

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ЧЕТВЕРТЫЙ

4

1961

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

Выходит 6 раз в год.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная имени Сталина, 17.
Лесотехнический институт, тел. 4-13-37.



*«Все перемены, в натуре случающиеся, такого суть состояния, что сколько чего от одного тела отнимается, столько при-
соединяется к другому. Так, ежели где убудет несколько
материи, то умножится в другом месте... Сей всеобщий естест-
венный закон простирается и в самые правила движения: ибо
тело, движущее своей силой другое, столько же оные у себя
теряет, сколько сообщает другому, которое от него движение
получает».*

*«Один опыт я ставлю выше, чем тысячу мнений, рожден-
ных единственно воображением».*

*«Сами свой разум употребляйте. Меня за Аристотеля, Кар-
тезия, Невтона не почитайте. Ежели вы мне их имя дадите, то
знайте, что вы холопы, а моя слава падет с Вашею».*

*«Напрасно многие думают, что все как видом с начала
творцом создано; будто не токмо горы, доли и всды, но и раз-
ные роды минералов произошли вместе со всем светом; и по-
тому де не надобно исследовать причин, для чего они внутрен-
ними свойствами и положением мест разнятся. Таковые рас-
суждения весьма вредны приращению наук».*

*«...представляя себе то время, когда слоны и южных зе-
мель травы в севере важивались, не можем сомневаться, что
могли произойти алмазы, яхонты и другие дорогие камни, и
могут обыскаться, как недавно серебро и золото, коего пред-
ки наши не знали».*

*«О вы щастливые науки!
Прилежны простирайте руки
И взор до самых дальних мест.
Пройдите землю и пучину
И степи и глубокий лес...»*

ИДЕИ ЛОМОНОСОВА И НАУКА О ЛЕСЕ

(К 250-летию со дня рождения М. В. Ломоносова)

Чем дальше уходит в прошлое эпоха Ломоносова, тем более поражают нас всеобъемлющий ум и разносторонняя деятельность этого великого ученого.

С наибольшей полнотой научная многогранность М. В. Ломоносова стала раскрываться лишь в XX столетии благодаря трудам и исследованиям Б. Н. Меншуткина, С. И. Вавилова, А. А. Морозова и других. По-видимому, еще и в настоящее время не все научное наследство М. В. Ломоносова полностью приведено в известность.

Даже если принять во внимание идеи и мысли Ломоносова, относящиеся к физике, химии, геологии и географии, то уже в этой связи, пусть косвенно, можно признать близкое отношение к Ломоносову вопросов развития современного лесоводства, которое не может не учитывать достижений названных наук, связанных многими корнями с именем этого гиганта науки.

В действительности связь лесной науки с идеями М. В. Ломоносова глубже. М. В. Ломоносовым высказывались идеи и положения, имеющие не только косвенное, но и прямое отношение к лесу, к науке о лесе. Некоторые из них не только не устарели, но и переключаются с современными представлениями о природе леса. Лес интересовал Ломоносова как ученого. В собственноручном перечне предполагавшихся работ М. В. Ломоносова значится тема «О лесах». Эта же тема фигурирует в его записке «Мнение о учреждении государственной коллегии» (1760). Ломоносова глубоко интересовала проблема сбережения лесов путем их рационального использования. О ней он упоминает, в частности, когда поднимает вопрос об использовании торфа в России.

В труде «О слоях земных» М. В. Ломоносов пишет: «Что turf есть в России, о том сомневаться не должно... Есть у нас не хуже Голландских луга, болота, топи, валежники, оброслые мхами... Но о сем пространнее должно изъясниться в нарочном рассуждении о збережении лесов, вместо коих служат на многих местах горные уголья».

Ломоносов предвосхитил важные положения учения о лесе. Его всеобъемлющий гений успел проявиться в вопросах, близких лесной науке — о воздушном питании растений, о почве, о роли различных древесных пород в образовании гумуса и др.

Особенно большой интерес для лесоводственной науки представляют рассуждения Ломоносова о влиянии леса на почву. Так, он пишет: «В лесах, кои стоят всегда зелены, и на зиму листа не роняют (то есть хвойных, *И. М.*), обыкновенно бывает земля песчаная; каковы в наших краях сосняки и ельники. Напротив того, в березниках и в других лесах, кои лист в осень теряют, больше преимуществом чернозем. А как известно, что лист на земли согнивает и в навозе перетлевет, то не дивно, что чрез них пески, глины и других подошвы черною землею покрывают».

