пыли	$h = 2 \text{ мм}$
Модуль упругости материала диска	$E = 2 \cdot 10^6 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$
Коэффициент Пуассона	$\mu = 0,3$
Удельный вес материала диска	$\gamma = 7,8 \frac{\text{кг}}{\text{см}^3}$
Ускорение свободного падения	$g = 981 \frac{\text{см}}{\text{сек}^2}$
Отношение внутреннего радиуса к радиусу прокованной области	$S = \frac{a}{l} = 0,3$
Степень проковки у внутреннего контура диска	$\varepsilon_s(a) = 1 \cdot 10^{-3}$
Показатель степени в функции распределения относительной пластической деформации вдоль радиуса	$n = 1$
Отношение проковки у наружного контура прокованной области к проковке у внутреннего контура	$\nu = 1$

Последовательность, которой следует придерживаться при выполнении расчета, следующая:

1. Из граничных условий (9) находятся коэффициенты $B_1^{(\lambda)}$ $B_2^{(\lambda)}$.
2. По формулам табл. 1 вычисляются значения объединенных коэффициентов b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 .
3. Составляется таблица из попарных произведений объединенных коэффициентов.

4. По формулам табл. 1 вычисляются коэффициенты:

$$C'_i, E'_i, K'_i \text{ и } L'_i.$$

5. По формуле (19) находится функция $f_{1,1}^I(c, \lambda)$.

6. По формулам (21) и (22) вычисляются функции

$$f_{1,1}^V(c, S, \nu, \lambda) \text{ и } f_{1,1}^{VI, X}(c, S, \nu, \lambda).$$

Между фигурными скобками, входящими в эти формулы, имеется соотношение

$$\begin{aligned} & -i \left\{ \left(\frac{c}{S} \right)^{i+1} \left[\xi_1 \frac{1-S^{n+1}}{n+i} + \xi_2 \frac{1-S^{n+i+1}}{n+i+1} + \xi_3 \frac{1-S^{i-1}}{i-1} + \right. \right. \\ & \left. \left. + \xi_5 \frac{\left(\frac{S}{c} \right)^{i-1} - 1}{i-1} \right] + \xi_6 \frac{1-c^{i+1}}{i+1} \right\} = \left\{ \left(\frac{c}{S} \right)^{i+1} \left[\xi_1 \cdot n \frac{1-S^{n+i}}{n+i} + \right. \right. \\ & \left. \left. + \xi_2 (n+1) \frac{1-S^{n+i+1}}{n+i+1} - \xi_3 \frac{1-S^{i-1}}{i-1} - \xi_5 \frac{\left(\frac{S}{c} \right)^{i-1}}{i-1} \right] + \xi_6 \frac{1-c^{i+1}}{i+1} \right\}. \end{aligned}$$

значительно облегчающее расчет.

7. По формуле (20) вычисляется функция

$$f_{1,1}^{XII}(c, \lambda).$$

Значения вычисленных функций приведены в табл. 2.

Таблица 2

λ	$f_{1,1}^I(c, \lambda)$	$f_{1,1}^V(c, S, \nu, \lambda)$	$f_{1,1}^{VI, X}(c, S, \nu, \lambda)$	$f_{1,1}^{XII}(c, \lambda)$
0	0,2659	-0,00097	0,00804	0,00961
1	0,2563	-0,00134	0,00389	0,01053
2	0,5387	-0,00239	-0,01315	0,01261
3	2,1726	-0,00335	-0,03575	0,01332
4	5,5120	-0,00302	-0,07154	0,01053
5	8,8706	-0,00182	-0,07132	0,00642

8. По формуле (24) находятся собственные частоты колебаний пильного диска при различных формах колебаний (при зонтичной и первых трех верных формах). Расчеты по этой формуле производятся для каждого случая проковки. Результаты вычислений приведены в табл. 3.

Таблица 3

λ	$\left(\frac{\Delta h}{h} \right)_{\rho=a} = 0,2 \cdot 10^{-3}$		$\left(\frac{\Delta h}{h} \right)_{\rho=a} = 0,4 \cdot 10^{-3}$	
	$\Omega^2 \text{ сек}^{-2}$	$\Omega \text{ гц}$	$\Omega^2 \text{ сек}^{-2}$	$\Omega \text{ гц}$
0	35 610	30	5 908	12,5
1	47 660	34,8	37 890	31
2	150 246	61,7	199 800	71,5
3	533 640	116	682 640	131,5
4	1 501 100	195	1 767 300	212

Продолжение

λ	$\left(\frac{\Delta h}{h}\right)_{\rho=a} = 1,0 \cdot 10^{-3}$		$\left(\frac{\Delta h}{h}\right)_{\rho=a} = 2,0 \cdot 10^{-3}$	
	$\Omega^2 \text{ сек}^{-2}$	$\Omega \text{ гц}$	$\Omega^2 \text{ сек}^{-2}$	$\Omega \text{ гц}$
0	—	—	—	—
1	8 557	14,7	—	—
2	348 414	94,3	596 120	125
3	1 129 640	169	1 874 460	218
4	2 566 000	256	3 897 000	315

Данные табл. 2 позволяют найти частоты свободных колебаний пильного диска при различной относительной степени проковки (табл. 3). Для сравнения в табл. 4 приводим частоты непрокованного пильного диска.

Таблица 4

λ	0	1	2	3	4	5
$\Omega \text{ гц}$	40,7	38,2	50,5	98	172	288

Результаты проделанных вычислений иллюстрируются графиками рис. 2.

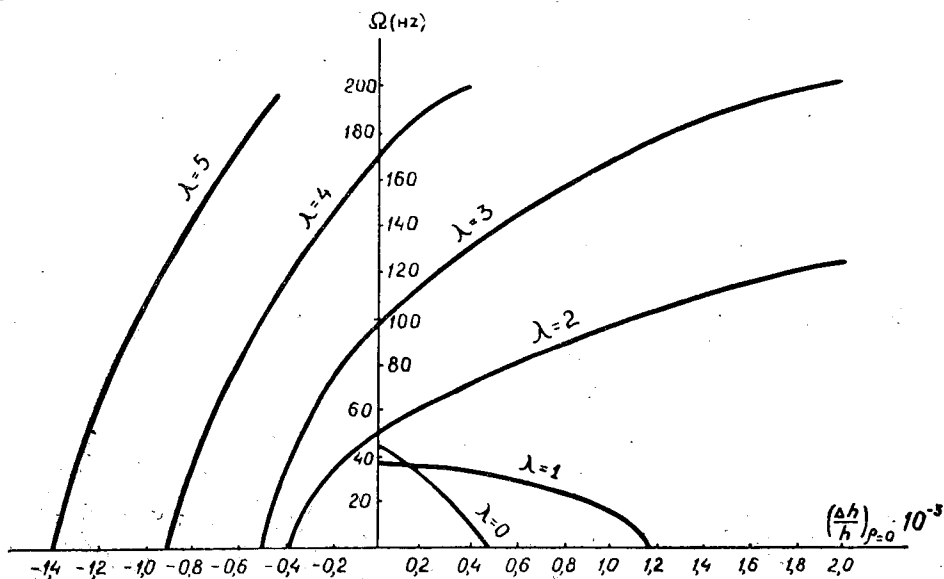


Рис. 2.

По формуле (28) находим критические степени проковки (табл. 5).

Таблица 5

λ	0	1	2	3	4	5
$\frac{\Delta h}{h} \cdot 10^{-3}$ $\rho = a$	0,44	1,17	-0,40	-0,52	-0,93	-1,42

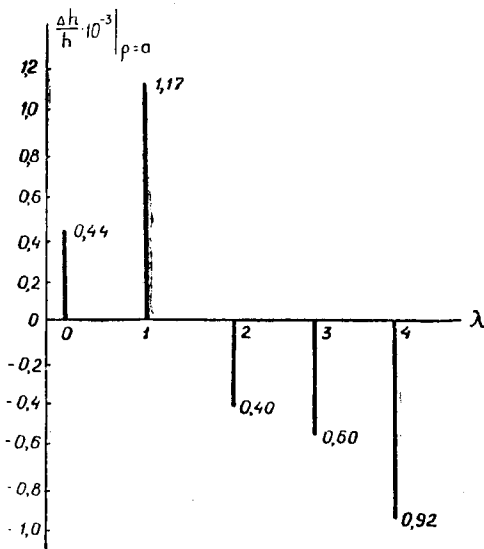


Рис. 3.

Значения критических степеней проковки для различных форм колебаний графически иллюстрируются рис. 3.

Анализ полученных результатов

Результаты проведенного расчета показывают, что влияние начальных напряжений, обусловленных проковкой, на частоты свободных колебаний пильного диска по своему характеру прямо противоположно действию напряжений, вызываемых неравномерным нагревом диска. Это явление справедливо для всех рассмотренных форм колебаний пильного диска.

Для зонтичной формы колебаний (колебания без узловых диаметров и узловых окружностей) проковка центральной части пилы приводит к общему уменьшению жесткости диска, что ведет к уменьшению частоты свободных колебаний.

При критической проковке, которая соответствует уменьшению толщины пильного диска

$$\Delta h = 2h \cdot \varepsilon_s(a)_{кр} = 0,88 \cdot 10^{-3} \text{ мм}$$

происходит потеря устойчивости плоской формы равновесия.

Потеря устойчивости означает в данном случае, что жесткость диска стала равной нулю и приложением к его ободу бесконечно малого усилия можно вывести точки из плоскости диска. При отсутствии проковки формула (24) при $\lambda = 0$ дает частоту свободных колебаний равной $\Omega^{(0)} = 40,8 \text{ ц}$.

Собственная частота 1-ой веерной формы колебаний без учета напряжений от начальной проковки равна $\Omega^{(1)} = 33,6 \text{ ц}$. Это уменьшение частоты говорит о том, что зонтичную форму колебаний нельзя рассматривать, как низшую из веерных форм колебаний диска. Критическая степень проковки для 1-ой веерной формы (с одним узловым диаметром) равна 0,58, что соответствует уменьшению толщины диска на $2,32 \cdot 10^{-3} \text{ мм}$.

Влияние напряжений, обусловленных проковкой, на частоты высших веерных форм колебаний совершенно иное.

Отрицательные значения критической степени проковки для этих форм колебаний говорят о том, что никакой проковкой не нарушается устойчивость плоской формы равновесия пильного диска. Значения частот свободных колебаний без учета проковки для второй и третьей веерных форм соответственно равны $\Omega^{(2)} = 50,5$ гц и $\Omega^{(3)} = 117$ гц. От проковки значения собственных частот для этих форм увеличиваются.

Сравнивая результаты этой и другой нашей работы [1], приходим к выводу, что ввиду различного влияния на частоту проковка диска и его нагрев при пилении должны компенсировать друг друга. Исследованию этого компенсирующего влияния будет посвящена особая статья.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Г. А. Жодзишский. Влияние неравномерного нагрева на частоты собственных колебаний пильных дисков постоянной толщины. «Труды ЛТА», вып. № 82, ч. II, Л., 1957.

Поступила в редакцию
12 октября 1957 г.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА БРИКЕТОВ ИЗ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

А. Н. МИНИН

Доцент, кандидат технических наук

(Белорусский лесотехнический институт)

Основными предпосылками для внедрения и развития брикетирования древесных отходов лесопильных и деревообрабатывающих производств являются большие, концентрированные и постоянные источники дешевого и до настоящего времени в большинстве случаев неиспользуемого сырья, невысокие производственные расходы по брикетированию и безграничные потребности народного хозяйства в древесном сырье.

При организации брикетирования лесопильные и деревообрабатывающие предприятия избавятся от непроизводительных затрат, связанных с транспортированием неиспользуемых древесных отходов на свалки. Это позволит снизить себестоимость выпускаемой продукции в основном производстве, даже в том случае, если отпускать отходы для целей брикетирования по низкой стоимости. Страна сможет получить дополнительное высококачественное топливо и ценное сырье для химической и других отраслей промышленности. Большое количество массивной древесины будет высвобождено для других нужд, что позволит более полно обеспечить потребности народного хозяйства страны в сырье и топливе. При этом необходимо учесть, что при работе гидролизного производства, использующего в качестве сырья брикеты из опилок, в 2,35 раза возрастает плотность загрузки гидролиз-аппарата, с 2,9 до 5,4% увеличивается концентрация сахара в гидролизе, почти в 2,5 раза уменьшается расход серной кислоты на гидролиз, в 2,15 раза уменьшается содержание воды в лигнине, увеличивается производственная мощность гидролизных заводов, снижается себестоимость спирта [5]. Кроме указанного, следует отметить, что стоимость сырья и топлива, поставляемого потребителям по железной дороге в виде брикетов, значительно ниже стоимости сырья и топлива, поставляемого в виде опилок и дров, в чем можно убедиться, анализируя графики на рис. 1 и 2 и данные приведенного ниже экономического расчета.

Для выявления экономической целесообразности брикетирования древесных опилок определим: а) стоимость одной тонны абсолютно сухой древесины, поставляемой в виде опилок, дров и брикетов франко-склад гидролизного завода; и б) стоимость одной тонны условного топ-

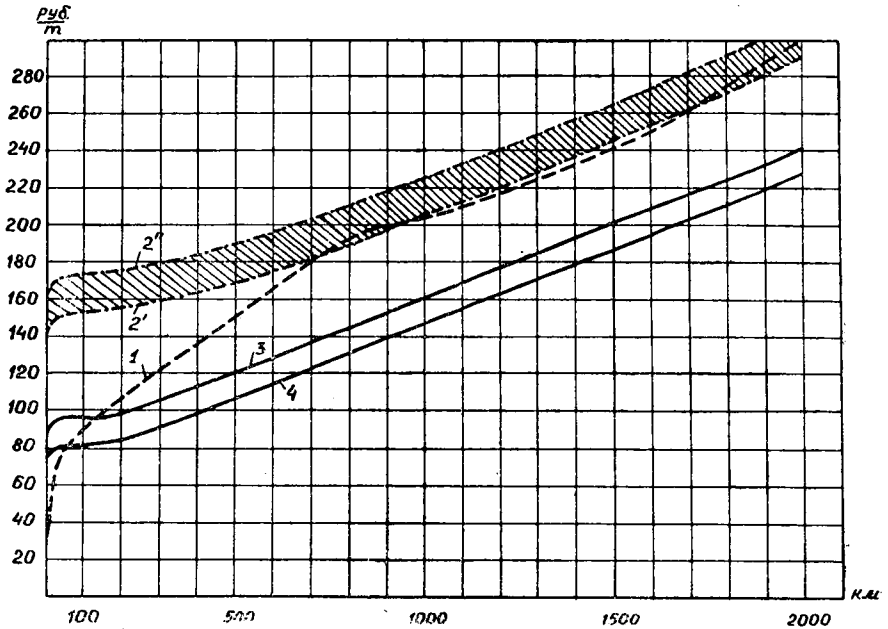


Рис. 1. Стоимость одной t древесины (в пересчете на абсолютно сухое вещество) в зависимости от перевозки в виде: 1 — опилки; 2' — дров; 2'' — дров (с учетом стоимости дробления их на гидролизном заводе); 3 — брикетов, полученных из опилок, требующих предварительной сушки до их брикетирования; 4 — брикетов, полученных из опилок.

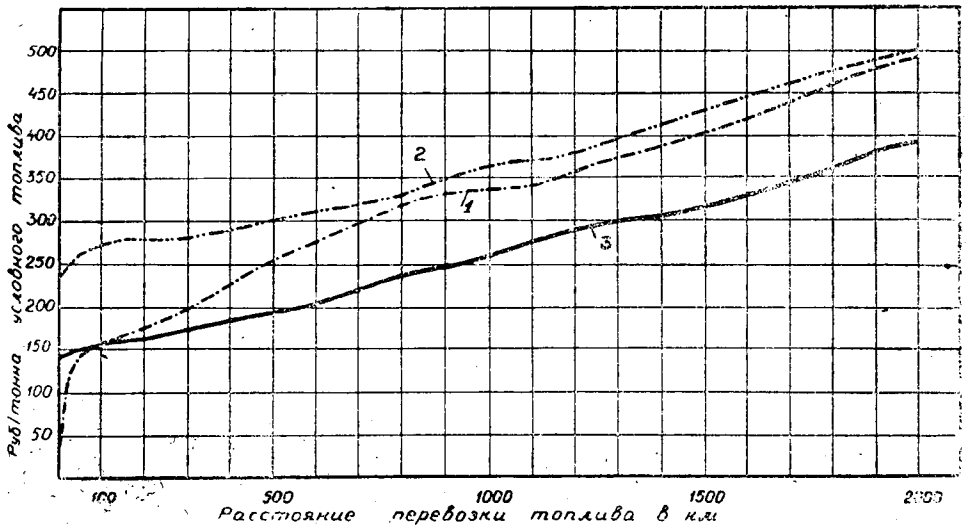


Рис. 2. Стоимость одной t условного топлива в зависимости от расстояния перевозки топлива в виде: 1 — опилки, абсолютной влажностью 50%; 2 — дров, влажностью 20% и 3 — брикетов, влажностью 8%.

лива, которая может быть получена из древесины, поставляемой в виде опилок, дров и брикетов франко-склад потребителя. Ниже приводим ориентировочную калькуляцию полной себестоимости брикетов (табл. 1) и расчет расходов на фрахт и погрузочно-разгрузочные работы.

Т а б л и ц а 1

Наименование статей затрат	Стоимость 1 т брикетов в руб.	
	из опилок влажностью 50%	из опилок влажностью 18%
Сырье (4) при стоимости опилок 15 руб. пл. м ³	30	30
Электроэнергия при цене 18 коп. квтч, пар и топочные газы	23—02	13—50
Основная и дополнительная зарплата производственных рабочих	5—48	5—48
Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования	1—31	1—31
Амортизация	1—87	1—87
Цеховые расходы	1—56	1—56
Итого цеховая себестоимость	63—24	53—72
Общезаводские расходы	12—65	10—74
Итого (фабрично-заводская себестоимость)	75—89	64—46
Внепроизводственные расходы (без учета стоимости погрузки брикетов)	3—79	3—22
Всего (полная себестоимость)	79—68	67—68

Железнодорожный транспорт является наиболее распространенным, постоянно действующим и сравнительно дешевым видом транспорта. Поэтому экономический расчет произведен для условий перевозки указанных выше грузов по железной дороге в шестидесятитонных четырехосных полувагонах, полезная емкость которых равна 68,8 м³.

В гидролизном производстве учет сырья ведется в пересчете на тонну абсолютно сухой древесины. При учете топлива сравнимой величиной является тонна условного топлива (7000 кал/кг).

Исходя из указанных условий, определим: а) стоимость одной тонны абсолютно сухой древесины франко-склад гидролизного завода, поставляемой по железной дороге в виде опилок влажностью 50%, сосновых дров длиной 0,75 м и влажностью 20% и брикетов влажностью 8,0%; б) стоимость одной тонны условного топлива, которое можно получить из опилок влажностью (абсолютной) 50%, из сосновых дров длиной 0,75 м и влажностью 20% и из брикетов влажностью 8,0%, доставленных по железной дороге франко-склад потребителя.

Расчет стоимости одной тонны абсолютно сухой древесины

Ориентировочная калькуляция себестоимости одной тонны брикетов влажностью 8%, полученных из опилок хвойных пород на брикетирующих установках, оборудованных пневмогазовой трубой — сушилкой [2], приведена в табл. 1.

Стоимость фрахта шестидесятитонного полувагона с полезным объемом 68,8 м³, при перевозке опилок в зависимости от расстояния, определяется схемой 22, при перевозке дров — схемой 17 и при перевозке торфяных брикетов (для древесных брикетов стоимость фрахта не определена) — схемой 122 «Тарифного руководства № 3» Министерства путей сообщения СССР [3].

Количество абсолютно сухой древесины, погруженной в шестидесятитонный полувагон:

а) при перевозке опилок — $0,116 \times 68,8 = 8,0$ т, где 0,116 т/м³ —

Расстояние перевозки в км	При перевозке опилок						При пере		
	стоимость в руб. фрахта полувагона	погружено в полувагон в т	стоимость в руб. фрахта 1 т древесины	прейскурантная стоимость в руб. погрузки и выгрузки на 1 т в руб.	общая стоимость в руб. 1 т древесины франко-склад потребителя	стоимость в руб. фрахта полувагона	погружено в полувагон в т	стоимость в руб. фрахта 1 т древесины	
до 50	328	8,0	40—10	39—20	79—30	194	23,1	8—40	
100	385	8,0	48—13	39—20	87—33	234	23,1	10—13	
200	505	8,0	63—13	39—20	102—33	312	23,1	13—51	
400	780	8,0	97—50	39—20	136—70	500	23,1	21—64	
600	1013	8,0	126—63	39—20	165—83	766	23,1	33—16	
800	1208	8,0	151—00	39—20	190—20	1092	23,1	37—27	
1000	1323	8,0	165—35	39—20	204—55	1430	23,1	61—94	

плотность загрузки влажных опилок (в пересчете на абсолютно сухое древесное вещество) по данным проф. В. И. Шаркова [5];

б) при перевозке дров $0,3352 \times 68,8 = 23,1$ т, где $0,3352$ т/м³ — плотность загрузки дров (в пересчете на абсолютно сухое древесное вещество) при коэффициенте укладки 1,4 и объемном весе абсолютно сухой древесины сосны $0,470$ т/м³.

в) при перевозке брикетов расчет ведется из условия полной загрузки полувагона на 60 т. При влажности брикетов, равной 8,0%, вес абсолютно сухой древесины, погруженной в полувагоны, найдем из отношения: $6000 : 108 = 55,6$ т.

Расходы, связанные с погрузкой и выгрузкой полувагонов, с учетом накладных расходов составляют при погрузке и выгрузке опилок 9 руб. 20 коп., дров — 10 руб. 50 коп. и брикетов — 3 руб. 14 коп. в пересчете на одну тонну абсолютно сухой древесины [1].

При стоимости 15 руб. за м³ опилок, общие расходы, связанные с погрузкой и выгрузкой полувагонов, включая первоначальную стоимость опилок и накладные расходы, составят 39 руб. 20 коп. в пересчете на одну тонну абсолютно сухой древесины.

При прейскуррантной цене за один складочный кубометр сосновых дров длиной 0,75 м — 44 руб., при коэффициенте укладки 1,4 и объемном весе абсолютно сухой древесины сосны $0,47$ т/м³, стоимость одной тонны древесины (в пересчете на абсолютно сухое вещество) составит 131 руб. 06 коп. С учетом расходов на погрузку и выгрузку полувагонов — 141 руб. 56 коп.

При полной себестоимости одной тонны брикетов влажностью 8,0% — 79 руб. 68 коп., одна тонна древесины сосны (в пересчете на абсолютно сухую) будет стоить 86 руб. 56 коп., с учетом затрат на погрузку и выгрузку полувагонов — 89 руб. 70 коп. Общую стоимость одной тонны древесины (в пересчете на абсолютно сухое вещество) франко-склад гидролизного завода, доставляемой в виде опилок, сосновых дров и брикетов, приводим в табл. 2. Для облегчения анализа и с целью наглядности по данным табл. 2 построены кривые 1, 2, 3, 4 рис. 1.

Анализируя кривые 1 и 3 рис. 1 видим, что при перевозке по железной дороге на расстояния, не превышающие 50—125 км, брикетировать опилки нецелесообразно, так как стоимость одной тонны опилок франко-гидролизный завод в этом случае меньше, чем стоимость одной тонны древесины, доставляемой в виде брикетов; при перевозках на расстояния более 50—125 км брикетирование опилок весьма эффективно. Так, например, экономия при перевозке каждой тонны опилок в виде брике-

Таблица 2

возке дров		При перевозке брикетов				
прейскурантная стоимость в руб. погруженных и др. расходы на 1 т в руб.	общая стоимость в руб. 1 т древесины франко-склад потребителя	стоимость в руб. фрахта 60-тонного полувагона	погружено в полувагон в т	стоимость в руб. фрахта 1 т древесины	прейскурантная стоимость в руб. погруженных и др. расходы на 1 т в руб.	общая стоимость в руб. 1 т древесины франко-склад потребителя
141—66	150—06	210	55,6	3—78	89—70	93—48
141—66	151—79	275	55,6	4—95	89—70	94—65
141—66	155—17	470	55,6	8—45	89—70	98—15
141—66	163—30	1358	55,6	24—42	89—70	114—12
141—66	174—82	2182	55,6	39—25	89—70	128—95
141—66	188—93	3068	55,6	55—18	89—70	144—88
141—66	203—60	3980	55,6	71—58	89—70	161—28

тов на расстояние 400 км, составляет 22 руб. 58 коп., а на 600 км — 36 руб. 88 коп. по сравнению с перевозкой тонны древесины в виде опилок. При этом следует учесть, что стоимость фрахта шестидесяти-тонного полувагона при перевозке брикетов на расстояние 600 км в 2,15 раза больше, чем стоимость фрахта такого же полувагона при перевозке опилок.

Из данных табл. 2 и рис. 1 видно, что древесина (в пересчете на абсолютно сухое вещество), доставленная на гидролизный завод в виде дров, имеет более высокую стоимость, чем древесина, доставленная в виде опилок и брикетов. Кроме того, следует учесть, что опилки и брикеты из них являются лучшим сырьем для гидролиза и они не требуют какой-либо предварительной подготовки перед загрузкой их в гидролизные аппараты, тогда как древесину в виде дров нельзя назвать лучшим сырьем для гидролиза и перед загрузкой в гидролиз-аппараты необходимо ее дробление. Для этой цели на гидролизных заводах имеются специальные цехи, оборудованные мощными дробильными установками. По данным Бобруйского гидролизного завода затраты на дробление в пересчете на одну тонну абсолютно сухой древесины составляют 20 руб.

С учетом дробления стоимость одной тонны древесины, доставленной в виде дров, значительно превосходит стоимость тонны древесины, доставленной в виде опилок (на 84 руб. 46 коп.) и брикетов (на 77 руб. 02 коп.). Кроме того, при дроблении дров получают щепу довольно крупных размеров, что при сохранении постоянного режима гидролиза значительно снижает выход сахара (на 2—7%) по сравнению с выходом его из опилок.

Расчет стоимости одной тонны условного топлива

Для выявления экономической целесообразности брикетирования древесных опилок на топливные брикеты, определим стоимость одной тонны условного топлива франко-склад потребителя, полученного из опилок влажностью (абсолютной) 50%, сосновых дров длиной 0,75 м и влажностью 20% и брикетов влажностью 8,0%.

В полувагон грузоподъемностью 60 т с полезным объемом 68,8 м³ может быть погружено опилок 16 т, дров 28,72 т и брикетов 60 т.

При указанной выше влажности калорийность опилок (с учетом потерь, составляющих 20%) равна 2200 кал/кг; сосновых дров — 3200 кал/кг и брикетов — 4100 кал/кг. Тогда емкость одного вагона при

перевозке опилок равна 5 029, сосновых дров 13 129 и брикетов — 35 143 *t* условного топлива.

Общая стоимость одной тонны условного топлива франко-склад потребителя, полученной из древесины, доставляемой в виде опилок, сосновых дров и брикетов, показана в табл. 2 и на графике (рис. 2).

Анализируя кривые рис. 2 видим, что при перевозке опилок по железной дороге на расстояние свыше 100 км и при сжигании их в промышленных топках целесообразно брикетирование отходов на топливные брикеты.

Выводы

1. В решении проблемы полного и более рационального использования древесных отходов брикетирование измельченной древесины, подлежащей перевозке по железной дороге на расстояния более 50—125 км, экономически целесообразно и приобретает народнохозяйственное значение.

При широкой организации брикетирования отходов представится возможность:

а) полностью и более рационально использовать древесные отходы не только на крупных и средних, но и на небольших лесопильных заводах и деревообрабатывающих предприятиях, имеющих около 8—10 *t* отходов в сутки (в пересчете на десятипроцентную влажность);

б) расширить и улучшить сырьевую базу гидролизных заводов, заводов древесной муки и других промышленных предприятий, использующих в виде сырья измельченную древесину и брикеты из нее;

в) полностью обеспечить гидролизные заводы хорошим и дешевым сырьем, увеличив тем самым производительность гидролиз-аппаратов и производственную мощность заводов, значительно снизив при этом себестоимость готовой продукции;

г) увеличить топливные ресурсы промышленных предприятий, транспорта и бытовых потребителей за счет утилизации неиспользуемых в настоящее время отходов;

д) высвободить для других целей народного хозяйства страны большое количество цельной древесины, используемой в настоящее время в качестве сырья и топлива;

е) улучшить использование транспортных средств;

ж) повысить объемную теплотворную способность опилок в 7 раз;

з) уменьшить размеры складов, используемых для хранения сырья или топлива примерно в 5—7 раз по сравнению с размерами складов, которые потребовались бы для хранения измельченной древесины в виде опилок и др.

2. При перевозке древесных опилок по железной дороге на расстояния до 50—125 км и при использовании их для промышленных целей брикетировать такие отходы нецелесообразно, особенно в том случае, если удастся механизировать загрузку и выгрузку их в вагоны и из вагона при помощи пневмотранспортных установок.

3. При использовании измельченных древесных отходов в качестве топлива для бытовых целей брикетирование их целесообразно почти во всех случаях, так как в виде брикетов потребители получают дешевое, удобное в обращении, высококалорийное топливо.

4. Наиболее дорогим топливом являются дрова. Древесина, доставленная на гидролизные заводы в виде дров, имеет более высокую стоимость, чем древесина, доставленная в виде опилок и тем более брикетов.

5. Доставлять топливо по железной дороге на расстояния более 100 км наиболее целесообразно в виде топливных брикетов, полученных из измельченной древесины.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Единые нормы выработки и положение об оплате труда на погрузочно-разгрузочных работах. Вагонные работы. 2-й тарифный пояс. Трансжелдориздат, 1951. [2]. А. Н. М и н и н. Брикетирование измельченных древесных отходов, «Лесная промышленность» № 8. 1957. [3]. Тарифное руководство № 3. Расчетные таблицы. Министерство путей сообщения СССР. Трансжелдориздат, 1955. [4]. Прейскурант № 19-02 оптовых цен на лесопродукты. Минлеспрот СССР. 1957. [5]. В. И. Ш а р к о в. Гидролизное производство, ч. I. Гослестехиздат, 1945.

Поступила в редакцию
15 февраля 1958 г.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАЧАЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ НА ЕЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОСЛЕ ПРЕССОВАНИЯ

В. А. ПИСКАРЕВ

Инженер

(Воронежский инженерно-строительный институт)

Широкие возможности применения прессованной древесины в качестве полноценного заменителя дефицитных и дорогостоящих материалов и цветных металлов требуют дальнейшего изучения технологии прессования древесины.

Существенное влияние на физико-механические свойства прессованной древесины оказывает ее первоначальная влажность (до прессования).

«При прессовании с предварительным пропариванием древесины высокой влажности, особенно свежесрубленной, наблюдаются разрывы оболочек клеток. Поэтому механические свойства повышаются слабо. Древесина с влажностью меньше 15% также претерпевает при прессовании микроразрушения, снижающие ее крепость. Наилучшие результаты при этом методе прессования получаются при влажности в пределах 30—40%» — писал проф. П. Н. Хухрянский. [2].

Изучение влияния влажности древесины в момент ее прессования (с предварительным прогревом) показало, что прессование следует производить при влажности 9—13%. По данным В. Г. Матвеева [1], прочность прессованной древесины будет максимальной, если влажность древесины в момент ее прессования равняется 10—12%. Однако влияние начальной влажности натуральной древесины на физико-механические свойства древесины спрессованной как после предварительного пропаривания (П. Н. Хухрянский), так и после предварительного прогрева (В. Г. Матвеев), изучено недостаточно полно.

Изучению этого вопроса посвящена работа, методика и результаты которой описаны в настоящей статье*.

* Работа проводилась в Воронежском инженерно-строительном институте под руководством проф. П. Н. Хухрянского.

1. Методика исследования

Исследовались свойства прессованной березовой древесины, что обусловлено широким применением березы как материала для прессования. Прессование производилось в радиальном направлении, степень прессования — 50% (по отношению к первоначальному размеру), прессованию предшествовало предварительное пропаривание.

Испытаниям подвергались образцы со следующим процентным содержанием влаги (перед пропариванием): 0, 10, 20, 30, 80, 120%, то есть исследовалось шесть случаев, на основании которых мы сделали некоторые выводы, касающиеся технологии производства прессованных изделий из древесины. Степень влажности примерно соответствует:

- 0% — влажности абсолютно-сухой древесины;
- 10% — влажности комнатно-сухой древесины;
- 20% — влажности воздушно-сухой древесины;
- 30% — влажности древесины на пределе насыщения;
- 80% — влажности свежесрубленной древесины;
- 120% — влажности намоченной в воде древесины.

В процессе опытов выяснялись следующие физико-механические характеристики прессованной древесины (для каждой серии): объемный вес и удельная работа при ударном изгибе, предел прочности при сжатии вдоль и поперек волокон, статическом изгибе и скалывании вдоль волокон.

Образцы для испытаний заготавливались по определенной системе. Были выбраны три модельных дерева, каждое из которых разрезалось на шесть метровых кражей. В свою очередь каждый край разделялся на четыре бруса размером $12 \times 12 \times 100$ см, а брусья — на три бруска размером $12 \times 12 \times 33$ см. Всего из одного края получалось 12 таких брусков, а из одного модельного дерева, следовательно — 72 бруска. Нумерация образцов произведена в соответствии с табл. 1, а распределение по сериям для испытаний физико-механических свойств согласно табл. 2.

Таблица 1

№ бруска	№ образцов (брусков)																	
	1-й край			2-й край			3-й край			4-й край			5-й край			6-й край		
I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
II	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
III	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
IV	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72

Таблица 2

№ п/п	Влажность в %	№ образцов						
		1	2	3	4	5	6	7
1	0	57	60	63	66	69	72	
2	10	21	24	27	30	33	36	
3	20	19	22	25	28	31	34	
4	30	20	23	26	29	32	35	
5	80	55	58	61	64	67	70	
6	120	56	59	62	65	68	71	
7	—	37	40	43	46	49	52	

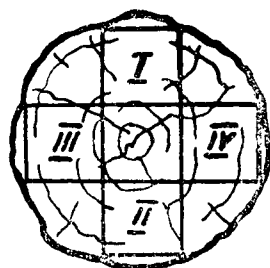


Рис. 1.

Примечание: Физико-механические свойства натуральной древесины изучались на образцах № 7.

Исследование физико-механических свойств прессованной древесины производилось:

1. Объемный вес, сжатие вдоль волокон и статический изгиб на образцах из 2-го кряжа
2. Сжатие поперек волокон и ударный изгиб на образцах из 3-го кряжа
3. Скалывание вдоль волокон на образцах из 4-го кряжа
4. Предварительные испытания (определение влажности, времени пропаривания и др.) на образцах из 1-го, 5-го, 6-го кряжей

Испытания образцов, взятых по такому методу, позволяют выяснить сравнительные показатели физико-механических свойств прессованной древесины в зависимости от начальной влажности натуральной древесины.

Одним из важных этапов работы было придание образцам определенной влажности.

Свежесрубленная древесина, взятая для опыта, имела влажность около 80% и сразу подвергалась прессованию. При восьмимесячном выдерживании образцов в воде комнатной температуры влажность древесины достигала 120%. Для получения влажности 10, 20, 30% бруски предварительно подсушивались и затем выдерживались (около 8 месяцев) в эксикаторах над растворами серной кислоты, концентрации которых 1,33; 1,14; 1,02 г/см³ при температуре 20° С, что обеспечивало придание образцам необходимой влажности. Абсолютно-сухой мы считали древесину, прошедшую длительную сушку при температуре 100±5° С.

Наблюдения за влажностью заключенных в эксикаторы образцов производились путем периодических взвешиваний контрольных образцов, влажность и вес которых были зафиксированы перед закладкой брусков в эксикаторы.

При проверках разница во влажности отдельных образцов не превосходила 1% и по сечению была достаточно равномерна.

Из брусков, достигших заданной влажности, изготовляли образцы размером 5 × 10 × 33 см (10 см — размер радиальный) и подвергали их прессованию с предварительным пропариванием. Нагревание образцов при пропаривании производилось до температуры равной 85° С. Оптимальным условием податливости древесины при прессовании является прогрев до температуры 80—85° С (отчет ЦНИЛХИ, 1936). Указанный прогрев обеспечивался временем пропаривания, предварительно установленным при помощи термоэлектрических пирометров (табл. 3).

Таблица 3

Влажность в ходе технологического процесса в %	Серия по влажности образцов перед испытаниями											
	0		10		20		30		80		120	
	<i>M</i>	%	<i>M</i>	%	<i>M</i>	%	<i>M</i>	%	<i>M</i>	%	<i>M</i>	%
Перед пропариванием . . .	0,1	—	9,8	100	10,7	100	29,4	100	78,2	100	119,2	100
После пропаривания . . .	6,3	—	17,8	181	28,6	145	37,6	128	62,4	80	75,6	63
После прессования	6,3	—	17,8	181	23,8	121	26,7	60	20,7	38	31,6	26

Примечание: 1. *M* — среднее арифметическое значение величины. 2. % — отклонение величины *M* от соответствующего *M* в начале технологического процесса (перед пропариванием).

Пропаренные бруски прессовались со скоростью 10 мм/мин и просушивались затем при температуре 100—110° С до тех пор, пока влажность прессованных образцов не становилась равной 6—7%. Продолжительность сушки указана в табл. 3.

Высушенные бруски прессованной древесины выдерживались 15 суток в рабочем помещении, а затем разделялись на образцы, предназначенные для физико-механических испытаний.

Для выравнивания влажности по сечению образцы выдерживались более трех месяцев в эксикаторах над раствором серной кислоты соответствующей концентрации (1,41 г/см³).

В процессе изготовления прессованной древесины систематически контролировалась влажность (перед и после пропаривания, после прессования и сушки). При пропаривании начальная влажность древесины изменяется: при одних условиях происходит подсушивание, при других — увлажнение; это зависит от породы и влажности древесины, от скорости прохождения пара, его влажности и времени пропаривания. Изменения процента содержания влаги в древесине в ходе технологического процесса изготовления прессованной древесины отражены в табл. 4.

Таблица 4

Параметры технологического процесса	Влажность образца перед пропариванием											
	0		10		20		30		80		120	
	M	%	M	%	M	%	M	%	M	%	M	%
Время пропаривания мин	41	87	43	91	45	96	47	100	53	113	60	128
Удельное давление в кг/см ²	334	95	198	56	225	64	350	100	407	117	417	118
Время сушки в часах . . .	0	—	7,5	68	9,3	86	11,0	100	12,0	109	13,5	123

Примечание: 1. M — среднее арифметическое значение величины. 2. % — отклонение величины M для различных образцов от соответствующего M для древесины, влажность которой перед прессованием составляла 30%.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРЕССОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Испытания образцов производились в лабораторном помещении в условиях комнатной температуры на пятитонном гидравлическом прессе. Испытывались стандартные образцы [3], [4], влажность которых составляла около 7%. Одновременно производились физико-механические испытания исходной (натуральной) древесины (влажность — 15%), результаты которых приводятся в табл. 5 и 6.