ся... Сосновые, еловые и других подобных деревьев иглы спадают в малом количестве, и для того не могут с листьями сравниться».

Главный интерес для лесоводственной науки представляют взгляды М. В. Ломоносова на то, как влияют различные древесные породы на образование органического вещества почвы, которые не утратили значения и до настоящего времени. «Когда же где и есть чернозем в ельнике, то конечно от близости и соседства других (лиственных, *И. М.*) деревьев», — пишет М. В. Ломоносов.

О положительном влиянии примеси лиственных пород (прежде всего, березы) к хвойным научная лесоводственная мысль начала догадываться в XIX веке, а заговорила полным голосом только в XX столетии после экспериментального изучения свойств различных подстилок. Теперь береза (наряду с рядом других пород) — общепризнанная почвоулучшающая порода. Данный вывод мог бы быть сделан лесоводственной наукой значительно раньше, если бы своевременно были замечены и развиты эти идеи Ломоносова.

Научные идеи М. В. Ломоносова о различной роли древесных пород в почвообразовании почти на полтора столетия опередили свое время. Только недавно, в свете новейших данных лесоводственной науки и науки о почве стала понятной глубина этих идей Ломоносова, великая сила его научного предвосхищения.

В истории лесоводства известно имя «лесного знателя» XVIII века Фокеля. Его книга «Описание естественного состояния растущих в северных Российских странах лесов с различными примечаниями и наставлениями как оные разводить», появившаяся в 1766 г., то есть год спустя после смерти Ломоносова, сыграла положительную роль для последующего развития русского лесоводства. Между тем судьба книги Фокеля была в немалой степени определена М. В. Ломоносовым, который вместе с ботаником С. П. Крашенинниковым рассматривал ее в рукописи. При этом М. В. Ломоносов высказал свои взгляды на написание учебника по лесоводству, дал соображения о подготовке специалистов лесного дела в России. Он представил доклад об этом в Академию наук, о чем свидетельствует протокольная запись от 4 мая 1752 г. на латинском языке.

Эта запись гласит:

«4 мая. В присутствии проф. Рихмана, проф. Ломоносова, проф. Крашенинникова, проф. Гришова, проф. Попова, адъюнкта Клейнфельда.

1) ...

2) по поручению императорского величества сегодня с прославленными академиками в том же самом составе подвергнуть обсуждению труд лесничего Фокеля Лесоводство России и сказать пригодно ли оно для изучения учащимися, и что они в этом трактате извлекут для себя поучительного. После того как это Лесоводство уже было принято прославленными академиками Ломоносовым и Крашенинниковым и ими исследовано, он (Фокель, *И. М.*) также передал вышеуказанному собранию свое мнение.

В виду этого прославленные академики согласно постановили в соответствии с мнением Ломоносова и Крашенинникова указанное Лесоводство не только принять для обучения в этой науке учеников, но и признать его достойным быть отпечатанным. Некоторые же места, как § 181, 182, 192 и др., которые не касаются задач, поставленных автором перед собой — описания деревьев, и поэтому считаются излишними,

должны быть исключены, и его предупредили, чтобы он предъявил Академии немецкий текст для рассмотрения его в русском переложении.

Г. В. Рихман, М. Ломоносов, Степан Крашенинников,
Никита Попов, М. Клейнфельд».

Ломоносову были известны продукты лесохимии и их свойства. Об этом свидетельствуют его подробные советы мореплавателям о практическом применении смолы; он упоминает о смоле, вытекающей из дерева, которую называет терпентином — термином, получившим широкое распространение в современной науке и практике. Ломоносов неоднократно сравнивает янтарь с искусственным «янтарем», который «из смолы, что из дерев вытекает, весьма природному подобной», указывает, что «подложные янтари делают больше из прозрачной смолы и терпентину, соединенных с некоторыми другими материями». М. В. Ломоносов был хорошо осведомлен о методах лесопиления того времени, он понимал тогдашнее состояние лесов и лесопотребление в некоторых зарубежных странах.