Таблица 5

Влажность древесины в %	Число наблюдений	Объемный вес		Обработка результатов				r+m _r	Примечание
		M г/см ³	%	±σ г/см ³	±m г/см ³	V %	P %		
0	31	1,03	87	0,049	0,008	4,75	0,85	0,93 ± 0,06	исх. дрв.
10	29	1,80	93	0,057	0,011	5,30	1,02		
20	31	1,12	97	0,059	0,011	5,30	0,95		
20	29	1,16	100	0,043	0,008	6,37	0,69		
80	29	1,17	101	0,044	0,008	4,20	0,75		
120	32	1,16	100	0,028	0,049	2,75	0,48		
15	20	0,60	52	0,027	0,006	4,51	1,00		

Таблица 6

Показатели свойств прессованной древесины	Единицы измерения	Влажность образцов перед пропариванием в %										Физико-механич. свойства натуральн. древесины			
		0		10		20		30		80				120	
		М	%	М	%	М	%	М	%	М	%	М	%	М	%
Объемный вес . .	г/см ³	1,03	88	1,08	93	1,12	97	1,16	100	1,17	101	1,17	101	0,60	52
Сжатие вдоль волокон	кг/см ²	1156	87	1210	91	1310	98	1328	100	1335	101	1358	102	490	38
Сжатие поперек волокон в радиальном направлении	"	526	86	555	91	581	95	610	100	621	102	642	105	71	12
Сжатие поперек волокон в тангентальном направлении	"	286	79	306	85	345	96	360	100	372	103	348	97	42	12
Статический изгиб		2416	88	545	93	2702	98	2736	100	2839	104	2897	105	917	34
Ударный изгиб	кгм/см ³	0,46	87	0,49	92	0,51	96	0,53	100	0,54	102	0,54	102	0,45	85
Скальвание вдоль волокон в радиальном направлении	кг/см ²	134	74	160	88	168	92	182	100	179	99	185	102	80	44
Скальвание вдоль волокон в тангентальном направлении	"	96	80	104	87	111	91	120	100	118	98	127	106	106	88

Все результаты обработаны по методу вариационной статистики с определением показателя точности и коэффициента корреляции с его ошибкой.

Результаты определения объемного веса приводятся в табл. 5. Остальные показатели физико-механических свойств прессованной древесины, изучавшиеся нами, сведены в табл. 6.

В этих таблицах приняты следующие обозначения:

M — среднее арифметическое значение величины;

% — отклонение величины M для различных образцов от соответствующего M для древесины, влажность которой перед прессованием составляла 30%;

σ — среднее квадратическое отклонение;

m — средняя ошибка;

V — коэффициент вариации;

P — показатель точности;

$r \pm m$ — коэффициент корреляции (между объемным весом прессованной древесины и начальной влажностью) и его ошибка.

Стопроцентными приняты свойства прессованной древесины, влажность которой перед пропариванием и прессованием составляла 30%.

В сводной табл. 6 приводятся значения статистических величин, характеризующие зависимость между начальной влажностью натуральной древесины и свойствами прессованной древесины. Результаты обработки указывают на надежность полученных данных, так как показатель точности во всех видах испытаний не превышает 3,92%.

ВЫВОДЫ

1. Физико-механические свойства прессованной древесины с увеличением начальной влажности натуральной древесины до 30% заметно улучшаются (от 12 до 26%), а при дальнейшем увеличении влажности улучшаются незначительно (до 6%); это улучшение свойств прессованной древесины связано с изменением физико-химических свойств при гидротермической обработке.

2. Перед прессованием с предварительным пропариванием (при скорости прессования не превышающей 10 мм/мин) нецелесообразно производить сушку древесины, так как древесина с влажностью до 30% в процессе пропаривания увлажняется, а древесина с влажностью 30% и более, после пропаривания и прессования приобретает влажность около 30% и процесс прессования протекает в обоих случаях приблизительно в одних и тех же условиях.

3. Экономически выгодно прессовать древесину с начальной влажностью 30% и выше, что исключает из технологии прессования сушку древесины.

Результаты исследования могут быть использованы при выборе технологического режима прессования древесины с предварительным пропариванием.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. Г. И в, В. Г. М а т в е е в. Изучение координат давления, нагревания и влажности при пьезотермической обработке и исследование влияния на пластическую деформацию различных видов химической обработки. Отчет ЦНИЛХИ за 1935 г.; [2]. Н. П. Х у х р я н с к и й. Прессование древесины. 1949. [3]. ГОСТ 6336-52 — Лесоматериалы. Методы физико-механических испытаний древесины. [4]. ГОСТ 5704-51 — Древесно-слоистые пластики (ДСП).

Поступила в редакцию
20 января 1958 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСТРАГИРОВАНИЯ
СМОЛИСТЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПНЕВОГО ОСМОЛА*В. Н. КОЗЛОВ*

Профессор, доктор технических наук

И. П. КОЛЕНКО

Научный сотрудник

Лаборатория лесохимии Института химии Уральского филиала АН СССР)

Процесс экстрагирования из твердых материалов является одним из самых распространенных процессов химической технологии. Он применяется в производствах дубильных веществ, канифоли, сахара, естественных красителей и т. п. из сырья растительного происхождения, а также для получения некоторых веществ минерального происхождения [10], [7], [9]. Однако теория процесса экстрагирования из твердых материалов еще мало изучена, и развитие ее сильно отстает от аналогичных диффузионных процессов сушки, адсорбции и др. [2].

Одним из направлений исследований процесса извлечения растворимых веществ при периодической или противоточной экстракции является изучение влияния на этот процесс числа экстракторов в экстракционной батарее, характера движения жидкости и т. д.

За последние годы по вопросам экстракции опубликовано много работ, интересных как с точки зрения теории, так и практики.

К ним можно отнести работы Хаулея [8], Бакера [5], Равенскрофта [11], Армстронга и Каммермейера [4], Ратса [12], Кросберга [6] и Шейбла [13].

На основании экспериментальных данных ими выведены уравнения, позволяющие производить расчеты процесса экстракции аналитически и графически.

Козлов и Смоленский [18] дали метод расчета непрерывного противоточного процесса экстракции растворенного вещества из одной жидкой фазы другой жидкой фазой.

Приняв допущение Шейбла (при экстракции твердое тело — жидкость происходит распределение экстрагируемых веществ между жидкостью, окружающей твердое тело, и жидкостью, проникшей в твердое тело; отношение концентраций в этих двух фазах есть коэффициент распределения) и использовав уравнение Козлова — Смоленского, мы вывели следующие формулы:

а) концентрация смолистых веществ в растворе, находящемся в щепе, при выходе из первого (хвостового) экстрактора при $p = const$:

$$y_1 = \frac{z(p-1)}{p^n(1+Q) - Qp^{n-1} - 1}, \quad (1)$$

при $n \rightarrow \infty$; $y_1 = 0$

при $n = 0$; $y_1 \rightarrow \frac{zp}{Q}, \quad (2)$

б) концентрация смолистых веществ в растворе, находящемся внутри щепы, в n -ом экстракторе при $p = const$

$$y_n = \frac{z(p^n - 1)}{p^n(1+Q) - Qp^{n-1} - 1} = \frac{z\left(1 - \frac{1}{p^n}\right)}{\left(1 + Q - \frac{Q}{p} - \frac{1}{p^n}\right)} \quad (3)$$

при $n = 0$; $y_n = 0$

при $n \rightarrow \infty$ $y_n \rightarrow \frac{z}{1 + Q\left(1 - \frac{1}{p}\right)}. \quad (4)$

в) концентрация смолистых веществ в растворе, находящемся внутри щепы, в любом экстракторе:

$$y_m = \frac{z(p^m - 1)}{p^n(1+Q) - Qp^{n-1} - 1}. \quad (5)$$

г) концентрация смолистых веществ в растворе, находящемся в щепе, в n -ом экстракторе (головном) при $n = const$ и переменном p

$$y_n = \frac{z\left(1 + \frac{1}{p} + \frac{1}{p^2} + \dots + \frac{1}{p^{n-1}}\right)}{\left[(1+Q) + \frac{1}{p} + \frac{1}{p^2} + \dots + \frac{1}{p^{n-1}}\right]} \quad (6)$$

при $p \rightarrow \infty$ $y_n \rightarrow \frac{z}{1+Q}. \quad (7)$

д) концентрация смолистых веществ в растворе внутри щепы в первом (хвостовом) экстракторе при $n = const$ и переменном p

$$y_1 = \frac{z}{p^{n-1}(1+Q) + p^{n-2} + p^{n-3} + \dots + p + 1} \quad (8)$$

при $p = 0$ $y_1 = z$

при $p \rightarrow \infty$ $y_1 \rightarrow 0,$

где y_1 — концентрация смолистых веществ в растворе, находящемся внутри щепы, в первом экстракторе;

z — содержание смолистых веществ в исходном сырье для данного растворителя;

$$p = \frac{L}{a}K$$

L — количество растворителя, приливаемого в экстрактор за данный период экстракции;
 a — количество раствора, поглощенного щепой;
 k — коэффициент распределения;

$$Q = \left(\frac{L}{a} - 1 \right) K$$

u_n — концентрация смолистых веществ в растворе, находящемся внутри щепы, в n -ом экстракторе;
 u_m — то же в экстракторе m ;
 n — число экстракторов в экстракционной батарее;
 m — любой номер экстрактора в батарее.

Целью данной работы явилось исследование процесса извлечения смолистых веществ из пневого осмола различной степени зрелости при противоточной экстракции органическими растворителями и выяснение следующих положений:

1) Закономерностей распределения смолистых веществ между двумя растворами и извлечения экстрагируемых веществ по экстракторам при противоточной экстракции в зависимости от содержания экстрагируемых веществ в исходном сырье, соотношения фаз и природы органического растворителя.

2) Применимости уравнения Козлова — Смоленского для расчета процесса экстракции в системе твердое тело — жидкость.

3) Влияние степени зрелости осмола и влаги, содержащейся в древесной щепе, на процесс экстракции и на выход смолистых веществ.

Для выполнения экспериментальной части работы нами было подготовлено сырье — средние пробы зрелого и свежего пневого осмола с различным содержанием смолистых веществ и влаги. Всего было приготовлено шесть образцов. На каждый образец пневого осмола выкорчевывалось по три пня. Разделку пней и отбор средних проб производили по методике, описанной Андерсеном [3].

При разделке пней были отобраны средние пробы опилок для каждого из образцов с целью определения содержания в них смолистых веществ и влаги.

Результаты анализов приведены в табл. 1.

Таблица 1

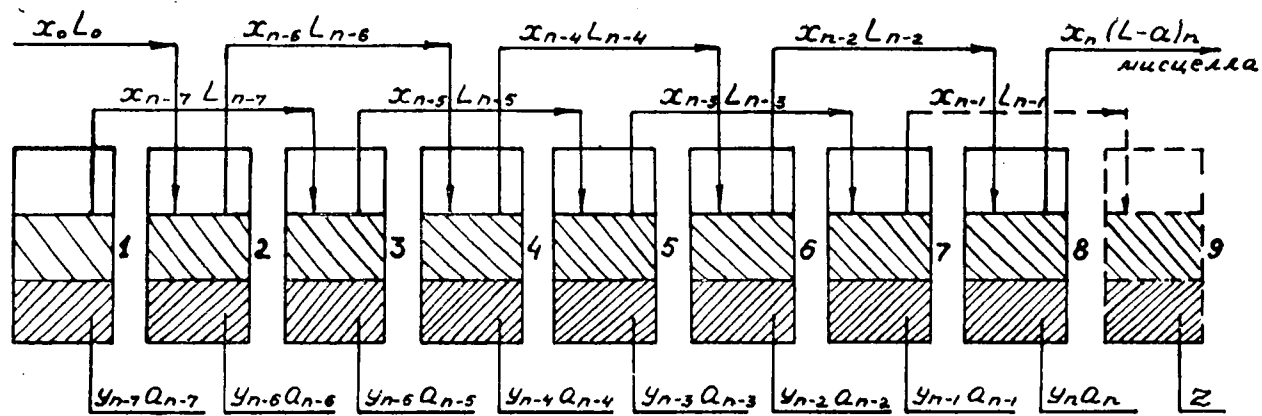
№ образца	Возраст пневого осмола	Влажность	Количество смолистых веществ, экстрагируемых органическими растворителями в % к весу абс. сух. древесины				
			бутанол	спирто-бензол	дихлорэтан	этиловый эфир	бензин «Калоша»
1	18	8,92	31,99	30,78	29,47	29,05	27,11
2	17	12,43	23,92	23,68	22,36	21,72	21,02
3	14	37,25	13,68	12,63	12,70	12,53	11,88
4	1	18,77	7,96	9,71	7,77	7,64	6,79

Из таблицы видно, что наибольшей экстрагирующей способностью обладает бутиловый спирт и спирто-бензольная смесь и наименьшей — бензин «Калоша».

В качестве экстрагентов нами были взяты два органических растворителя: бензин «Калоша» и первичный нормальный бутиловый спирт.

Экстракция осуществлялась в установке, состоящей из восьми экстракторов (рис. 1), каждый из которых представлял собой сосуд,

1 цикл



2 цикл

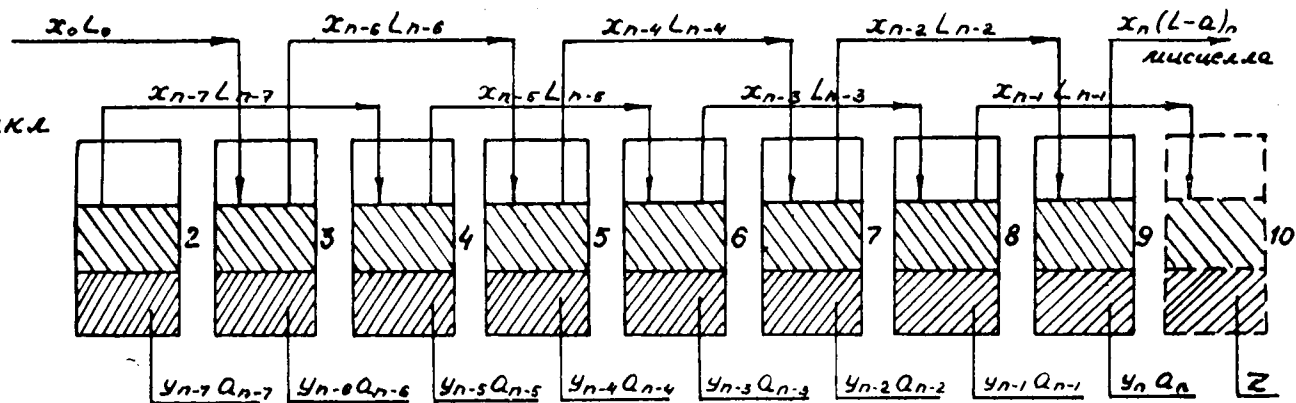


Рис. 1. Схема лабораторной установки.

снабженный обратным холодильником и двумя отводами с пришлифованными кранами. Навески измельченной щепы пневого осмола помещались в экстрактор и заливались тем или иным растворителем в количестве, определяемом условиями опыта.

Жидкость и щепа находились в каждом экстракторе в течение одного часа при температуре кипения растворов. После этого раствор из экстрактора $n-1$ переливался в экстрактор $n+1$, а раствор из экстрактора $n-2$ в экстрактор n . Раствор, слитый с n -го экстрактора, шел как готовый экстракт.

Прозэкстрагированная щепа, оставшаяся в первом экстракторе, считалась отработанной и выводилась из цикла экстракции. К щепе, оставшейся во втором экстракторе, приливался свежий растворитель (лишенный смолистых веществ) в том объеме, в каком он приливался в начале опыта. Этот экстрактор при следующем (втором) цикле являлся по отношению к другим экстракторам первым. На этом заканчивался один цикл экстракции.

Для достижения стабильного состояния, таких циклов в каждом опыте проводилось, как минимум, в два раза больше числа экстракторов в батарее. После этого батарея останавливалась, растворы сливались в тарированные колбы, взвешивались, затем определялся их объем и удельный вес пикнометрическим методом. Отгонка растворителя и уваривание смолистых веществ производились обычными способами.

Концентрация смолистых веществ выражалась в весовых процентах.

В щепе, удаленной из экстракторов, определялся вес раствора смолистых веществ. Затем щепа помещалась в бумажные патроны и экстрагировалась в аппарате Сокслета в течение 8 часов (в час делалось 2—3 слива). Экстрагирование производилось тем растворителем, который был использован в данном опыте. Концентрация смолистых веществ в растворе, проникшем в щепу, так же выражалась в весовых процентах.

Концентрация смолистых веществ в растворе, находящемся вне щепы, обозначалась через x , а внутри щепы через y . Коэффициент распределения, представляющий собой отношение концентрации смолистых веществ в растворах, находящихся вне и внутри щепы, вычислялся для каждого экстрактора.

Расчетные концентрации смолистых веществ в растворах, находящихся внутри щепы, определялись по формуле (5), а вне щепы по формуле

$$x_m = Ky_m \quad (9)$$

Проценты извлечения смолистых веществ по экстракторам вычислялись по следующим формулам:

$$\begin{aligned} G_1 &= \frac{y_2 - y_1}{z} \cdot 100 \\ G_2 &= \frac{y_3 - y_2}{z} \cdot 100 \\ &\dots \dots \dots \\ G_n &= \frac{y_{n+1} - y_n}{z} \cdot 100 \end{aligned} \quad (10)$$

где G_1 ; G_2 ; $G_3 \dots G_n$ — процент извлечения смолистых веществ в экстракторах 1; 2; 3... n ;

y_1 ; y_2 ; $y_3 \dots y_n$ — концентрация смолистых веществ в растворах, находящихся внутри щепы, в экстракторах 1; 2; 3... n .

С каждым образцом пневого осмола и каждым органическим растворителем были проведены две серии опытов при различном соотношении фаз. Всего было проведено 36 опытов.

В настоящей работе приведены результаты экстракции четырех наиболее характерных образцов бензином «Калоша» и бутиловым спиртом.

При изучении закономерности распределения смолистых веществ в растворе вне и внутри щепы начальное содержание их в исследуемой щепе для каждого образца и экстрагента принималось то, которое было определено в аппарате Сокслета. Результаты исследования даны в табл. 2 и 3.

Из данных таблиц видно, что при увеличении содержания смолистых веществ в исходном сырье концентрация их в растворах, находящихся вне и внутри щепы, для обоих взятых растворителей повышается.

В случае экстракции бутиловым спиртом концентрации смолистых веществ в растворах, находящихся вне и внутри щепы во всех экстракторах ниже, чем при экстракции бензином. Исключение составляет раствор, находящийся вне щепы, в восьмом экстракторе, где концентрация смолистых веществ при экстракции бутиловым спиртом выше. Эта закономерность наблюдается как при соотношении фаз 1 : 3, так и при соотношении фаз 1 : 6.

Таким образом, экстрагирование бутиловым спиртом приводит с одной стороны к получению более высокого содержания смолистых веществ в мисцелле, а с другой — к уменьшению содержания смолистых веществ в обработанной щепе.

С этой точки зрения бутиловый спирт более выгодный растворитель для смолистых веществ, чем бензин. При увеличении соотношения фаз концентрации смолистых веществ в обеих фазах уменьшаются, а степень извлечения смолистых веществ для всех образцов и растворителей возрастает.

Закономерность изменения концентраций смолистых веществ в растворах, находящихся вне и внутри щепы, для взятых образцов и растворителей можно считать одинаковой.

В случае экстрагирования образцов № 1 и № 2 бутиловым спиртом при соотношении фаз 1 : 3 количество смолистых веществ, извлекаемых в каждом экстракторе, постепенно возрастает от первого (хвостового) экстрактора к восьмому (головному) экстрактору включительно.

При экстрагировании этих же образцов бензином и образцов № 3 и № 4 бутиловым спиртом и бензином «Калоша» при соотношении фаз 1 : 3 максимальное количество смолистых веществ извлекается в седьмых экстракторах, считая по ходу движения растворов.

С увеличением соотношения фаз максимальное количество смолистых веществ извлекается в восьмом экстракторе. Такое различие в извлечении смолистых веществ по экстракторам при изменении соотношения фаз может быть отнесено, главным образом, за счет следующих факторов: а) влаги, находящейся внутри древесины; б) воздуха, заполняющего межклеточные пространства и полости трахеид; в) повышения вязкости раствора смолистых веществ при уменьшенном соотношении фаз.

Влага, находящаяся в древесине, затрудняет проникновение растворителя по капиллярам внутрь древесины и понижает растворимость смолистых веществ в растворителе. Чем больше влажность древесины, тем меньше количество смолистых веществ, извлекаемых из щепы в последнем (головном) экстракторе при прочих равных условиях.