М. В. Ломоносов, много сделавший для развития экспедиционных исследований в России, тем самым предопределил дальнейшее изучение природных ресурсов, в частности и лесной растительности. В своей работе 1763 г. «Краткое описание разных путешествий по Северным морям и показание возможного проходу Сибирским океаном в восточную Индию» он указывал на важное экономическое значение леса в связи с проблемой освоения богатств дальневосточных окраин России. Уже после смерти Ломоносова начали осуществляться некоторые его планы географического изучения России: в 1768—1774 гг. Академия наук снарядила ряд экспедиций, возглавлявшихся П. С. Палласом, И. И. Лепехиным и др. Таким образом, истоки научного познания леса в России тесно связаны с эпохой Ломоносова.

Научные идеи Ломоносова, касающиеся леса, науки о лесе, к сожалению, долго оставались незамеченными. Русская лесохозяйственная литература XIX столетия уделила немало внимания работам Котты, Гартигов, Пфейля и других зарубежных ученых, как основоположников лесной науки, и ни словом не обмолвилась о жившем и работавшем раньше их своем великом соотечественнике Ломоносове и его современниках (например, о Крашенинникове).

Но ведь та же судьба постигла Ломоносова во многих других науках — даже в химии; лишь в 1911 г., благодаря Б. Н. Меншуткину, мир узнал, что закон сохранения вещества был открыт впервые Ломоносовым, на 20 лет раньше, чем Лавуазье.

Не получал признания Ломоносов в лесоводственной науке и в XX столетии вплоть до последнего времени. Лишь недавно удалось установить прямое отношение Ломоносова к лесной науке, раскрыть его бесспорный приоритет в весьма важных лесоводственных положениях; огромное значение его идей для развития науки о лесе. В настоящее время сомнения в этом уже не высказываются.

Отмечая 250-летие со дня рождения великого ученого и плодотворность его идей для развития различных отраслей знания, мы с чувством признательности должны помнить, что он не прошел мимо проблем, связанных с лесом, — важнейшей составной частью природных ресурсов нашей страны.

И. С. Мелехов.

Акад., проф., доктор сельскохозяйственных наук

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

СОСНОВЫЕ ХОЗЯЙСТВА БЫСТРОГО ПРИРОСТА *

Б. И. ГАВРИЛОВ

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

(Харьковский сельскохозяйственный институт)

Для лесного хозяйства характерны длительные сроки выращивания технически спелой древесины (100—120 лет). Вопрос о сокращении этого времени, то есть о снижении возраста рубки леса, имеет большое народнохозяйственное значение. Для решения проблемы «борьбы с временем» автор еще в 1923 г., работая в УкрНИИЛХе, заложил серию специализированных стационарных опытов в Балаклеевском и Скрипаевском лесничествах Харьковской области.

В своих исследованиях автор исходил из основных положений диалектического материализма и современной мичуринской биологии, предусматривающих изучение явлений природы в полной увязке с окружающими условиями внешней среды.

И. В. Мичурин показал, что изменяя среду, мы можем выращивать нужные нам деревья. Но для того чтобы добиться положительных результатов, надо воздействовать на растение в самом молодом его возрасте, когда структура клеток и их свойства еще не оформились окончательно.

Подробные исследования, проведенные проф. Л. А. Ивановым и Н. Я. Коссовичем, а также другими физиологами, наглядно доказали, что для обеспечения роста насаждений необходимо усилить проникновение в него света, улучшить снабжение его влагой и растворенными в ней питательными веществами, повысить тепловой режим. Все это обеспечивает формирование деревьев с хорошо развитыми кронами (с преобладанием световой хвои) и мощными корневыми системами.

На основании этих положений исследования начинались в молодых искусственно созданных чистых сосновых насаждениях, перед началом смыкания их крон, то есть в возрасте 7—8 лет; интенсивные изреживания резко изменяли внешнюю среду их роста и развития. В результате этих рубок у деревьев шло усиленное отложение линейного и объемного приростов древесины, что обеспечивало возможность быстрого наступления возраста технической спелости.

Для установления влияния сильных изреживаний на влажность песчаных почвогрунтов были произведены специальные исследования на опытных площадках на третий год после изреживания различной интенсивности. Наблюдения велись с 15 июля по 21 октября, через двухнедельные промежутки времени в трехметровом слое через каждые 0,25 м.

* В работе приведены материалы 25-летних исследований.

Результаты этих работ показали, что средний процент влажности почвогрунтов на площадках с сильным изреживанием достигал 6,3—7,4, в то время как на обычных (контрольных) площадках он составлял лишь 2,4—2,7.

Балаклеевское и Скрипаевское лесничества, в которых были отведены опытные участки, расположены в Харьковской области на левом берегу р. Северный Донец, в подзоне южной лесостепи. Опыты заложены в условиях свежей сибори: в Балаклеевском лесничестве — бедной, в Скрипаевском — богатой. Почвы в Балаклеевском лесничестве дерново-песчаные, слабо развитые, на песчаном аллювии. На глубине 0,6—1,5 м встречаются суглинистые прослойки (псевдофибры) различной толщины (от 0,2 до 1 см); глубина залегания грунтовых вод 3 м и более, рельеф ровный, со слабым уклоном в южном направлении. Покров мертвый. Соседние с опытами 80-летние чистые сосновые насаждения относятся к II классу бонитета.

При проведении рубок ухода в основу положен метод периодического размыкания полога крон. С этой целью путем обмеров величины трехлетнего прироста по диаметру крон у 10 средних деревьев определялся размер годичного прироста, а затем производилось размыкание полога на величину 1—5-го годичного прироста; при этом сохранялась относительная равномерность распределения лучших деревьев по площади.

При указанном методе выращивания насаждений полнота их в хозяйстве быстрого прироста (размыкание на 3 года) колебалась в пределах 0,5—0,8, что обеспечивало обильное проникновение света, тепла и улучшенное снабжение деревьев влагой и питательными веществами; в то же время не создавалось благоприятных условий для разрастания сорняков и задернения почвы.

Для установления оптимальной степени изреживания деревьев, то есть установления площади питания, при повторяемости рубок ухода через каждые 5 лет, заложено четыре серии опытов: 1 (опытная площадка № 5) — без размыкания полога (нормального прироста); 2 (опытная площадка № 6) — с размыканием крон на 1—1,5 года (ускоренного прироста); 3 (площадка № 7) — с размыканием полога на 3—3,5 года (быстрого прироста); 4 (площадка № 8) — с размыканием крон на 5 лет (свободного стояния). Кроме того, к каждому варианту оставлялись контрольные площадки, на которых рубки ухода производились по обычному низовому методу. Каждая пробная площадь величиной 0,5 га делилась на три секции — одну контрольную и две опытных. Общая площадь опытных участков в Балаклеевском лесничестве — 5,25 га и в Скрипаевском — 4,5 га. Возраст чистых сосновых молодняков в 1932 г. — 7 лет. Периодически, через каждые 5—7 лет, производились очередные рубки деревьев с разной степенью размыкания полога и точный переучет основных таксационных элементов на всех опытных площадках, в соответствии с методами, установленными лесной таксацией.

Опыты закладывались в густых молодняках, где наступило смыкание крон. В 1932 г. произведено сильное изреживание древостоя с выборкой от 48 до 93% по числу стволов и от 29 до 19% по запасу. Подобное энергичное размыкание полога, особенно в опытах № 7 и 8, привело к созданию совершенно новых, весьма благоприятных условий для роста деревьев. На секциях в каждом опыте через каждые 5—7 лет производилась обрезка сучьев с целью проверки влияния этого способа на формирование хороших стволов и крон.

Дальнейшие рубки ухода и учет таксационных элементов проводились в 1937, 1946, 1952 и 1957 гг.

При подобных ранних и сильных изреживаниях древостоев следует опасаться возникновения ряда известных в лесоводстве отрицательно действующих факторов, а именно: 1) появления сорняков в изреженных молодняках, которые могут отрицательно влиять на ход роста сосны; 2) сильного разрастания сучьев, увеличения сбежистости стволов и уменьшения их полндревесности; 3) ухудшения технических качеств древесины; 4) снижения производительности 1 га насаждений.

Значительное разрастание сорняков устранялось в результате постепенного смыкания полога крон после очередной рубки ухода. С сорняками можно также бороться, распахивая широкие междурядья (4—5 м) при посадке редких культур.