Воздух, заполняющий поры древесины, препятствует диффузии

Растворители	№ экстратора	Соотношение фаз	О б р а з е ц № 1				$\frac{x}{y}$
			концентрация смолистых веществ в %				
			о п ы т н а я		р а с ч е т н а я		
			x	y	x	y	
Б у т и л о в ы й с п и р т	1	1:3	0,27	0,61	0,25	0,66	0,3788
		1:6	0,05	0,16	0,04	0,19	0,2263
	2	1:3	0,66	1,46	0,60	1,54	0,3896
		1:6	0,13	0,45	0,12	0,50	0,2300
	3	1:3	1,20	2,71	1,12	2,83	0,3959
		1:6	0,27	0,96	0,25	1,02	0,2451
	4	1:3	1,97	4,53	1,86	4,66	0,3997
		1:6	0,52	1,78	0,48	1,88	0,2553
	5	1:3	3,05	7,06	2,89	7,13	0,4052
		1:6	0,95	3,36	0,91	3,52	0,2585
	6	1:3	4,58	10,19	4,26	10,43	0,4084
		1:6	1,70	5,72	1,62	5,95	0,2723
	7	1:3	6,74	15,00	6,48	15,08	0,4298
		1:6	3,01	10,23	2,94	10,42	0,2621
	8	1:3	9,32	21,77	9,27	20,83	0,4451
		1:6	5,27	17,50	6,16	17,55	0,2940
Б е н з и н "К а л о ш а"	1	1:3	0,52	1,40	0,42	1,70	0,2471
		1:6	0,07	0,38	0,055	0,51	0,1078
	2	1:3	1,14	3,23	0,96	3,58	0,2682
		1:6	0,22	1,19	0,18	1,3	0,1314
	3	1:3	1,90	5,24	1,62	5,68	0,2852
		1:6	0,45	2,15	0,35	2,40	0,1458
	4	1:3	2,81	8,20	2,57	8,59	0,2997
		1:6	0,76	3,61	0,62	3,92	0,1582
	5	1:3	3,90	11,35	3,62	11,54	0,3137
		1:6	1,22	5,64	1,06	6,02	0,1768
	6	1:3	5,22	14,30	4,94	14,75	0,3349
		1:6	1,88	8,53	1,74	8,81	0,1975
	7	1:3	6,80	18,45	6,73	18,80	0,3380
		1:6	2,85	12,47	2,72	12,93	0,2137
	8	1:3	8,72	23,45	8,69	23,37	0,3718
		1:6	4,23	18,37	4,23	18,22	0,2324

Таблица 2

извлече- ние смолистых веществ в %	О б р а з е ц № 2					
	концентрация смолистых веществ в %				$\frac{x}{y}$	извлече- ние смолистых веществ в %
	о п ы т н а я		р а с ч е т н а я			
	x	y	x	y		
3,11	0,19	0,44	0,17	0,49	0,3469	3,80
1,09	0,03	0,12	0,03	0,14	0,1939	1,20
4,57	0,45	1,10	0,41	1,17	0,3535	4,38
1,84	0,09	0,35	0,08	0,39	0,2051	1,83
6,47	0,82	2,00	0,76	2,08	0,3654	6,18
3,04	0,18	0,70	0,16	0,77	0,2078	4,00
8,74	1,34	3,26	0,23	3,36	0,3661	9,11
5,80	0,35	1,53	0,32	1,50	0,2133	4,70
11,66	2,08	5,13	1,98	5,25	0,3772	11,33
8,59	0,63	2,50	0,58	2,62	0,2214	8,33
14,80	3,12	7,43	2,99	7,60	0,3934	16,00
15,80	1,11	4,28	1,05	4,45	0,2360	14,72
22,00	4,58	10,91	4,41	10,92	0,4037	22,97
25,20	1,95	7,44	1,90	7,60	0,2501	24,00
26,15	6,63	15,81	6,60	15,70	0,4204	23,87
37,97	3,39	12,81	3,33	12,58	0,2648	39,58
6,65	0,47	1,36	0,38	1,64	0,2317	7,28
3,06	0,056	0,24	0,044	0,34	0,1294	2,16
7,54	1,00	2,88	0,82	3,26	0,2515	9,18
3,68	0,15	0,65	0,12	0,80	0,1395	3,62
10,47	1,61	4,65	1,38	5,21	0,2649	10,33
5,47	0,30	0,36	0,24	1,57	0,1529	5,32
11,72	2,32	7,05	2,00	7,41	0,2705	11,46
7,57	0,54	2,44	0,47	2,70	0,1741	7,50
10,55	3,14	9,42	2,78	9,85	0,2827	12,08
10,06	0,90	3,97	0,81	4,29	0,1888	10,37
14,69	4,10	12,12	3,84	12,42	0,3092	12,66
14,89	1,47	5,98	1,31	6,50	0,2002	18,11
16,54	5,15	14,82	4,98	15,11	0,3296	15,10
19,10	2,37	10,03	2,30	10,35	0,2232	23,45
15,70	6,38	18,38	6,31	18,32	0,3472	14,19
34,38	3,79	15,60	3,75	15,34	0,2367	27,87

Растворители	№ экстратора	Соотношение фаз	Образец № 3				
			концентрация смолистых веществ в %				$\frac{x}{y}$
			опытная		расчетная		
			x	y	x	y	
Бутиловый спирт	1	1:3	0,23	0,71	0,27	0,66	0,3239
		1:6	0,05	0,31	0,06	0,25	0,1548
	2	1:3	0,53	1,57	0,59	1,43	0,3375
		1:6	0,12	0,71	0,14	0,60	0,1690
	3	1:3	0,87	2,48	0,96	2,32	0,3508
		1:6	0,23	1,25	0,26	1,09	0,1920
	4	1:3	1,25	3,44	1,37	3,36	0,3634
		1:6	0,39	2,00	0,43	1,77	0,1950
	5	1:3	1,82	4,68	1,89	4,58	0,3889
		1:6	0,61	2,96	0,65	2,70	0,2061
	6	1:3	2,43	6,16	2,48	6,01	0,3944
		1:6	0,93	4,34	0,97	4,00	0,2143
	7	1:3	3,14	7,78	3,17	7,66	0,4036
		1:6	1,37	5,96	1,40	5,81	0,2300
	8	1:3	3,99	9,65	3,99	9,65	0,4135
		1:6	1,89	7,85	1,89	7,89	0,2413
Бензин "Калоша"	1	1:3	0,21	0,78	0,24	0,63	0,2692
		1:6	0,04	0,35	0,06	0,27	0,1143
	2	1:3	0,47	1,65	0,53	1,37	0,2848
		1:6	0,11	0,86	0,15	0,65	0,1279
	3	1:3	0,78	2,58	0,87	2,25	0,3023
		1:6	0,21	1,44	0,27	1,18	0,1458
	4	1:3	1,14	3,59	1,27	3,28	0,3175
		1:6	0,36	2,17	0,43	1,91	0,1659
	5	1:3	1,60	4,80	1,75	4,53	0,3333
		1:6	0,60	3,40	0,67	2,95	0,1732
	6	1:3	2,24	6,27	2,32	6,00	0,3535
		1:6	0,92	4,74	0,98	4,35	0,1941
	7	1:3	2,98	8,12	2,99	7,74	0,3674
		1:6	1,37	6,75	1,43	6,32	0,2030
	8	1:3	3,98	10,34	3,79	9,80	0,3864
		1:6	2,05	9,05	2,05	9,05	0,2261

Таблица 3

извлече- ние смолистых веществ в %	Образец № 4					$\frac{x}{y}$	извлече- ние смолистых веществ в %
	концентрация смолистых веществ в %						
	опытная		расчетная				
	x	y	x	y			
7,68	0,08	0,33	0,10	0,29	0,2424	6,38	
3,57	0,02	0,18	0,02	0,12	0,0944	2,97	
8,12	0,19	0,76	0,23	0,65	0,2500	7,70	
4,82	0,04	0,38	0,058	0,28	0,1053	4,45	
8,58	0,34	1,28	0,39	1,10	0,2656	8,30	
6,70	0,08	0,65	0,11	0,53	0,1176	6,62	
10,90	0,53	1,84	0,59	1,66	0,2880	11,12	
8,58	0,15	1,13	0,18	0,88	0,1327	8,60	
13,21	0,78	2,59	0,83	2,35	0,3012	12,00	
12,32	0,26	1,71	0,29	1,40	0,1520	10,81	
14,46	1,10	3,40	1,14	3,21	0,3235	18,40	
14,46	0,41	2,44	0,44	2,15	0,1680	13,63	
16,70	1,47	4,34	1,51	4,27	0,3387	18,40	
16,34	0,65	3,36	0,69	3,25	0,1935	21,95	
13,84	1,98	5,58	1,98	5,58	0,3542	17,35	
29,91	1,00	4,84	1,00	4,84	0,2665	28,34	
7,21	0,12	0,48	0,13	0,41	0,2500	7,69	
4,23	0,03	0,22	0,03	0,18	0,1227	4,07	
7,71	0,26	1,01	0,28	0,89	0,2574	8,43	
4,81	0,08	0,50	0,08	0,43	0,1300	5,67	
8,37	0,42	1,59	0,46	1,45	0,2642	8,57	
5,05	0,12	0,89	0,14	0,76	0,1348	6,98	
10,02	0,60	2,18	0,66	2,09	0,2752	10,60	
10,19	0,20	1,37	0,22	1,22	0,1460	7,55	
13,02	0,84	2,91	0,89	2,84	0,2887	12,33	
11,10	0,29	1,89	0,33	1,79	0,1534	10,88	
14,50	1,12	3,76	1,17	3,72	0,2979	13,64	
16,65	0,44	2,64	0,47	2,60	0,1667	15,84	
18,39	1,43	4,70	1,48	4,70	0,3043	15,10	
19,06	0,65	3,73	0,67	3,67	0,1743	20,46	
14,32	1,84	5,85	1,84	5,85	0,3148	16,10	
25,02	0,93	5,11	0,93	5,11	0,1827	25,92	

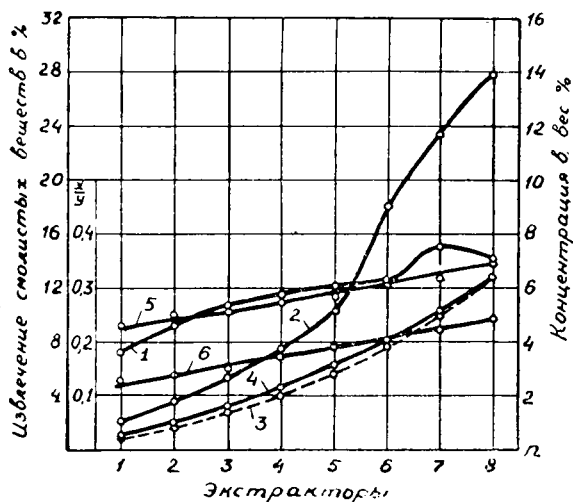


Рис. 2 Изменение концентрации, степени извлечения и коэффициента распределения смолистых веществ при экстракции образца № 2 бензином «Калоша» в зависимости от порядкового номера экстрактора.

Обозначения: Извлечение смолистых веществ по экстракторам при соотношении фаз 1:3 (1) и 1:6 (2); экспериментальные (3) и расчетные (4) концентрации смолистых веществ в растворе вие шепы при соотношении фаз 1:3; коэффициент распределения при соотношении фаз 1:3 (5) и 1:6 (6).

растворителя внутрь древесины, вследствие чего в последнем экстракторе, в который загружена свежая неэкстрагированная щепка, проникновение растворителя замедляется.

С увеличением отношения между фазами понижается концентрация смолистых веществ и уменьшается вязкость раствора. Менее вязкий раствор легче проникает по капиллярам внутрь древесины, лучше растворяет смолистые вещества и обладает вследствие этого большей экстрагирующей способностью.

Зависимость извлечения смолистых веществ и коэффициента распределения от порядкового номера экстрактора в случае экстракции образца № 2 бензином графически представлена на рис. 2.

Из табл. 2 и рис. 2 видно, что коэффициент распределения смолистых веществ от первого (хвостового) экстрактора к восьмому (головному) экстрактору постепенно увеличивается по закону прямой линии.

Увеличение коэффициента распределения в направлении от первых к последним экстракторам можно объяснить следующим: в начале процесса в головных экстракторах та часть экстрагируемых смолистых веществ, которая находится в открытых смоляных каналах и разрезанных трахеидах, извлекается быстрее и в общем выходе смолистых веществ занимает большую долю. В хвостовых экстракторах экстракционной батареи увеличивается доля более трудно экстрагируемых веществ, и скорость экстракции падает. Увеличение коэффициента распределения в направлении от первых экстракторов к последним происходит также за счет увеличения экстрагируемых свойств экстрагента вследствие постепенного его обогащения скипидаром. В первом экстракторе экстракционной батареи содержание скипидара в экстрагенте наименьшее. При переключении экстракторов к головной части батареи количество скипидара в экстрагенте увеличивается, и вместе с тем растет его экстрагирующая способность.

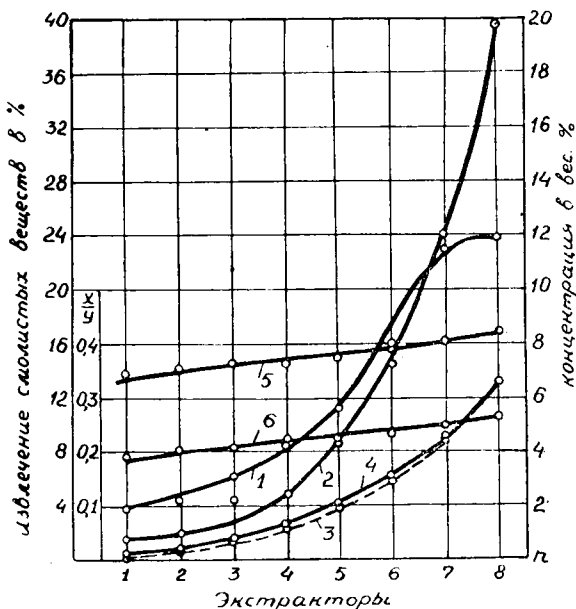


Рис. 3. Изменения концентрации, степени извлечения и коэффициента распределения смолистых веществ при экстракции образца № 2 бутиловым спиртом в зависимости от порядкового номера экстрактора. (Обозначения те же, что и на рис. 2).

Из табл. 2 и 3 видно, что коэффициент распределения также зависит от содержания экстрагируемых веществ и влаги в исходном сырье, соотношения фаз и природы органического растворителя.

С увеличением содержания смолистых веществ в исходном материале для одного и того же растворителя коэффициент распределения возрастает, а разность между начальными и конечными его значениями уменьшается. При увеличении соотношения фаз коэффициенты распределения смолистых веществ уменьшаются, а разность между начальными и конечными величинами коэффициента распределения остается постоянной.

При экстрагировании бутиловым спиртом коэффициент распределения получается наибольший, а изменение коэффициента распределения в процессе экстракции наименьшее (рис. 3).

В случае экстракции бензином зрелого пневого осмола (образцы № 1 и № 2) значение коэффициентов распределения получается наименьшее, а разность между начальными и конечными значениями коэффициентов — наибольшая.

При выводе формул мы допустили, что соотношение фаз и коэффициент распределения по экстракторам являются постоянными.

В процессе работы экспериментально установлено, что соотношение фаз можно считать постоянным по всем экстракторам, кроме восьмого, в котором соотношение фаз меньше, чем в каждом из остальных. Что касается коэффициента распределения смолистых веществ, то, как видно из табл. 2 и 3, он изменяется в зависимости от порядкового номера экстрактора в экстракционной батарее.

Изменение коэффициента распределения в процессе экстракции вызывает расхождение между опытными и расчетными величинами.

Установлено, что расхождение во всех случаях экстракции уменьшается по направлению к головной части батареи и в восьмом (головном) экстракторе опытные и расчетные концентрации совпадают.

При увеличении содержания экстрагируемых веществ в исходном материале разность между начальными и конечными значениями коэффициентов распределения уменьшается. В этом случае расхождение между опытными и расчетными величинами меньше.

При увеличении соотношения фаз разность между коэффициентами распределения в начале и конце процесса экстракции для одного и того же образца почти не изменяется, но относительное расхождение между ними возрастает, вследствие чего возрастает расхождение между опытными и расчетными концентрациями.

В процессе работы установлено, что при увеличении соотношения фаз содержание смолистых веществ в растворах, находящихся как внутри, так и вне щепы, уменьшается, что находится в полном соответствии с формулами (1), (3), (5), (9).

Из таблиц видно, что для обоих растворителей и всех исследованных образцов, концентрации смолистых веществ в растворах, находящихся вне и внутри щепы, возрастают с увеличением порядкового номера экстрактора, что можно видеть и из формул (5), (9).

Из рис. 2 и 3 видно, что характер изменения расчетных и опытных концентраций смолистых веществ примерно одинаков.

В табл. 4 для всех исследованных образцов даны концентрации смолистых веществ в растворах (вне и внутри щепы) и степень извлечения их бутиловым спиртом и бензином «Калоша» при таком начальном содержании смолистых веществ, которое имеет данный образец пневого осмола.

Таблица 4

№ образца	Соотношение фаз	Бутиловый спирт			Бензин «Калоша»		
		концентрация смолистых веществ		степень извлечения смолистых веществ	концентрация смолистых веществ		степень извлечения смолистых веществ
		x_8	y_1		x_8	y_1	
1	1:3	9,27	0,66	97,50	8,69	1,70	93,76
	1:6	5,16	0,19	98,73	4,23	0,52	98,14
2	1:3	6,60	0,49	97,64	6,36	1,64	92,28
	1:6	3,33	0,14	98,86	3,75	0,34	98,40
3	1:3	3,99	0,71	93,49	3,98	0,78	93,53
	1:6	1,89	0,31	96,70	2,05	0,35	96,11
4	1:3	1,98	0,33	95,18	1,84	0,48	93,06
	1:6	1,00	0,18	97,37	0,93	0,22	97,37

Из данных табл. 4 видно, что степень извлечения смолистых веществ из всех исследованных образцов древесной щепы в случаях экстракции бутиловым спиртом и бензином «Калоша» при соотношении фаз 1:3 меньше, чем при соотношении 1:6.

Для соотношения фаз 1:6 степень извлечения смолистых веществ практически можно считать одинаковой для обоих растворителей и всех исследованных образцов.

При соотношении фаз 1:3 степень извлечения смолистых веществ (при исследовании всех взятых образцов) бутиловым спиртом выше, чем бензином.

Приняв экстрагирующую способность бутилового спирта за единицу, на основании данных табл. 1 мы сделали пересчеты, результаты которых приведены в табл. 5.

Таблица 5

Номер образца	1	2	3	4
Бутиловый спирт	1	1	1	1
Бензин «Калоша»	0,85	0,88	0,87	0,85

При данном соотношении экстрагирующей способности взятых для исследования экстрагентов степень извлечения ими смолистых веществ (по данным табл. 5) показана в табл. 6.

Из табл. 4 и 6 можно видеть, что чем ниже содержание смолистых веществ и влаги в исходной щепе, тем выше степень извлечения и меньше концентрации смолистых веществ в растворе, находящемся внутри щепы для обоих органических растворителей при одном и том же соотношении фаз и одинаковом возрасте пней.

С увеличением соотношения фаз степень извлечения смолистых веществ из осмола возрастает, а концентрации их в растворах вне и внутри щепы для обоих взятых органических растворителей при одной и той же влажности щепы и возрасте пня уменьшаются. Бутиловый спирт извлекает больше смолистых веществ, чем бензин «Калоша», в особенности при меньшем соотношении фаз.

Для того, чтобы установить зависимость выхода смолистых веществ от возраста пневого осмола, в табл. 7 приведены данные расчета. В них за начальное содержание смолистых веществ принято то, которое соответствует данному экстрагенту для 18-летнего осмола (по определению в аппарате Сокслета).

Из табл. 7 видно, что с уменьшением возраста пневого осмола выход смолистых веществ при применении обоих растворителей падает. Для бутилового спирта выход смолистых веществ из одного и того же образца по отношению к 18-летнему осмолу примерно одинаков. Для бензина «Калоша» выход смолистых веществ несколько выше, чем при экстракции бутиловым спиртом. Объяснить это, по-видимому, можно

тем, что при экстракции бензином образца 18-летнего осмола, содержащего большое количество труднорастворимых окисленных смоляных кислот, общий выход смолистых веществ уменьшается.