Влияние второго фактора устранялось путем обрезки сучьев. В тех секциях, где это мероприятие не было проведено, к тридцати годам также произошло хорошее естественное очищение стволов.

Технические свойства сосновой древесины вследствие отложения широких годовичных колец должны снижаться, а дубовой — повышаться. Для изучения этого вопроса были взяты образцы древесины с семидесятилетних деревьев II класса роста из сомкнутых насаждений и с деревьев такого же возраста, выросших в условиях свободного стояния. Физико-механические свойства этих образцов исследовались научными сотрудниками УкрНИИЛХА С. П. Тимченко и С. Л. Егоренко в лаборатории механических свойств. На основании данных исследований было установлено, что технические свойства древесины сосны, выросшей в условиях свободного стояния, приближаются к свойствам древесины среднего качества, которая может быть использована для постройки не только временных, но и постоянных деревянных сооружений.

На основании данных табл. 1 можно сделать следующие выводы об изменениях, происшедших в насаждениях на опытных участках за 25 лет.

Число стволов сократилось ориентировочно в 2—3 раза. Чем сильнее размыкался полог, тем энергичнее протекал рост по диаметру. По сравнению с контрольными на разных опытных участках средний диаметр древостоя повысился на 20—113%. Несмотря на сильное изреживание, средняя высота на них оказалась выше на 13—37%. Это можно объяснить лучшими условиями почвенного и воздушного питания деревьев на опытных участках, образовавшимися в результате активных рубок ухода. С увеличением степени изреживания высота все время повышалась, что находится в некотором противоречии с установившимися в лесоводстве понятиями. Очевидно, до известного предела изреживания рост деревьев в высоту повышается. Оптимум приходится на площадки быстрого прироста, а дальнейшее размыкание полога приводит к падению роста в высоту, что и видно в варианте свободного стояния. Полндревесность ствола, за исключением опыта № 8, выше нормальной, хотя и несколько ниже, чем на контрольных участках. Запас на 1 га с увеличением изреживания неизменно понижается, достигая на опытных участках быстрого прироста лишь 71%, а на участках свободного стояния 56% от запаса контрольных, однако с годами он непрерывно возрастает. Класс бонитета насаждений на опытных участках высокий — Ia и Ib и выше, чем на контрольных, на два класса.

Общая производительность 1 га насаждений на всех опытных участках пока еще ниже, чем на контрольных; чем сильнее изреживание, тем она ниже. Причины этого явления указывались выше. Однако темпы увеличения производительности на этих участках значительно выше, чем на контрольных. За пятилетний период (1952—1957 гг.) на опытных участках № 7 и 8 она повысилась на 13—11% по сравнению

Таблица 1

№ опытных площадок	Хозяйство	Литеры секций	Число деревьев		Средние диаметры, см.		Средние высоты, м.		Сумма площадей сечений в 1957 г., м ²	Запас, м ³			Класс бонитета в 1957 г.	Вилковое число в 1957 г.	Коэффициент формы в 1957 г.	Общая производительность 1 га, м ³				Текущий прирост за 1946-1957 гг., м ³
			первоначальное	после выборки	в 1932 г.	в 1957 г.	в 1932 г.	в 1957 г.		первоначальный	после выборки	в 1957 г.				в 1937 г.	в 1946 г.	в 1952 г.	в 1957 г.	
5к	Контрольное (средние данные по двум площадкам)	б	8277	8277	2,6	11,5	2,5	12,7	27,52	10,0	10,0	170,4	II	0,517	0,708	61,1	194,9	230,7	240,9	42
5	Нормального прироста	а	7680	4002	2,8	13,5	2,6	14,3	23,05	9,06	6,24	161,4	I	0,484	0,680	47,0	175,6	205,4	233,4	5,2
		в	7986	4002	2,6	14,0	2,5	14,4	24,75	9,18	6,48	162,9	I	0,490	0,679	49,0	170,8	210,8	240,6	6,4
6	Ускоренного прироста	а	7554	1986	2,1	18,0	2,4	15,6	19,07	7,7	5,06	126,8	Ia	0,500	0,686	37,0	150,5	183,1	207,9	5,2
		в	7578	1998	2,2	18,0	2,3	16,0	21,03	7,8	5,18	144,6	Ia	0,463	0,659	40,0	152,6	201,2	228,8	7,0
7	Быстрого прироста	а	7608	1008	2,1	21,6	2,4	17,0	15,97	7,7	4,46	113,8	16	0,451	0,663	26,0	109,0	150,3	182,7	6,6
		в	7578	996	2,2	21,7	2,5	17,8	16,71	8,0	4,52	127,1	16	0,475	0,668	27,0	110,9	160,6	199,8	8,1
8	Свободного стояния	а	6936	492	2,7	25,2	2,7	17,1	11,95	8,68	2,68	100,9	Ia	0,452	0,639	20,0	83,3	121,2	159,5	7,0
		в	6486	498	2,5	23,9	2,5	16,5	11,80	8,08	2,68	91,6	Ia	0,462	0,645	18,0	76,5	112,1	13,6	5,5

Примечание. Все показатели таблицы относятся к площади 1 га.

с контрольными, а с 1937 по 1957 г. с 44 до 80% в опытах с сильными изреживаниями. Интересны в этом отношении показатели текущего прироста древесины на 1 га за период 1946—1957 гг. На площадках быстрого прироста он в 1,5—2 раза больше, чем на контрольных. Следовательно, можно рассчитывать, что в ближайшие 10 лет общая производительность на опытных участках достигнет уровня контроля, а затем превзойдет его.

Наши многочисленные исследования показывают, что текущий объемный прирост в низкополнотных насаждениях сильно увеличивается с 30 лет и достигает максимума в 40—50 лет.

Дополнительно поставленный в 1946 г. опыт показал, что производительность сосняков, произрастающих на богатых дерново-песчаных почвах, повышается еще быстрее.

Если на бедных песчаных почвах для достижения нормальной производительности насаждений в хозяйствах быстрого прироста требуется 35 лет, то в условиях богатых почв для этого достаточно 15—20 лет.

Возможность выращивания высокопроизводительных насаждений и снижения возраста технической спелости при редкой начальной густоте посадок подтверждается рядом отечественных [1] и зарубежных (шведских, норвежских, итальянских, индийских и др.) материалов.

Опыты П. П. Изюмского [2], проводившиеся по иному методу, чем наши, также показали, что производительность сильно изреженных древостоев через 21 и 31 год становится наивысшей.

Остается выяснить вопрос о том, как влияют новые методы выращивания насаждений на снижение возраста рубки. К 1957 г. объем одного среднего дерева на опытных площадках стал значительно выше, чем на контрольных, особенно при сильном изреживании. Если на контрольных площадках он составляет 0,065 м³, то в опыте № 7 достигает 0,272 м³, а в опыте № 8 — 0,382 м³. Рост в высоту деревьев без ухода соответствует II, а с изреживанием — Ia и Ib классам бонитета. Объем среднего дерева 32 лет на опытной площадке № 7 равен объему среднего дерева 55 лет по таблицам хода роста нормальных сосновых насаждений II класса бонитета. В квартале 61, сосновое 19-летнее насаждение быстрого прироста по своим объемным показателям соответствует 30-летнему обычному насаждению. Это обстоятельство определило и качественную структуру насаждений. В 1952 г. по 27-летним модельным деревьям контрольных и опытных площадок установлен выход деловой древесины по укрупненным сортаментам (табл. 2).

Таблица 2

№ опытных площадок	Хозяйство	Литеры секций	Выход деловой древесины, %			
			всего	в том числе		
				строительный кругляк	подтоварник	жерди и колья
5к	Контрольное	б	83	5	63	32
5	Нормального прироста	а	81	16	61	23
		в	81	16	61	23
6	Ускоренного прироста	а	82	57	33	10
		в	83	62	28	10
7	Быстрого прироста	а	82	82	13	5
		в	82	82	13	5
8	Свободного стояния	а	83	87	9	4
		в	82	87	8	5

Из таблицы видно, что на контрольных и на опытных площадках выход деловой древесины примерно одинаков. На опытных площадках с сильными прореживаниями (№ 7 и 8) основную массу составляет строительный кругляк, а на контрольных — подтоварник и жерди с кольями.

Сосновые хозяйства быстрого прироста уже в 27 лет дают ценную строительную древесину, которую в обычных сосновых насаждениях получают лишь в возрасте 45—50 лет.