С уменьшением соотношения фаз и возраста пневого осмола для одного и того же образца при применении обоих растворителей выход смолистых веществ примерно одинаков, и для образца одногодичной спелости составляет около 23% от выхода смолистых веществ при экстракции 18-летнего осмола.

Таблица 6

№ образца	Соотношение фаз	Степень извлечения смолистых веществ в пересчете на экстрагирующую способность бутанола	
		бутанол	бензин
1	1:3	97,50	79,70
	1:6	98,73	83,42
2	1:3	97,64	81,21
	1:6	98,86	86,59
3	1:3	93,49	81,37
	1:6	96,70	83,62
4	1:3	95,18	79,10
	1:6	97,37	82,76

Таблица 7

№ образца	Соотношение фаз	Выход смолистых веществ	
		бутиловый спирт	бензин «Калоша»
1	1:3	97,50	93,76
	1:6	98,76	98,14
2	1:3	73,02	74,11
	1:6	73,93	79,03
3	1:3	40,03	41,09
	1:6	41,41	42,22
4	1:3	23,66	23,34
	1:6	24,21	24,42

На основании данных табл. 1 и 6 (по бутиловому спирту) нами вычислены соотношения выходов смолистых при применении различных экстрагентов (в процентах от первоначального количества этих веществ, извлеченных из образца 18-летнего возраста). Результаты вычислений даны в табл. 8.

Т а б л и ц а 8

№ образца	Соотношение фаз	Выход смолистых веществ	
		бу спирт	бензин „Калоша“
1	1:3	97,50	67,50
	1:6	98,73	70,69
2	1:3	73,06	53,59
	1:6	73,95	56,89
3	1:3	40,02	30,22
	1:6	41,35	31,05
4	1:3	23,68	16,77
	1:6	24,23	17,57

Из табл. 8 видно, что с уменьшением возраста пневого осмола выход смолистых веществ значительно уменьшается для каждого из взятых растворителей. С увеличением соотношения фаз выход смолистых веществ для одного и того же образца и растворителя несколько возрастает. При использовании осмола свежей заготовки (одного года после рубки) выход смолистых веществ составляет 17% от потенциально

возможного выхода их из осмола 18-годичной спелости.

Следовательно, использование свежего осмола экономически будет оправдываться только в том случае, если переработка будет комплексной.

Выводы

1. Характер изменения концентраций смолистых веществ в растворе внутри и вне щепы по экстракторам как по результатам опыта, так и вычисленных по предложенным формулам, для всех экстрагентов аналогичен.

2. С увеличением соотношения фаз $L : a$ повышается степень извлечения смолистых веществ из щепы осмола и понижается концентрация смолистых веществ в растворах внутри и вне щепы.

3. С увеличением параметра p концентрации смолистых веществ в щепе уменьшаются, причем в первом (хвостовом) экстракторе концентрация стремится к нулю, а в последнем (головном) к асимптоте (7).

4. С повышением концентрации смолистых веществ в растворах вне и внутри щепы, коэффициент распределения возрастает по закону прямой линии.

5. С понижением содержания влаги в щепе повышается степень извлечения и уменьшается концентрация смолистых веществ в растворе внутри щепы при одном и том же соотношении фаз и одинаковом возрасте пней.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Н. Козлов, Б. И. Смоленский. ЖПХ, т. 12, 1950, стр. 1290.
 [2]. Романков, Бао-Ч жи-Цюань. «Труды Ленинградского технологического института имени Ленсовета» вып. XXXIX, 1957, стр. 44. [3]. Andersen. Ind. Eng. Chem. 38, 1946, p. 450—454. [4]. Armstrong and Kammermeier. Ind. Eng. Chem. 34, 1942, p. 1231. [5]. Baker. Trans. Am. Inst. Chem. Ind. 32, 1936, p. 62—72. [6]. Crossberg. Ind. Eng. Chem. 42, 1950, p. 154. [7]. Elgin. Ind. Eng. Chem. 42, 1957, p. 47. [8]. Hawley. Ind. Eng. Chem. 9, 1917, p. 866. [9]. Kenyon, Kruse and Clark. Ind. Eng. Chem. 40, 1948, p. 186. [10]. Passino. Ind. Eng. Chem. 41, 1949, p. 280. [11]. Ravenscroft. Ind. Eng. Chem. 28, 1946, p. 351—355. [12]. Ruth. Chem. Eng. Progress, 44, 1948, p. 71—80. [13]. Sheibel. Chem. Eng. Progress, 49, 1953, p. 354—358.

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ПРОВАРА (ЖЕСТКОСТИ) СУЛЬФИТНОЙ НЕБЕЛЕННОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ НА ЕЕ ОБМЕННО-АДСОРБЦИОННЫЕ И ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

В. И. ЮРЬЕВ

Доцент, кандидат технических наук

С. С. ПОЗИН

Доцент, кандидат технических наук

Г. М. СКУРИХИНА

Ассистент

(Ленинградская лесотехническая академия)

В жестких сортах небеленой сульфитной целлюлозы остаточный лигнин находится частично в сульфонированном состоянии и образует так называемую твердую лигносульфовую кислоту. Присутствие лигносульфового комплекса влияет на электрокинетические и обменно-адсорбционные свойства небеленой сульфитной целлюлозы. Обменно-адсорбционные свойства твердой лигносульфоновой кислоты были установлены К. Кульгреном [6] и К. Ду Ритцем [7], [8]. Сведений же о влиянии степени провара (жесткости) сульфитной небеленой целлюлозы на ее электрокинетические свойства в литературе не имеется. В связи с этим представляло значительный интерес исследовать влияние жесткости целлюлозы на величину электрокинетического потенциала и поверхностную проводимость, а также сопоставить эти свойства с соответствующей обменно-адсорбционной активностью.

Для выяснения влияния степени провара (жесткости) целлюлозы на ее адсорбционные и электрокинетические свойства были подвергнуты исследованию два сорта технической небеленой сульфитной целлюлозы. Образец № 1 был получен с Выборгского комбината и представлял собой нормально жесткую целлюлозу, а образец № 2 — с Приозерского целлюлозного завода и являлся мягкой целлюлозой [1, а]. Образцы предварительно обеззоливались двукратной обработкой 0,1 н. HCl, тщательно промывались дистиллированной водой и затем подвергались химическому анализу.

Таблица 5

№ образца	Степень провара	Лигнин	Сера	СООП — группы	Пентозаны	Смола	Зола
1	117	4,30	0,220	0,19	3,41	1,15	0,047
2	55	1,42	0,078	0,16	3,55	1,10	0,056

Химическая характеристика этих образцов приведена в табл. 1 (результаты анализа отнесены к 100 г абс. сух. целлюлозы). Степень провара (жесткость) определялась стандартным перманганатным методом (по Бьеркману); лигнин — по Швальбе — Беккеру, сера — путем мокрого сжигания с крепкой азотной кислотой (катализатор — нитрат магния) по Клингштедту [4]; количество СООН-групп — методом декарбоксилирования с 12% HCl; пентозаны — при помощи бромид-броматного метода; смолистые вещества — путем эфирной экстракции. Определение золы производилось сжиганием целлюлозы с добавлением нескольких капель крепкой азотной кислоты. Для изучения электрокинетического потенциала указанных образцов целлюлозы использовался метод потенциала протекания, а для определения поверхностной проводимости применялась обычная кондуктометрическая установка. Методика и применяемая аппаратура подробно описаны в одной из наших предыдущих работ [2]. Определение электрокинетического потенциала производилось с учетом поверхностной проводимости и вычисление велось по следующей формуле:

$$\zeta = \frac{4\pi\eta K_0 E}{DP} = 1,05,10^5 \frac{K_0 E}{P}, \quad (1)$$

где ζ -потенциал и потенциал протекания E выражены в милливольтгах, общая проводимость целлюлозной диафрагмы K_0 в $ом^{-1}$, $см^{-1}$, давление P в $см$ рт. ст.

Для нахождения числового множителя в случае воды и водяных растворов принималось значение вязкости $\eta = 0,01$ пауза и диэлектрической проницаемости $D = 81$.

Поверхностная проводимость K_s определялась как разность проводимостей целлюлозной диафрагмы в целом — K_0 и фильтрата — K_v , то есть

$$K_s = K_0 - K_v \quad (2)$$

Влияние жесткости сульфитной целлюлозы на обменно-адсорбционные свойства изучалось путем определения поглощения иона кальция из 0,1 н. раствора в зависимости от рН равновесного раствора методом вытеснения [3]. В табл. 2 представлены результаты определения потенциала протекания $\left(\frac{E}{P}\right)$, общей (K_0) и поверхностной (K_s) проводимостей целлюлозной диафрагмы, проводимости фильтрата (K_v), а также величины ζ -потенциала, вычисленные по формуле (1) по отношению к дистиллированной воде.

Таблица 2

№ опыта	№ образца	$\frac{E}{P}$	Проводимость			ζ - потенциал
			$K_0 \cdot 10^6$	$K_v \cdot 10^6$	$K_s \cdot 10^6$	
1	1	0,41	93,3	4,0	89,3	-4,2
2	1	0,46	87,7	3,4	84,3	-4,5
3	1 а	0,98	60,6	2,1	58,5	-6,3
4	2	1,08	57,3	2,1	55,2	-6,6

Так как поверхностная проводимость зависит от размеров пор диафрагмы, то кондуктометрическое сравнение диафрагм из различных материалов необходимо делать только при одинаковой плотности их. В табл. 2

представлены данные определения электрокинетических свойств сульфитной небеленой целлюлозы в зависимости от степени провара (жесткости) по отношению к дистиллированной воде, полученные на диафрагмах одинаковой плотности ($d = 0,335 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$).

В табл. 3 приведены аналогичные данные по отношению к 0,0001 н. раствору хлористого калия.

Таблица 3:

№ опыта	№ образца	$\frac{E}{P}$	Проводимость			ζ - потенциал
			$K_0 \cdot 10^6$	$K_v \cdot 10^6$	$K_s \cdot 10^6$	
1	1	0,35	172,2	29,0	143,2	-6,4
2	1	0,38	160,9	28,7	132,2	-6,5
3	1 а	0,66	116,2	15,4	100,8	-8,4
4	2	0,83	96,9	16,1	80,8	-8,5

В табл. 2 и 3 в качестве иллюстраций приведены данные параллельных опытов для двух целлюлозных диафрагм, полученных из образца № 1 (см. опыты 1 и 2).

Как показывают данные табл. 2 и 3, с увеличением степени провара (жесткости) сульфитной целлюлозы отрицательная величина электрокинетического потенциала возрастает (см. опыты 1, 2 и 4). Это находится в соответствии с нашими предыдущими исследованиями ζ -потенциала для различных сортов целлюлозных материалов [2], в результате которых было установлено, что беленые сорта сульфитной целлюлозы всегда имеют более отрицательный ζ -потенциал, чем небеленые, то есть удаление лигнина сопровождается увеличением свободного заряда на целлюлозных волокнах.

Поверхностная проводимость (K_s) весьма сильно зависит от степени провара целлюлозы. Чем выше жесткость целлюлозы, тем больше величина поверхностной проводимости. Это, по-видимому, находится в связи с относительно более высоким содержанием твердой лигносульфоновой кислоты, обладающей сильно кислотным характером в менее проваренных целлюлозах.

Таблица 4

рН	Адсорбировано Ca^{++} в м-эка на 100 г абс. сух. целлюлозы		
	образец 1	образец 1а	образец 2
1,13	5,7	—	2,8
1,16	—	5,4	—
1,45	7,8	—	3,5
2,12	8,3	6,1	3,6
2,85	—	—	3,9
2,87	8,6	—	—
3,27	—	6,2	—
3,54	—	—	4,1
3,67	8,8	—	—
4,08	9,3	—	4,7
4,72	—	7,3	—
4,80	10,1	—	5,1
5,54	10,3	—	5,2
5,75	—	7,6	—

Как показывает табл. 4, обменно-адсорбционная активность по отношению к катионам металла в сильной степени зависит от жесткости целлюлозы. Если допустить, что вся сера входит в состав лигносульфонового комплекса* и принять кислотный миллиэквивалент серы в этом комплексе за 0,032, а миллиэквивалент карбоксильных групп за 0,45, то можно вычислить по данным химического анализа (см. табл. 1) ожидаемую обменно-адсорбционную активность как сумму кислотных миллиэквивалентов лигносульфонового комплекса и карбоксильных групп. В табл. 5 даны соответствующие вычисленные значения, сопоставленные с опытными величинами адсорбционной способности при $pH = 5,54$.

Таблица 5

Жесткость по Бьеркману	Количество кислотных миллиэквивалентов лигносульфонового комплекса на 100 г абс. сух. целлюлозы	Количество миллиэквивалентов $COOH$ — групп на 100 г абс. сух. целлюлозы	Адсорбционная способность в м-эков. на 100 г абс. сух. целлюлозы	
			$\Gamma_{\text{выч}}$	$\Gamma_{\text{оп}}$ при $pH = 5,54$
117	6,9	4,2	11,1	10,3
55	2,4	3,6	6,0	5,2

Из табл. 5 вытекает, что обменно-адсорбционная способность небеленой сульфитной целлюлозы по отношению к катионам металла в кислых растворах в основном определяется остаточным содержанием лигносульфонового комплекса и карбоксильными группами. Чем менее проварена целлюлоза, то есть чем больше ее жесткость, тем большая доля в обменно-адсорбционной активности падает на лигносульфовый комплекс. Для того, чтобы окончательно показать, что в обменно-адсорбционной активности жесткой сульфитной целлюлозы играет большую роль количественное содержание твердой лигносульфоновой кислоты, были поставлены опыты по частичному удалению ее из образца № 1. Как показал Кульгрэн [5], если твердая лигносульфовая кислота находится в свободном состоянии, то есть путем катионного обмена ионы металла (например, Ca^{++}) заменены на ионы водорода, то она становится способной растворяться в воде. Это растворение, согласно Кульгрэну, может происходить как в горячей, так и в холодной воде, но в последнем случае процесс растворения протекает очень медленно. При проведении опыта обеззоленный образец № 1 настаивался в течение 20 часов в горячей дистиллированной воде ($t = 80^\circ C$) и 90 часов в холодной воде ($t = 20^\circ C$) при трехкратной смене дистиллированной воды. Целлюлозная масса затем отсасывалась на воронке Бюхнера, промывалась свежей порцией дистиллированной воды и доводилась до воздушно сухого состояния. В полученном препарате определялось количество серы и лигнина. Содержание серы при вышеуказанной обработке снизилось с 0,22 до 0,14 г на 100 г абс. сух. целлюлозы, а количество лигнина уменьшилось с 4,30 до 3,62.

Для этого препарата, обозначаемого как образец № 1а, были определены электрокинетические и обменно-адсорбционные свойства. Полученные результаты представлены в табл. 2, 3, 4 и на рис. 1, из которых ясно видно, что с уменьшением количества твердой лигносульфоновой кислоты

* В целлюлозе слабосвязанная сера составляет по отношению к прочносвязанной сравнительно небольшую величину и ею при ориентировочных подсчетах можно пренебречь [16].

ζ -потенциал увеличивается, а поверхностная проводимость и обменно-адсорбционная способность уменьшается. Таким образом, существует непосредственная связь между содержанием твердой лигносульфоновой кислоты в небеленой сульфитной целлюлозе и ее обменно-адсорбционными и электрокинетическими свойствами. Из всего вышесказанного вытекает, что обменно-адсорбционная активность небеленой сульфитной целлюлозы в кислых растворах определяется как количеством твердой лигносульфоновой кислоты, так и количеством карбоксильных групп.

Этот вывод можно распространить (как показано в нашей лаборатории) и на другие волокнистые целлюлозные материалы. В белых сортах хлопковой и древесной целлюлозы, а также в оксигелюлозах (например, в моно- и дикарбоксилцеллюлозах) обменно-адсорбционная активность зависит, главным образом, от содержания карбоксильных групп.

При более высоких рН обменно-адсорбционная активность может обуславливаться фенольными гидроксильными группами лигнина и, наконец, гидроксильными, входящими в основное звено целлюлозной макромолекулы.

Выводы

1. Степень провара (жесткость) сульфитной небеленой целлюлозы значительно влияет на ее обменно-адсорбционные и электрокинетические свойства. С увеличением жесткости (количества твердой лигносульфоновой кислоты) возрастают количество адсорбируемых катионов металла и поверхностная проводимость целлюлозных волокон, а отрицательное значение ζ -потенциала уменьшается.

2. В кислой области растворов обменно-адсорбционная активность волокнистых целлюлозных материалов определяется, с одной стороны, содержанием остаточного лигносульфонового комплекса (древесные небеленные сорта сульфитной целлюлозы), а с другой — количеством карбоксильных групп.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. Н. Непенин. Технология целлюлозы, т. 1. Производство сульфитной целлюлозы. Гослесбумиздат, 1956; а) стр. 8, табл. 1; б) стр. 301, табл. 26
 [2]. В. И. Юрьев, С. С. Позин. ЦНИИБ, «Материалы центрального научно-исследовательского института целлюлозной и бумажной промышленности», вып. 38, 1950, стр. 58. [3]. В. И. Юрьев, С. С. Позин и Г. М. Скурхина. Центральный научно-исследовательский институт бумажной промышленности, «Материалы института», вып. 37, 1948, стр. 83. F. W. Klingstedt, Z. anal. chem., 1938, 101. [5]. C. Kullgren. Pap. Fabr. № 1, 1934, 2. Sv. Pap. Tidn., 55, 1, 1952, 1. [6]. C. Kullgren. Sv. Kem. Tidskr. 42, 1930, 179. [7]. C. Du Rietz, Zellstoff u Papier № 12, 1933, № 1, 1934. [8]. C. Du Rietz, Uber das Jonenbindungsvermögen Fester Stoffe. Stockholm, 1938.

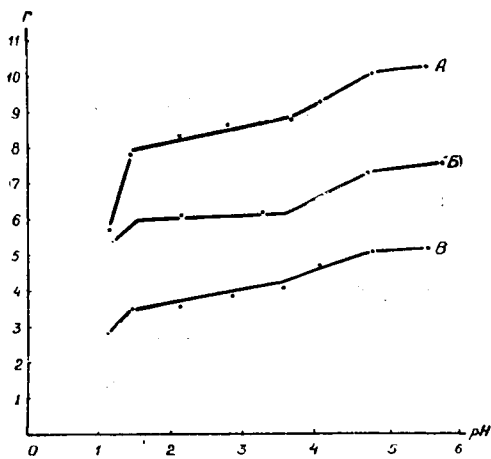


Рис. 1. А — образец № 1; Б — образец № 1а; В — образец № 3.

СВОЙСТВА И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СКИПИДАРОВ ИЗ ЖИВИЦЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В КРЫМУ

И. И. БАРДЫШЕВ

Профессор, доктор химических наук

Л. В. РОМАН

(Белорусский лесотехнический институт)

В предыдущих наших работах было показано, что образцы скипидаров, полученных из живицы индивидуальных деревьев сосны обыкновенной [5], [6], сосны крымской [3], сосны австрийской [4], а также ели обыкновенной [2] отличаются друг от друга по своим физическим свойствам и химическому составу. Особенно резко эти различия проявляются для скипидаров из живицы индивидуальных деревьев сосны обыкновенной. Этот факт дал нам основание предположить, что существуют, по крайней мере, две формы обыкновенной сосны, которые при взаимном многовековом перекрестном опылении дают разнообразные гибриды. Данные наших химических исследований находятся в полном соответствии с исследованиями лесобиолога Гальперна [7], который также считает «лесную сосну» *P. silvestris* L. сборным видом, охватывающим несколько типов, способных к образованию разнообразных бастардов. Наши сосновые насаждения, по мнению этого автора, представляют собой серию гибридов двух типичных среднерусских крайних форм сосны: «крючковатой» — *P. hamata* (Stev.) D. Sosn. и «плоский» — *P. plana* (christ) Halpern, получивших такие названия за форму чешуй, образующих их шишки. Количественное соотношение этих форм сосны и их гибридов сильно варьирует в зависимости от места произрастания. Этим, по-видимому, и объясняется тот факт, что при изучении химического состава образцов скипидаров, полученных из живицы казалось бы одного и того же вида *P. silvestris* L., но произрастающих в разных географических зонах, различными авторами были получены разные результаты [7]—[11].

Настоящее исследование посвящено изучению физических свойств и химического состава образцов скипидаров, полученных из живицы индивидуальных деревьев *P. silvestris* L., произрастающих в Крыму. Результаты данного и предыдущих [1]—[5] исследований показали, что физические свойства образцов скипидаров значительно варьируют. Так, величины удельного вращения изменяются в пределах от $+23^{\circ}$ до -35° ,

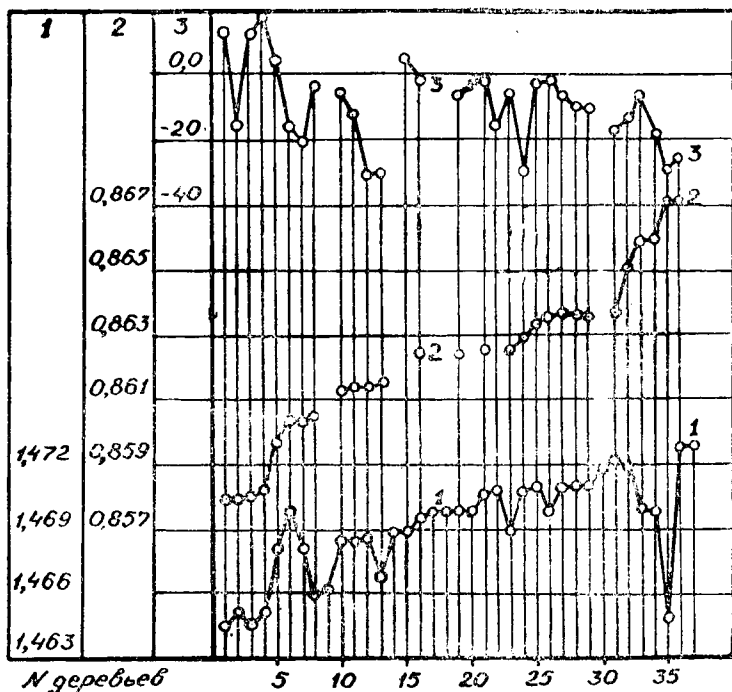


Рис. 1. Свойства образцов скипидаров, полученных из живицы индивидуальных сосен.

удельный вес — от 0,858 до 0,867 и коэффициент рефракции n от 1,465 до 1,473 (рис. 1). Необходимо отметить, что в данном случае большинство скипидаров вращало плоскость поляризованного луча влево, тогда как скипидары, полученные из живицы индивидуальных сосен, произрастающих, например, в Московской области, вращают плоскость поляризованного луча большей частью вправо. Изученные в настоящей работе образцы скипидаров состояли, в основном, из двух компонентов: α - и β -пиненов. Мы не могли обнаружить присутствия третьего компонента отечественных скипидаров — Δ^3 -карена. По-видимому, если Δ^3 -карен и содержится в исследованных образцах скипидаров, то в весьма незначительных количествах.

Мы исследовали также свойства образцов канифоли, полученных из живицы этих сосен. Оказалось, что свойства канифоли полностью соответствуют техническим требованиям ГОСТ 797-55.

Полученные результаты говорят о том, что большинство деревьев, от которых мы отбирали живицу для данного исследования, принадлежит к одной форме сосны, по-видимому, к *P. hamata* (Stev.) D. Sosn.

Как известно, в нашей стране систематически производятся искусственные насаждения сосны обыкновенной. В связи с этим мы хотели бы обратить внимание лесобиологов на то, что для искусственного лесонасаждения следовало бы отбирать семена такой разновидности сосны, которая продуцирует скипидар, содержащий в основном ценные для химической промышленности углеводороды — α - и β -пинены. К тому же, как показали наши предварительные исследования, деревья этой разновидности сосны являются наиболее смолопродуктивными. (Следует отметить, что в США и Франции это важное мероприятие начинает постепенно претворяться в жизнь [12], [13]).

Экспериментальная часть

Подсочке подвергали 37 сосен в возрасте 80 лет, произрастающих вблизи г. Ялты на высоте около 1300 м над уровнем моря. Подсочку производили в середине августа 1953 года способом открытых ранений. Живицу собирали в пробирки. Время нахождения живицы в открытых пробирках составляло 4 дня. За указанное время из раны выделялось в среднем по 20—30 г живицы. Скипидар из живицы отгоняли с водяным паром. Выход скипидара составлял в среднем 20—23% от веса живицы.

Для изучения химического состава скипидаров образцы, имеющие сходные свойства, были объединены и подвергнуты фракционной вакуумной перегонке на колонке эффективностью в 80 теоретических тарелок. Характеристика скипидара дана в табл. 1.

Таблица 1

Свойства объединенных образцов скипидаров

№ образца	Деревья, скипидары которых объединены для исследования	α_D^{20}	n_D^{20}	d_4^{20}
1	1, 3, 4, 5, 15	от +4,3° до +19,5°	от 1,4656 до 1,4691	от 0,8570 до 0,8597
2	12, 13, 24, 25	от -28,2° до -29,5°	от 1,4660 до 1,4704	от 0,8612 до 0,8679
3	6, 7, 11, 22, 31, 32, 34	от -10,7° до -19,4°	от 1,4680 до 1,4723	от 0,8604 до 0,8660
4	8, 10, 16, 19, 21, 23, 25, 26, 27, 28, 33	от -0,5° до -8,4°	от 1,4659 до 1,4712	от 0,8606 до 0,8660

В табл. 2 приведен примерный количественный состав четырех объединенных образцов скипидаров.

Таблица 2

Химический состав скипидаров (в %)

№ образца	α -пинен	β -пинен	Выскипающая фракция
1	70	25	5
2	57	38	5
3	51	44	5
4	49	45	6

В табл. 3 показаны физические свойства наиболее чистых фракций терпенов, полученных из указанных четырех образцов скипидаров.

Таблица 3

Свойства лучших фракций терпенов, полученных из скипидаров

№ образца	α -пинен			β -пинен		
	$[\alpha]_D^{20}$	n_D^{20}	d_4^{20}	$[\alpha]_D^{20}$	n_D^{20}	d_4^{20}
1	+20,7°	1,4652	0,8585	-15,7°	1,4761	0,8705
2	-37,8°	1,4652	0,8589	-20,0°	1,4768	0,8703
3	-12,4°	1,4652	0,8577	-21,7°	1,4784	0,8713
4	+11,9°	1,4652	0,8586	-21,5°	1,4788	0,8700

Присутствие α -пинена в каждом из образцов скипидаров доказывалось путем получения борнилхлорида и нитрозохлорида, а β -пинена,

получением нопиновой кислоты (с соответствующими для этих производных температурами плавления).

Из данных табл. 1—3 видно, что все образцы скипидаров более чем на 90% состоят из α - и β -пиненов. Величина и знак удельного вращения образцов скипидаров, как правило, зависят от величины и знака удельного вращения α -пинена. В то время, как величина удельного вращения β -пинена, присутствующего в этих образцах скипидаров, существенно не изменяется, величина удельного вращения α -пинена изменяется в широких пределах.

Относительное содержание α - и β -пинена в образцах скипидаров подвержено значительным колебаниям, в результате которых изменяются физические свойства скипидаров.

В табл. 4 приведены свойства полученных нами образцов канифоли.

Таблица 4

Свойства образцов канифоли

Свойства	Показатели по ГОСТ 797-55	№ образца			
		1	2	3	4
Цвет	X—WG	X	X	X	X
Влага в %	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Зола в %	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
Механические примеси в %	0,05	Нет	Нет	Нет	Нет
Температура размягчения в °С	68	82	82	85	83
Кислотное число	168	169,5	171,0	170,2	169,8
Неомыляемые в %	6,5	4,0	4,5	4,0	5,0

Как видно из табл. 4, все свойства полученных образцов канифоли соответствуют высшему сорту сосновой канифоли.

Выводы

Свойства изученных образцов скипидаров варьируют в значительных пределах.

Образцы скипидаров состоят (примерно на 90%) из α - и β -пиненов и не содержат заметных количеств Δ^3 -карена.

Свойства канифоли, полученной из соответствующих образцов жижицы, соответствуют свойствам высшего сорта сосновой канифоли.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Б. А. Арбузов. ЖР ФХО, 59, 1927, стр. 247. [2]. И. И. Бардышев. «Труды Белорусского лесотехнического института» № 9, 1957, стр. 105. [3]. И. И. Бардышев, К. В. Бардышева. ЖПХ, 25, 1952, стр. 1095. [4]. И. И. Бардышев, К. В. Бардышева. ЖПХ, 25, 1952, стр. 1231. [5]. И. И. Бардышев, А. Л. Пирятинский, К. В. Бардышева. «Лесное хозяйство» № 12, 1949. [6]. И. И. Бардышев, А. Л. Пирятинский, К. В. Бардышева. ДАН СССР, 75, 1950. [7]. Г. Гальперн. «Природа» № 5, изд. АН СССР, 51, 1949. [8]. Г. Дюпон. Терпентинные масла. ГОНТИ, Л., 1931. [9]. В. Н. Крестинский, С. С. Малевская, Ф. Т. Солодкий. ЖПХ, 5, 1932, стр. 950. [10]. А. Г. Пирятинский, И. Н. Соркин. Сб. «Химическая переработка древесины». Гослестехиздат, М., 1936. [11]. M. M. Sorokin. «Лесохимическая промышленность» № 10, 1939, стр. 61. [12]. Chem. a. Eng. News № 48, 1956, p. 5868. [13]. F. Morgen Naval. Stores Rev., 62, № 47, 1953, 18. [14]. M. Audin. Bull. de l'Inst. du Pin № 89, 1938, 53.

ВЛИЯНИЕ ВОДНОЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ДРЕВЕСИНЫ НА ОКИСЛЕНИЕ ЛИГНИНА РАЗБАВЛЕННОЙ АЗОТНОЙ КИСЛОТОЙ

А. Е. СОСНИН

Кандидат технических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Давно известно, что разбавленная азотная кислота при нагревании окисляет лигнин древесины и других растительных материалов. Однако большинство проведенных ранее работ [3] было посвящено изучению возможностей применения этой реакции для получения целлюлозы.

Первые попытки изучения механизма реакции азотной кислоты с лигнином были сделаны Кроссом и Бивеном [4], которые установили, что катализатором реакции окисления лигнина является азотистая кислота. Позднее вопросу взаимодействия азотной кислоты с лигнином был посвящен ряд работ [2], но все-таки механизм реакции остается невыясненным окончательно до сих пор, так как неизвестно точное строение лигнина. Действие разбавленной азотной кислоты является в основном окислительным, но при этом происходит также процесс нитрования лигнина, так как выделенный после растворения в щелочи окисленный лигнин содержит азот, частично связанный в форме нитрогрупп. Изучение особенностей реакции лигнина с разбавленной азотной кислотой имеет практическое и теоретическое значение.

Автором, совместно с проф. В. М. Никитиным [1], было показано, что реакция между лигнином и разбавленной азотной кислотой носит цепной характер, подтверждением чего является полное торможение реакции после добавки незначительных количеств ароматических аминов и фенолов. Выяснено также отрицательное влияние перемешивания, которое может полностью тормозить реакцию окисления.

Настоящая работа * посвящена выяснению влияния водноэкстрактивных веществ древесины на реакцию окисления лигнина азотной кислотой.

Экспериментальная часть

Для опытов использовалась древесина березы, ели, сосны и дуба, имеющая следующую характеристику (см. табл.).

* Работа выполнена под руководством проф. В. М. Никитина.

Таблица 1

Наименование древесных пород	Содержание в %	
	лигнина	водноэкстрак- тивных веществ
Береза	21,30	2,01
Ель	28,30	1,50
Сосна	28,10	1,80
Дуб	21,40	5,61

15 г опилок, размером 2—3 мм, заливались 200 мл 3—4%-ной азотной кислоты, и смесь нагревалась до кипения в колбе с обратным холодильником. Полученный остаток промывали водой и обрабатывали 3%-ным NaOH при температуре 80—90° С в течение часа, после чего взвешивали и определяли лигнин по Кенигу.

Результаты некоторых опытов представлены в табл. 2.

Таблица 2

№ опыта	Наименование древесных пород	Концентра- ция HNO ₃ в %	Время на- гревания в мин.	Выход продук- та в %	Лигнин в % от веса остатка	Лигнин в % от исходного
1	Сосна	3	20	73,25	35,60	93,40
2	Береза	3	20	39,10	3,15	5,30
3	Ель	3	20	45,60	8,45	13,75
4	Дуб	3	40	52,40	30,40	74,20
5	Дуб	4	60	50,50	31,80	75,50
6	Сосна	3	40	70,00	36,80	92,00

При проведении опытов было замечено, что наступление момента начала реакции окисления (который обычно очень легко отмечается по энергичному вспениванию, выделению окислов азота и интенсивной оранжевой окраске древесины) у древесины сосны и дуба не наблюдалось в течение всего времени проведения опыта, тогда как у древесины березы и ели указанные выше признаки реакции наблюдались еще до начала кипения, а в процессе его проявлялись особенно интенсивно.

На основании большого количества экспериментов можно сказать, что эта особенность реакции связана с отрицательным влиянием водноэкстрактивных веществ древесины, которые при переходе в раствор кислоты до начала реакции тормозят реакцию окисления лигнина, действуя аналогично ароматическим аминам и фенолам [1].

Опыты показали, что при обработке древесины дуба и сосны горячей водой (для удаления экстрактивных веществ) способность лигнина такой древесины к окислению значительно повышается и становится практически такой же, как у древесины березы и ели. Сравнение результатов опытов 5 и 6 (табл. 2) и опытов 2 и 4 с проэкстрагированной древесиной (табл. 3) указывает на большую разницу в содержании лигнина. Реакция окисления древесины, обработанной горячей водой, начиналась еще до кипения и при более низкой концентрации кислоты.

Для подтверждения того, что причиной повышения активности лигнина по отношению к азотной кислоте является удаление воднорастворимых веществ, а не изменение свойств лигнина под действием водной обработки, были проделаны опыты, доказывающие ингибирующие свойства водных экстрактов древесины.

В одном из опытов 10 г сосновых опилок нагревались в течение 10 минут с 250 мл воды. 200 мл полученного экстракта, содержащего

0,14 г сухого вещества (количество которого определялось в параллельном опыте) разбавлялось равным объемом 6%-ной HNO_3 . Из полученной таким образом 3%-ной кислоты бралось 200 мл, содержащих 0,07 г экстрактивных веществ сосны, и нагревалось в течение 1,5 часа с 15 г древесины березы. При этом не проявлялось никаких признаков окисления (что подтверждалось данными анализа). В раствор перешло только 26,6% лигнина от исходного, тогда как в опыте 2 (табл. 1) за 20 минут в раствор перешло 94,7% лигнина. Подобные же результаты были получены и с экстрактом из древесины дуба. 10 г древесины дуба нагревали с 250 мл 4%-ной HNO_3 в течение двух минут. Затем 200 мл кислоты, содержащие 0,42 г экстрактивных веществ дуба, нагревались с 15 г древесины березы в течение часа при кипении. Окисления не происходило (опыт 7, табл. 3).

Таблица 3

№ опыта	Наименование древесных пород	Концентрация кислоты в % и добавляемый экстракт	Продолжительность экстракции в мин.	Остаток в %	Лигнин в %	Лигнин в %
1	Сосна	3,0	40	70,0	36,8	92,0
2	Сосна, экстрагированная горячей водой	3,0	30	43,2	6,43	9,95
3	Дуб	4,0	60	50,5	31,8	75,5
4	Дуб, экстрагированный горячей водой	2,4	60	39,8	1,42	2,7
5	Береза	3,0	20	39,1	3,15	5,3
6	"	2,4	120	56,0	26,6	69,8
7	Береза, экстрагированная горячей водой	2,4	60	38,6	2,54	4,42
8	Береза	3,0, экстракт сосны	90	54,2	28,9	73,4
9	"	4,0, экстракт дуба	60	53,0	28,5	72,25
10	"	4,0, экстракт щелочного лигнина	60	53,6	28,22	71,12
11	"	4,0, экстракт березы	60	55,0	28,8	74,4

Так как причиной торможения являются фенольные вещества (таннины, лигнин), то можно было ожидать, что присутствие их в древесине березы и ели будет тормозить окисление лигнина. Но береза и ель содержат немного растворимых фенольных веществ, да и в раствор они переходят медленно, в результате чего количество их в растворе оказывается недостаточным для торможения реакции. С другой стороны, проделанные опыты показали, что выделенные водой экстрактивные вещества древесины березы, добавленные в кислоту (0,28 г на 200 мл 4%-ной HNO_3) полностью задерживают реакцию окисления 15 г древесины березы. А древесина, из которой выделены экстрактивные вещества, быстро окисляется даже 2—4%-ной HNO_3 . Исходная же древесина в этих условиях не окисляется в течение двух часов. Таким образом, ингибирующие свойства экстрактов березы также хорошо проявляются, хотя и в других условиях. Значительный эффект торможения реакции окисления наблюдался при кипячении щелочного лигнина с разбавленной азотной кислотой (гидролизный лигнин в этих же условиях энергично окислялся). Этот факт был объяснен нами наличием в щелочном лигнине фенольных веществ, растворимых в воде.

Для опыта брали 7 г лигнина, кипятили в течение 5 минут с 250 мл воды, затем брали 200 мл полученного экстракта, содержащего 0,07 г сухого вещества, и использовали его для приготовления 4%-ной HNO_3 . 200 мл кислоты, содержащие 0,2 г растворенного лигнина, не окисляли 15 г древесины в течение часа при кипячении (опыт 8, табл. 3).

Интересно также отметить, что торможение реакции окисления разбавленной азотной кислотой путем добавления воднорастворимых веществ наблюдалось нами не только в применении к лигнину древесины, но также и в других реакциях, где азотная кислота является окислителем. Нами изучался процесс нитрования фенола, ванилина, а также растворение меди в азотной кислоте. В присутствии экстрактивных веществ дуба мы не наблюдали распада азотной кислоты, с чем обязательно должен быть связан процесс окисления.

Из сказанного можно сделать следующий вывод: присутствие в разбавленной азотной кислоте небольших количеств водноэкстрактивных веществ полностью предотвращает окислительное действие азотной кислоты на лигнин.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. М. Никитин и А. Е. Соснин. Материалы конференции по химии и технологии лигнина. «Труды ЛТА», вып. 75. 1956. [2]. Н. И. Никитин. Химия древесины. Изд. АН СССР, 1951. [3]. A g o n o v s k y a. coll. Paper Tr. Journal 21. I, 1939, 41. [4]. C. Cross and. E. J. Bevan. J. Chem. Soc. 38, 1880, 666.

Поступила в редакцию
3 января 1958 г.

ЗА РУБЕЖОМ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО
КОРЕЙСКОЙ НАРОДНО-ДЕМОКРАТИЧЕСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ

А. Н. ЧЕРНЕГА

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Украинская сельскохозяйственная академия)

В соответствии с соглашением об экономическом и культурном сотрудничестве между СССР и Корейской Народно-Демократической Республикой мне довелось около двух лет проработать в Корее.

Успешное разрешение задач, поставленных перед сельским и лесным хозяйством Кореи, потребовало организации ряда экспедиций. Для оказания практической помощи исследовательским партиям в изучении состояния лесного хозяйства и мер по улучшению его ведения, нам, во главе с начальником департамента лесного хозяйства, пришлось преодолеть около трех с половиной тысяч километров чрезвычайно трудного пути по лесам Кореи.

Во время этих поездок мы осмотрели лесные массивы вдоль берегов Желтого и Японского морей, поднимались на знаменитую гору Пектусан, воспетую в корейском народном эпосе, ознакомились с лесами республики и работой лесных предприятий. На рис. 1 представлена маршрутная карта нашего пути. Цифрами I, II, III, IV и V обозначены места нахождения экспедиционных партий.

Флора лесов Кореи отличается исключительным разнообразием и богатством растительных видов. Хвойные породы представлены двенадцатью видами сосны, тремя видами пихты, тремя видами лиственницы, четырьмя видами ели и т. д. Лиственные породы представлены тремя видами дуба, шестнадцатью видами березы, сорока четырьмя видами ивы, тридцатью видами клена и т. п.

Леса Северной Кореи занимают 76% всей площади, из них 82% составляет сплошной лес, 10% — редины, 7% — непокрытая лесная площадь, 1% — прогалины. Однако эти цифры нельзя считать вполне точными, так как они получены по данным довоенных обследований.

Лесной фонд республики на 1953 г. составлял около 162 млн. м³, из них хвойных — 56%, лиственных — 44%.

Таблица I

Распределение лесного фонда и запасов древесины

Наименование пород	Запас древесины в тыс. м ³	Процент запаса
Хвойные		
Лиственница	32 266	37,9
Сосна	26 725	31,9
Пихта	6 917	8,1
Кедр	1 582	0,9
Прочие	18 000	21,2
Всего	85 490	100,0%
Лиственные		
Дуб	31 222	41,0
Клен	9 543	12,5
Лина	7 415	9,7
Осина	4 913	6,4
Тополь	3 727	4,9
Береза	2 892	3,8
Орех	401	0,5
Каштан	255	0,3
Ясень	147	0,2
Прочие	15 863	21,6
Всего	76 378	100,0



Рис. 2. Возобновление осинников после рубок дубовых, еловых и других ценных древостоев в центральной зоне.

Данные о распределении лесного фонда и запасов древесины по породам не являются окончательными, так как леса республики еще не полностью лесоустроены. Как видно из таблицы, в лесном фонде наибольшую часть занимают лиственница, сосна (36,5%) и дуб (19,3%). Спелого и приспевающего леса числится выше 50 млн. м³.

Характер лесной растительности и ее пространственное размещение находится в прямой связи со строением поверхности и климатическими особенностями различных частей Северной Кореи, с резко выраженной вертикальной зональностью. Большая часть территории расположена выше 1000 м над уровнем моря.

Изучение современного состояния лесной растительности позволяет разделить страну на четыре лесообразующие зоны: 1 — Центральная зона Северной Кореи, 2 — Восточная зона, простирающаяся вдоль побережья Японского моря, 3 — Западная зона, расположенная вдоль побережья Желтого моря, 4 — Северная зона, находящаяся у границы Кореи с СССР и КНР (рис. 1).

Центральная зона Северной Кореи представляет собой густонаселенный район с разветвленной сетью железных и шоссейных дорог, сплавными реками. Леса этой зоны наиболее пострадали от рубок и от военных действий; к тому же в результате сдирания с поверхности земли листового покрова и хвои, обламывания на топливо нижних ветвей ра-

стущих деревьев, скармливания скоту травянистой растительности привело к тому, что леса превратились в низкоствольные и низкополнотные. Деревья потеряли вершины и развиваются за счет боковых ветвей.

Для центральной зоны наиболее характерны смешанные леса с преобладанием: дуба монгольского, клена белого, ясеня обыкновенного, ясеня маньчжурского, клена маньчжурского, осины, липы мелколистной, сосны обыкновенной и некоторых других пород.

В связи с повсеместной вырубкой лесов в этой зоне, естественное возобновление произошло за счет таких малоценных пород как осина, ольха, береза (рис. 2). Значительные по размерам лесные площади вследствие развития эрозийных процессов утратили верхний слой почвы. В этих местах поверхностный слой почвы представляет собой материнскую породу.

Осиновые леса, или осинники, произрастают в основном на нижних частях горных склонов и представлены насаждениями III и IV класса бонитетов. Средняя высота деревьев достигает 15—18 м, средние диаметры на высоте груди 15—12 см. Подлесок в осинниках, представленный жимолостью обыкновенной, спиреей, шиповником, дикой розой, можжевельником и другими породами, разражен.

Редким явлением стали насаждения из аянской и сибирской ели, пихты серебристой, лиственницы сибирской,

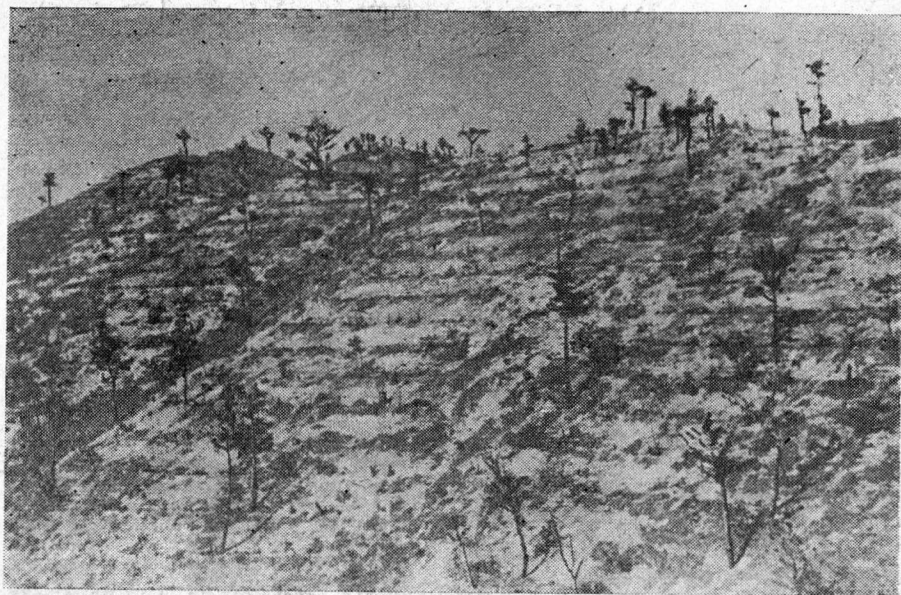


Рис. 3. Горные склоны, лишенные растительности в связи с бессистемной рубкой леса прошлых лет, в Западной зоне вблизи гор. Чонгжу.

кедра корейского. Молодой подрост этих пород находится во втором и третьем ярусе под бурно возобновившимися лиственными.

Восточная зона, простирающаяся вдоль побережья Японского моря, характерна разнообразием древесных и кустарниковых пород, чему способствуют теплые и влажные ветры. Здесь преобладают перегнойно-карбонатные почвы и красные, а также бурые почвы лиственных лесов.

Горы, расположенные вдоль побережья Японского моря, покрыты широколиственными лесами, отличающимися богатством растительных видов. Дуб представлен несколькими видами. В дубяках произрастают клен, ясень, липа, ильмовые и др. В ущельях гор мы наблюдали целые рощи каштана съедобного и грецкого ореха. Большие заросли на склонах и в лощинах образуют насаждения белой акации. На повышенных местах в смеси с лиственными породами произрастают сосна, тисс, пихта, кедр.

Господствующей породой Восточной зоны является дуб монгольский, который часто образует чистые заросли. По данным русских исследователей В. Л. Комарова, П. М. Делоткевича и других эта зона изобилвала прекрасными чистыми дубовыми лесами. В настоящее же время, в результате лесоразрушительной деятельности прошлых лет, дубовые рощи повсеместно уничтожены. Склоны

гор, ранее покрытые дубовым лесом, превратились в безлесные, лишенные растительности. Систематическая порубка дубового молодняка на топливо и удобрение фактически исключает возможность возобновления дубняков.

Западная зона, простирающаяся вдоль побережья Желтого моря, на обширном пространстве побережья и нижнего течения рек затопляется водой.

Несмотря на засоленность почв, здесь произрастают большие заросли камыша. Лесные насаждения представлены отдельными участками и мелкими куртинами, состоящими из тополя, ивы, акации, сосны. Древесные породы этой зоны имеют сравнительно низкое качество. Деревья, как правило, низкорослые, кривые, с дуллистыми стволами. Часть горных склонов совершенно лишена растительности, верхние горизонты почвы смыты до материнской породы (рис. 3).

Северная зона, граничащая с СССР и КНР, является самым лесистым районом страны. Лесом и кустарником здесь покрыто более 90% площади. По своему составу и группировке они мало чем отличаются от лесов Советского Приморья и Маньчжурии.

Лиственница даурская произрастает на дренированных почвах горных склонов, часто встречаются аянская и сибирская ель, пихта серебристая. На крупной древесине разрушенных гранитов и гнейсов встречается сосна, и несколько реже — кедр корейский. Кедр корейский

небольшими группами и единичными деревьями растут среди еловых и лиственных лесов.

Наиболее крупные массивы лиственницы сохранились на севере в районе горы Пектусан, на плоскогорье Кяма, вдоль реки Туманган на границах с КНР и СССР. Южнее ее ареал проходит вдоль рек Намдачхон и Хочхонган.

Лиственница даурская — стройное дерево с высокопосаженной кроной, высота ее достигает 32 м, диаметр — 1 м. Встречаются 200-летние насаждения лиственницы с запасом в 400—450 м³ на 1 га. В лучших лиственных насаждениях запас достигает 600 м³ на 1 га. В большинстве же случаев эти насаждения II или III класса бонитета с запасом в 180—200 м³. Лиственница образует как чистые насаждения, так и смешанные (с участием осины), а во втором ярусе ели и березы (каменной и белой).

Являясь главной породой хвойных лесов, лиственница даурская заслуженно называется «народным деревом». Она имеет широкий ареал распространения (от 500 до 2000 м над уровнем моря).

Широколиственные и смешанные леса с преобладанием лиственных пород произрастают на высоте до 1600 м над уровнем моря, а на южных склонах Туманского хребта есть леса, расположенные на высоте 2000 м. Туманские леса растут в мало доступных горах и хорошо сохранились после войны. В горных лесах встречается клен, дуб, кедр, серебряная пихта, короткоколючная и красная сосна.

Значительные площади заняты чистыми сосновыми насаждениями. Часто встречаются сосняки, в которых произрастают дуб и другие лиственные породы. Дальневосточная пихта представлена двумя видами, из которых наиболее ценной в хозяйственном отношении является пихта цельнолистая, достигающая высоты 38—42 м.

Таблица 2

Распределение лесной площади по провинциям Северной Кореи

Наименование провинций	Площади лесов в тыс. га	Процент лесистости
Южный Хамген . . .	2420	26,7
Северный Хамген . .	1695	18,3
Чаган	1417	15,5
Хванхе	1004	11,1
Южный Пхеньян . . .	974	10,5
Северный Пхеньян . .	895	9,5
Канвон	760	8,3
Всего	9165	100,0

Вершины гор, поднимающиеся более чем на 2000—2200 м над уровнем моря, обычно лишены леса. Они покрыты кедровым стланником и травами. В подлеске глубоких межгорных долин растут шиповник и чертово дерево, часто пе-

ревитые лианами, образующими почти непроходимые заросли. В травяном покрове встречаются различные лекарственные растения, из которых наибольшую ценность имеет дикорастущий женьшень.

Несмотря на то, что общий процент лесистости по республике относительно велик, распределяется лес по территории неравномерно (см. табл. 2).

Запасы основных лесных массивов, сосредоточенных в трех северных провинциях, составляют свыше 60% общего запаса наиболее ценной древесины. Необходимо заметить, что на 1 га лесопокрывтой площади приходится всего около 22 м³ древесины, то есть почти в пять раз меньше, чем в СССР.

Колоссальный ущерб был нанесен лесам Кореи в результате военных действий в 1950—1953 гг. Особенно большой ущерб нанесен бомбардировками вражеской авиации. Только по предварительным данным экспедиции, изучающей состояние лесного хозяйства Северной Кореи, установлено, что лесные массивы уничтожены на площади около 300 тыс. га (запас в 2,5 млн. м³). Значительные лесные массивы повреждены пожарами и требуют колоссального труда по их восстановлению (рис. 4). Нанесен значительный ущерб в результате уничтожения защитных и важных водоохраных массивов, произраставших вдоль рек. Бессистемная вырубка леса, неправильная распашка земли вызвали усиленный сток поверхностных вод, который способствовал развитию эрозии. Эрозия почв, в свою очередь, приносит большой вред народному хозяйству Кореи. Ежегодно увеличивается число оврагов, растет количество площадей, подверженных размыву и смыву почвогрунтов.

По данным департамента лесного хозяйства, в 1914 году площадь пораженная наводнением, составляла свыше 60 тыс. га. Через шесть лет она возросла в 2,5 раза, через двадцать лет, с 1914 по 1934 год, в 6 раз. Ежегодно в стране от наводнения гибнут посевы на площади, превышающей 6000 га.

В районе города Амбён, близ Вонсана, наносные породы покрыли сотни гектаров ценных плодовых садов. Уровень земли поднялся более чем на один метр (рис. 5). В гор. Хамхин, вблизи моста Монсече, за прошедшие 20 лет уровень дна реки поднялся на 1,7 м.

В Корее, в течение трех летних месяцев (июнь, июль, август), выпадает от 50 до 65% среднего количества годовых осадков. В этот период дожди нередко переходят в ливни, нанося неисчислимый вред народному хозяйству и жителям. В районе Пхеньяна среднее годовое количество осадков составляет около 1000 мм, в районе Вонсана 1400 мм, в Енампо 909 мм, в Чхосане 914 мм.



Рис. 4. Леса Кореи, поврежденные пожарами от действия вражеской авиации во время войны. Северная зона, район Пектусана.

Обилие летних осадков при массовом уничтожении лесов привело к постепенному уменьшению самого плодородного верхнего слоя почвы. Развитию эрозионных процессов способствуют природные факторы, а именно то, что многочисленные цепи гор в средней части Северной Кореи полностью лишены лесной растительности.

С созданием Корейской Народно-Демократической Республики бесплановая вырубка леса была немедленно прекращена. Лесное хозяйство стало развиваться, сочетаясь с нуждами народного хозяйства.

Даже в военное время лесовосстановительные работы не сокращались. Следует отметить, что только за два года (1953—1954) в Северной Корее было посажено леса больше, чем за 40 лет господства японских оккупантов. В 1955 г. посажены леса на площади 68 тыс. га, в 1956 г. на площади 70 тыс. га.

Большое внимание в трехлетнем плане

восстановления и развития КНДР уделено лесовосстановительным работам. В период весенних лесопосадочных работ посадка и посев леса стали всенародным делом и к этой работе привлекается значительная часть населения республики.

За короткий срок было организовано свыше 70 лесных питомников общей площадью в 1500 га. Вблизи Пхеньяна создана первая Государственная контрольно-семенная станция, определяющая качество семян древесно-кустарниковых пород. Большое внимание стало уделяться сбору семян, для чего были выделены специальные лесосеменные хозяйства.

Восстановление и дальнейшее развитие народного хозяйства КНДР настоятельно потребовало ежегодного увеличения отпуска леса на корню. Трехлетним планом восстановления и развития республики (1954—1956 гг.) лесозаготовки предусматривались в размере



Рис. 5. Сад, занесенный горными породами, смытыми в результате истребления лесов на склонах. Восточная зона, гор. Вонсан.

8250 тыс. м³, из них 84% лесозаготовок были отнесены на Север, где преобладают перестойные и спелые насаждения.

Начатые впервые в 1954 г. рубки ухода проведены за трехлетний период на площади более 45 тыс. га. Это в значительной степени повысило объем заготавливаемой древесины и улучшило видовой состав насаждений.

Департамент лесной промышленности за короткий срок создал лесозаготовительные тресты с постоянными кадрами рабочих. Широкое строительство узкоколейных дорог позволило механизировать вывозку леса из труднодоступных горных мест, откуда при колониальном режиме древесину доставляли вручную. Использование энергии горных рек дало возможность электрифицировать транспортировку леса. Кроме двух действующих лесовозных дорог, планом предусмотрено строительство новых дорог в северной части республики.

Больше половины заготавливаемой древесины доставляется водным путем. Несмотря на то, что скорость горных рек достигает 25 км/час, сплавщики Кореи с большим искусством водят плоты в любую погоду.

Лесопильная и деревообрабатывающая промышленность Северной Кореи сосредоточена в основном в городах, расположенных вдоль рек и около железных дорог. Управление наиболее крупными предприятиями осуществляется непосредственно Департаментом лесной промышленности.

Еще недавно на предприятиях городов Синьчжу, Хесанчжин, Кильчжу и других переработка древесины ограничивалась распиловкой леса, а теперь здесь изготовляют различную мебель, оконные и дверные переплеты, двери, паркет.

За короткое время освоено массовое производство клееной фанеры.

В настоящее время подготовка кадров для лесного хозяйства осуществляется на лесном факультете Вонсанского сельскохозяйственного института, в трех лесных техникумах и на постоянно действующих одногодичных курсах. Окончившие факультет лесного хозяйства получают специальность «инженера лесного хозяйства» и «инженера лесной промышленности».

На лесном факультете Вонсанского сельскохозяйственного института обучается свыше 300 человек. Лесные техникумы ежегодно выпускают до 100 человек по разным специальностям. Не-

смотря на это, лесное хозяйство и лесная промышленность ощущают острую потребность в квалифицированных специалистах лесного хозяйства и деревообрабатывающей промышленности.

Молодое лесное хозяйство КНДР успешно развивается и за короткий срок добилось значительных успехов в лесовосстановительных работах, борьбе с эрозией, созданием полезащитных лесных насаждений, облесением оврагов. Все это сыграло значительную роль в развитии сельского хозяйства и улучшения материального состояния трудящихся Северной Кореи.

Поступила в редакцию
27 февраля 1958 г.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

СОВЕЩАНИЕ ПО ТИПОЛОГИИ ВЫРУБОК

П. И. ВОЙЧАЛЬ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

В. А. БЕРДНИКОВ

Ст. преподаватель

(Архангельский лесотехнический институт)

14—15 апреля 1958 г. в гор. Архангельске состоялось первое широкое совещание по проблеме типологии вырубок, созданное Северным отделением Института леса Академии наук СССР совместно с Архангельским областным отделением НТО лесной промышленности.

В совещании приняли участие более 100 человек, в том числе представители Института леса АН СССР, лесных научно-исследовательских учреждений Коми и Карельской АССР, Всесоюзного объединения «Агролеспроект», научные работники Архангельского лесотехнического института, сотрудники управления лесного хозяйства Архангельского областного управления сельского хозяйства, работники лесхозов и лесоустроители. На совещании было заслушано 10 докладов и 3 сообщения.

С докладом «Основы типологии вырубок» выступил профессор Архангельского лесотехнического института, директор Северного отделения Института леса АН СССР акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехов.

Постановка на широкое обсуждение вопроса о типологии вырубок вызвана практической необходимостью. Еще более десяти лет назад проф. И. С. Мелехов, на основании многолетних исследований, пришел к выводу, что для практических целей, прежде всего для возобновления леса на вырубках, большие территории вырубок должны расчленяться на отдельные типы по растительному, прежде всего по напочвенному покрову.

Согласно его концепции тип вырубки есть основная классификационная единица лесорастительных условий применительно к концентрированным выруб-

кам и определяется природными условиями, эксплуатационными особенностями самой рубки и изменениями, происходящими после рубки.

В своем интересном докладе акад. И. С. Мелехов теоретически обосновал выделение типов вырубок, остановился на вопросах дальнейшей систематизации таких вырубок и их классификации.

Докладчик привел разработанную им схему, которая наглядно показывает связь типа вырубок с типами леса. В центре этой схемы расположены типы леса по В. Н. Сукачеву, в левой части ее представлены типы вырубок, образовавшиеся после рубки без воздействия огня, в правой — пирогенные типы вырубок, явившиеся результатом сплошного пала.

В докладе показано, что понятие «тип вырубки» содержит глубокий биологический смысл, — это не просто «травостой» или «моховой ковер». Тип вырубки, как и тип леса, является понятием синтетическим.

Тип вырубки динамичен, он представляет собою определенный этап в развитии растительности, поэтому его следует рассматривать не только в пространстве, но и во времени. Одни из типов вырубок эфемерны, кратковременны, существуя до 3—5 лет, другие сохраняют свое лицо более длительные сроки — до 10 и более лет.

В заключение докладчик осветил вопросы картирования типов вырубок, величины выделов, условных обозначений и т. п.

Кроме основного доклада совещанию были представлены доклады:

В. Г. Чертовского «Образование и облесение долгомошных вырубок на месте ельников-черничников»;

Кандидата биологических наук Е. И. Якушевой «К физиологии эдификаторов долгомошных вырубок»;

А. А. Корелиной «Кипрейно-паловые вырубки в Квандозерском лесничестве Архангельской области»;

Кандидата сельскохозяйственных наук Ю. А. Орфанитского «О почвенных условиях кипрейно-паловых и луговиковых вырубок»;

В. В. Репневского «Лишайниковые вырубки и возобновление леса на Кольском полуострове»;

П. В. Стальской «Взаимоотношение луговика извилистого с его спутниками на луговиковых вырубках разных лет»;

А. С. Твороговой «К вопросу о микрофлоре в почвах луговиковых вырубок»;

Кандидата сельскохозяйственных наук П. Н. Львова «Результаты аэросева по типам вырубок в Квандозерском лесничестве Архангельской области»;

Кандидата сельскохозяйственных наук А. С. Синникова «Применение типов вырубок при создании лесных культур».

Только один перечень докладов говорит о том, что в коллективах Северного отделения Института леса АН СССР и Архангельского лесотехнического института им. В. В. Куйбышева серьезно, глубоко и всесторонне изучают проблему типологии вырубок.

Все прослушанные доклады показали их целеустремленность и явились результатом комплексного изучения указанной проблемы под общим руководством акад. И. С. Мелехова.

При обсуждении докладов участники совещания — научные сотрудники, преподаватели лесотехнического института, лесоустроители, работники лесхозов на конкретных примерах показали значимость и практическую необходимость выявления и дальнейшего изучения типов вырубок.

Совещание одобрило разработку типологии вырубок, как новое научное направление, имеющее большое теоретическое и практическое значение.

МИХАИЛ ЕЛЕВФЕРЬЕВИЧ ТКАЧЕНКО

(1878—1950)

В ноябре 1958 года исполняется 80 лет со дня рождения Михаила Елевферьевича Ткаченко, выдающегося ученого, одного из основателей научно-экспериментального направления в лесоводстве, создавшего ряд капитальных научных трудов, которые по своей научной ценности, оригинальности мысли и простоте изложения снискали ему широкую известность.

М. Е. Ткаченко родился 15 ноября 1878 г. в гор. Валках Харьковской области в семье агронома. Окончив среднее училище земледелия и садоводства в г. Умани, он поступил в Петербургский лесной институт, после окончания которого в 1904 году был оставлен для подготовки к профессорской деятельности.

В те годы в лесоводстве было положено начало развитию теоретического учения о типах насаждений, основателем которого был Г. Ф. Морозов. Большое значение в этом учении придавалось влиянию условий местопроизрастания.

Михаил Елевферьевич, обладая ясным умом и отличной теоретической подготовкой, с самого начала своей работы пошел по пути экспериментального изучения естественноисторических факторов, влияющих на жизнь леса. К этому периоду относится его первая научная работа «О роли леса в почвообразовании» (1908 г.), в которой он привел яркие доказательства в пользу высказанной акад. С. И. Коржинским в виде гипотезы мысли о деградации чернозема под влиянием леса. Крупнейшие ученые С. С. Неуструев и М. М. Филатов, изучавшие эволюцию почв, дали высокую оценку этой работе. Основные выводы из нее вошли в советские и зарубежные учебники по лесоводству и почвоведению.

В 1907 году ученый совет Петербургского лесного института избирает М. Е. Ткаченко ассистентом по кафедре лесоустройства и лесной таксации.

Вскоре его направляют в Германию

для изучения лесного хозяйства, а после возвращения в 1909 г. прикомандировывают к лесному специальному комитету в качестве докладчика по критическому разбору лесоустроительных отчетов. В 1911 г. вышла книга М. Е. Ткаченко «Леса Севера», которая явилась результатом исследований, проведенных в 1907—1908 гг. в лесах одного из районов Архангельской губернии. Книга характеризует состав, рост и возобновление леса и дает новое освещение вопросов происхождения и структуры первобытных лесов. Изучая в таксационном отношении собранный им материал и анализируя лесоустроительные материалы, поступавшие в Лесной специальный комитет, молодой ученый пришел к обоснованию закономерной зависимости видовых чисел древесных стволов от их коэффициентов формы. На основании измерений только длины и двух диаметров древесного ствола (одного на половине высоты и другого на высоте груди) можно определить точный объем ствола какой угодно породы, взятой в любой части земного шара. В 1911 г. это открытие было изложено в статье «Закон объемов древесных стволов»*.

В том же 1911 г. Михаил Елевферьевич командировается в США и пишет книгу о лесах и лесном хозяйстве этой страны. Став в 1913 г. членом лесного специального комитета и заведующим лесным отделом, он проверяет в натуре лесоустроительные работы в Симбирской, Пензенской, Воронежской губерниях, а также в Крыму и на Кавказе.

* Позднее на основании полученных М. Е. Ткаченко закономерностей Государственным трестом «Союзлеспром» были составлены специальные таблицы для определения объемов древесных стволов разных пород (массовые таблицы), сыгравшие в свое время большую роль при массовой таксации леса.

Особенно сильно энергия и талант М. Е. Ткаченко проявились после победы Великой Октябрьской Социалистической революции. С 1917 года он работал в Сельскохозяйственном ученом комитете (преобразованном затем в Государственный институт опытной агрономии), где заведывал лесным отделом, объединявшим всю научно-исследовательскую работу по лесному хозяйству.

В 1919 г. Ученый совет Петроградского лесного института избирает М. Е. Ткаченко заведующим кафедрой частного лесоводства. С 1921 г. и до конца жизни он возглавляет кафедру общего лесоводства и в течение этого времени занимается разработкой основных вопросов, выдвигаемых советским лесным хозяйством. Так, под его руководством учениками и сотрудниками (В. З. Гулисавили, Н. Е. Декатов, А. И. Асосков, И. С. Мелехов, Л. Ф. Правдин и др.) было проведено много экспериментальных работ, охватывающих все важнейшие области лесохозяйственных знаний — лесное почвоведение, лесоводство, лесную метеорологию, микробиологию; а также были проведены Бузулукская, Марийская и Ижевская экспедиции, ставившие своей целью всестороннее изучение лесов этих районов и оказание непосредственной помощи в налаживании лесного хозяйства в них.

В период, когда начала осуществляться механизация лесоразработок и транспорта леса, Михаил Елевферьевич написал книгу «Концентрированные рубки» (1930 г.), в которой он обосновал теорию этой основной системы рубок в лесах III группы. В книге был дан глубокий анализ взаимосвязей между принципами лесоводства и лесоэксплуатации на новых началах механизированного транспорта; было показано также лесоводственное значение отдельных приемов механизированной заготовки и первичного транспорта леса при условии их правильной организации. Наконец, в ней указывались пути и методы успешного возобновления леса на концентрированных вырубках.

В этот же период была опубликована его книга «Очистка лесосек», созданная в результате многочисленных лесоводственных, почвенных и микробиологических исследований (среди них заслуживают внимания оригинальные по методике работы В. З. Гулисавили и Н. Н. Сушковой, проведенные под руководством М. Е. Ткаченко, где впервые была строго научно проанализирована положительная и отрицательная роль огня в лесу). В этой книге дана научная теория очистки лесосек, на основании которой разработана методика улучшения почвы и содействия возобновлению наиболее ценных для хозяйства пород в различных естественнo-исторических условиях.

Эти две книги («Концентрированные

рубки» и «Очистка лесосек») сыграли большую роль в развитии теории и практики советского лесного хозяйства.

В мировой литературе не было работ, которые по глубине освещения вопросов были бы равноценны этим трудам проф. М. Е. Ткаченко.

Много внимания уделял он изучению водоохранно-защитной роли леса. В лесоводственной литературе долго существовало мнение, что в равнинных условиях лес является сильным испарителем почвенной влаги, и что влажность почвы под лесом всегда меньше, чем вне его (Вермишев, П. В. Отоцкий, Г. Н. Высоцкий и др.). С таким односторонним подходом к решению этого вопроса М. Е. Ткаченко согласиться не мог. Еще при обосновании Лесного Кодекса в 1918 году он указал на то, что какого-либо однородного гидрологического баланса под лесом и вне его быть не может. В природе имеется бесконечное количество вариантов различных сочетаний растительности и конкретных лесорастительных условий, взаимосвязи которых по-разному будут влиять на водный режим почв и гидрологический баланс. Этот вывод был подтвержден последующими исследованиями С. А. Яковлева, Л. А. Иванова, Н. В. Родникова, А. А. Молчанова и др.

В настоящее время можно считать установленным, что вопрос о влажности почвы под лесом и вне его должен решаться различно в зависимости от почвенно-топографических условий, состава и возраста леса и других факторов.

В результате личных наблюдений, а также анализа громадного количества литературы, проф. М. Е. Ткаченко подготовил монографию «Водоохранно-защитные леса» (1935), основные положения которой были опубликованы в различных журналах как самим автором, так и другими учеными — В. Н. Оболенским, Л. С. Бергом и др.

По инициативе и под руководством М. Е. Ткаченко в Институте леса АН СССР была организована большая научно-исследовательская работа по изучению гидрологической роли леса. Эту работу сейчас успешно продолжает А. А. Молчанов.

Острый аналитический ум Михаила Елевферьевича вместе со способностями к синтезу и широким обобщениям, наблюдательность и мастерство, большой научный кругозор и эрудиция позволили ему подготовить и выпустить в свет капитальный труд — первый советский учебник «Общее лесоводство» (1939), в котором был обобщен большой опыт работы советских лесоводов — практиков и ученых, дан анализ и синтез мировой лесоводственной литературы. Этот непревзойденный труд получил блестящую оценку лесоводов как в нашей стране, так и за рубежом.

Незадолго до смерти проф. М. Е. Ткаченко подготовил второе издание учебника «Общее лесоводство», вышедшего в свет в 1952 году.

В годы Великой Отечественной войны М. Е. Ткаченко вступил в члены ВКП(б). Заведая в тот период кафедрой лесоводства в Уральском лесотехническом институте, он написал ценную работу «Рационализация лесного хозяйства Урала в связи с обороной страны», которая была посвящена вопросам рационализации заготовок специальных сортиментов и реорганизации лесного хозяйства Урала для лучшего обслуживания фронта и тыла.

Возвратившись в Ленинград в 1945 году, Михаил Елеферьевич с присущей ему энергией приступил к разработке принципов ведения лесного хозяйства СССР в послевоенное время. К этой работе он привлек профессоров и научных работников многих кафедр Лесотехнической академии.

С 1944 по 1946 гг. М. Е. Ткаченко руководил лабораторией лесоводства Института леса АН СССР, где под его руководством и при личном участии была написана методика составления карты леса СССР.

С 1947 по 1949 г. Михаил Елеферьевич был руководителем и активным участником Калининградской и Карельской лесных экспедиций, целью которых являлось ознакомление с состоянием лесного хозяйства этих районов и выработка рациональных форм ведения его в послевоенный период.

Под руководством проф. М. Е. Ткаченко на кафедре лесоводства Лесотехнической академии в послевоенный период была проведена большая экспериментальная работа по изучению биологии отдельных главнейших древесных пород, по разработке новых способов выращивания ели, березы, сосны и по согласованию механизации лесозаготовок с рациональным лесоводством.

Михаил Елеферьевич был одаренным лектором. Его лекции отличались оригинальностью и глубоким содержанием. Убедительность, образность и простота изложения, не лишеного подчас юмора, сочетались с высокой принципиальностью, строгостью и последовательностью. Они всегда были насыщены примерами и иллюстрациями, взятыми из самой жизни и из самых разнообразных областей науки и даже из художественной литературы. Многие специалисты лесного хозяйства по приезду в Лесотехническую академию считали своим долгом посетить и послушать лекции крупнейшего ученого, из которых каждый раз черпали для себя много нового и полезного.

Своими лекциями проф. М. Е. Ткаченко прививал слушателям любовь к лесу, к профессии лесовода, вызывал у них го-

рячее желание приносить пользу своей стране на поприще лесного хозяйства.

Яркой и волнующей была его первая лекция для первокурсников лесохозяйственных классов. В ней Михаил Елеферьевич раскрывал особенности профессии лесовода, показывая не только хорошие стороны, но и все трудности и невзгоды, которые могут встретиться у начинающего свою практическую жизнь молодого специалиста. Вместе с тем он особенно подчеркивал то, что советские молодые лесоводы, в отличие от лесоводов дореволюционной России, не будут чувствовать себя одинокими в любом пункте нашей страны, где бы ни довелось им работать. Они везде будут окружены вниманием и заботой советского народа, правительства и коммунистической партии.

Увлекательны были и комплексные экскурсии в природу, проводимые ежегодно под руководством М. Е. Ткаченко со студентами лесохозяйственного факультета. В этих экскурсиях Михаил Елеферьевич проявлял превосходное умение ориентироваться в природе, отмечать самое существенное и давать глубокий анализ рассматриваемых явлений. Он придавал очень большое значение таким экскурсиям, считая, что их не восполнят и не заменят другие формы учебы. Как педагог проф. М. Е. Ткаченко выделялся чуткостью, умением вовремя заметить и учесть индивидуальные особенности студента, дать толчок к дальнейшему росту выдающихся, помочь отстающим.

Им подготовлена не одна тысяча инженеров по лесному хозяйству, многие из которых в настоящее время выросли в крупных, широко известных в СССР ученых.

М. Е. Ткаченко был выдающимся популяризатором знаний о лесе среди трудящихся. Кроме капитальных научных работ, им написаны десятки брошюр, газетных статей и пр., рассчитанных на массового читателя. Он являлся также пропагандистом полезитного лесоразведения в степных и лесостепных районах и с этой целью неоднократно выступал в печати и с публичными лекциями. Им написана брошюра «Материалы о степном лесоразведении», где освещена история вопроса и рациональные методы создания полезитных насаждений.

Кроме педагогической научно-исследовательской и популяризаторской деятельности, Михаил Елеферьевич Ткаченко много внимания уделял общественной работе, активно сотрудничая в различных государственных и общественных организациях, выступая с докладами на актуальные темы на всесоюзных съездах и совещаниях по вопросам лесного хозяйства.

Трудно перечислить все области плодотворной деятельности проф. М. Е. Тка-

ченко и еще труднее переоценить значение его работ для развития лесного хозяйства нашей Родины. Более 130 печатных трудов и рукописей оставлено ученым в наследство отечественным лесоведам. Отличительной особенностью всех этих работ является актуальность и тесная связь с нуждами и запросами производства.

Ученый ежедневно получал десятки писем из различных уголков нашей Родины; ему писали научные работники и производственники, в том числе лесники и объездчики; они спрашивали совета, указаний в работе и всегда получали ответы.

М. Е. Ткаченко была свойственна требовательность к себе и к своим ученикам, прямота в высказываниях и непоколебимая вера в науку, чистоту которой он всегда защищал и отстаивал со всей

непримиримостью и силой своего темперамента.

Безграничная любовь к науке, патриотизм, трудолюбие и настойчивость, строго принципиальная последовательность в научных обобщениях и выводах, душевность — вот те черты, которые были характерны для Михаила Елевферьевича.

Советское правительство высоко оценило заслуги проф. М. Е. Ткаченко перед Родиной, наградив его орденом «Трудового Красного Знамени» и медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне».

25 декабря 1950 года, на 73-м году жизни М. Е. Ткаченко скончался. Он похоронен в парке Лесотехнической академии, в которой учился сам, обучал студентов и плодотворно вел научно-исследовательскую работу.

И. И. Шишков.

научных работ (из них тридцать шесть опубликовано) по биологии и систематике пауков, биологии насекомых и птиц. По материалам своих наблюдений и наблюдений своих учеников, а также по материалам коллекций Академии наук СССР и ее филиалов Спасский написал ряд работ о пауках, получивших признание мировой зоологической науки. Им описано пятьдесят четыре новых вида и несколько новых родов пауков, составлен пока единственный в нашей стране определитель пауков бывшей Донской области. Кроме того, С. А. Спасским написан учебник по биологии птиц и насекомых, составлены определители зверей, птиц и насекомых, а также различные методические руководства по курсам зоологии и энтомологии. Подготовленные к печати труды Сергея Александровича представляют значи-

тельный интерес и заслуживают опубликования.

Профессор Спасский был одним из первых, кто вел курсы зоологии и энтомологии в сельскохозяйственных учебных заведениях юго-востока Европейской части СССР, создателем оригинальных курсов лесной энтомологии и биологии лесных зверей.

Богатое наследие Сергея Александровича должно быть максимально использовано для дальнейшего улучшения преподавания курсов защиты леса и развития научных исследований в области лесной энтомологии и биологии лесных зверей и птиц.

Светлая память о чутком человеке, неутомимом ученом и воспитателе навсегда сохранится в сердцах тех, кто знал Сергея Александровича Спасского и работал вместе с ним.

К. А. Лашкевич.

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

С. А. Генсирук. Естественное возобновление ели в горных условиях Карпат	3
Р. Г. Синельщиков. К вопросу о возрастной структуре ельников	13
Л. В. Бицин. Особенности роста разновозрастных буковых насаждений Крыма и Северного Кавказа	23
А. Р. Чистяков. Об экономической и лесоводственной эффективности разных способов ухода в хвойно-лиственных молодняках	28
Е. М. Авдошин. Опыт зимней пересадки деревьев	34
И. Ю. Коропачинский. Влияние пожаров на возрастную структуру и особенности возобновления лиственных лесов на юге Тувы	43

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

С. И. Рахманов. Анализ устройства трелевочно-погрузочных установок	48
С. К. Лебедев, В. В. Щелкунов, Ф. И. Коперин. К вопросу об организации постоянно действующих предприятий лесного хозяйства и лесной промышленности	60
З. Б. Васильев. Определение наивыгоднейшего расстояния трелевки леса агрегатными лебедками	80
Г. А. Манухин, М. М. Кочнев. К вопросу о перевозках леса в саморазгружающихся баржах	87

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

Н. А. Батин. Влияние коэффициента сбег бревен на объемный выход пиломатериалов	99
Г. А. Жодзиский. Влияние начальных напряжений (возникающих вследствие проковки) на частоты свободных колебаний круглых пил	107
А. Н. Минин. Экономическая целесообразность производства брикетов из измельченных древесных отходов	119
В. А. Пискарев. Экспериментальное исследование влияния начальной влажности древесины березы на ее физико-механические свойства после прессования	126

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

В. Н. Козлов, И. П. Коленко. Изучение процесса экстрагирования смолистых веществ из пневого осмола	132
В. И. Юрьев, С. С. Позин, Г. М. Скурихина. Влияние степени провара (жесткости) сульфитной небеленой целлюлозы на ее обменно-адсорбционные и электрокинетические свойства	147
И. И. Бардышев, Л. В. Роман. Свойства и химический состав скипидаров из живицы индивидуальных деревьев сосны обыкновенной, произрастающей в Крыму	152
А. Е. Соcнин. Влияние водноэкстрактивных веществ древесины на окисление лигнина разбавленной азотной кислотой	156

ЗА РУБЕЖОМ

А. Н. Чернега. Лесное хозяйство Корейской Народно-Демократической Республики	160
--	-----

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

П. И. Войчалъ, В. А. Бердников. Совещание по типологии вырубок	167
--	-----

И. И. Шишков. Михаил Елевферьевич Ткаченко	169
--	-----

Некролог	173
--------------------	-----

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ.
«Лесной журнал» № 5.

Сдано в набор 25/VIII-58 г. Подписано к печати 24/X-58 г. Форм. бум. 70x108/16. Печ. л. 11,0.
Уч-изд. л. 13,211. Тираж 1500. Сл 05648. Заказ 1846. 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*, *i* и *e*, *v* и *u*, *u* и *a*, *o* и *a*, *I* и *J*, *z* и *ξ*.

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. Корректурa статей авторам, как правило, не предоставляется.

Авторы получают бесплатно 30 оттисков своей статьи (за исключением публикаций в отделе библиографии и хроники).

МАРШРУТНАЯ КАРТА ОБСЛЕДОВАНИЯ ЛЕСОВ Северной Кореи.



Открыта 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.

В случае отказа в приеме подписки просим обращаться в редакцию.

ВОЗВРАТИТЕ КНИГУ НЕ ПОЗЖЕ
обозначенного здесь срока

жная им. Стали-

05
1332

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ

ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



Лесной журнал