Таким образом, поставленная задача снижения возраста рубки сосновых насаждений в принципе решена. За 25-летний срок сосновые насаждения быстрого прироста ускорили период формирования древесного ствола (в объемном и качественном отношении) на 23 года. Имеются все основания считать, что они достигнут технической спелости в 40—50 лет.

Новый метод выращивания сосновых насаждений предусматривает сильные изреживания молодняков в раннем возрасте. Это позволит производить в благоприятных условиях лесные культуры квадратно-гнездовым методом или с оставлением широких междурядий (4—6 м) и с использованием их под сельскохозяйственные культуры в течение 10—15 лет. Доход, полученный от реализации сельскохозяйственной продукции, должен полностью покрыть расходы по выращиванию леса и дать некоторую прибыль. Это и подтверждено последующими опытами автора, А. П. Доценко и А. Ф. Маковецкого за 1957—1960 гг. в Скрипаевском учебно-опытном лесхозе Харьковского сельскохозяйственного института. Широкие междурядья позволят полностью осуществить все процессы механизации при посадке и уходе за лесными культурами.

После надлежащей проверки этот метод выращивания сосновых насаждений может найти применение в первую очередь в лесхозах южной и центральной зон СССР, где существуют интенсивные формы ведения лесного и сельского хозяйства.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. П. Георгиевский. Рубки ухода за лесом. Госполитиздат, 1957.
[2]. П. П. Изюмский. Про економічну ефективність рубок догляду за лісом. «Вісник сільськогосподарської науки» № 7, Київ, 1960.

Поступила в редакцию
22 февраля 1961 г.

К МЕТОДИЧЕСКИМ ПРОБЛЕМАМ ЛЕСНОЙ СЕЛЕКЦИИ

А. И. ФЕДОРОВ

Академик Казахской АСХН, профессор

В. А. ДРАГАВЦЕВ

Ассистент

(Казахский государственный сельскохозяйственный институт)

Одной из характерных особенностей лесного хозяйства является трудность применения агротехнических мероприятий для повышения продуктивности лесов. Поэтому в лесном хозяйстве, как нигде, исключительно велика роль селекционных мероприятий. Не случаен в связи с этим все возрастающий интерес лесоводов к практическим и методическим достижениям лесной селекции, уже начинающей оформляться в самостоятельную науку.

В лесной селекции, как и в общей, обнаружилось два направления. Одно из них объединяет приемы, создающие новые формы путем гибридизации и индуцированных мутаций, и носит название созидательной селекции. Другое направление предусматривает отыскание в природных популяциях наиболее ценных рас, их оценку, отбор и внедрение в производство; это — выборочная (аналитическая) селекция.

Трудно сейчас отдать предпочтение какому-либо из этих направлений, однако совершенно ясно, что наибольшего размаха достигнет система приемов, наилучшим образом соответствующая экономическим запросам лесного хозяйства. С этой точки зрения созидательная и выборочная селекции существенно различаются.

Получение индуцированных мутаций и полиплоидов — наиболее перспективное направление созидательной селекции — в настоящее время еще находится в стадии лабораторных разработок и только едва выходит на арену лесохозяйственного производства [8]. Открытие новых эффективных мутагенов [22], [15] и пристальное внимание общественности и руководства [7] несомненно будут способствовать развитию этого интереснейшего направления.

В настоящее время многие лесоводы применяют и используют гибридизацию во всех ее частных проявлениях. Однако этот метод не может быть универсальным для лесной селекции, ввиду серьезных затруднений биологического и экономического порядка. Долговечность, гетерозиготность, высота деревьев — очень серьезные биологические препятствия для гибридизации. Даже если селекционер преодолел эти препятствия и наткнулся на гетерозисный гибрид, начинают сказываться экономические затруднения. Эффект гетерозиса не способен покрыть разницу в затратах на гибридизацию и искусственное разведение гибрида, с одной стороны, и естественное возобновление, с другой [23]. Кроме

того, селекционер не может дать производственнику гарантии в том, что эффект гетерозиса сохранится в последующих семенных поколениях. Известно, что гибридизация оправдывает себя лишь при условии последующего вегетативного размножения гетерозисных форм. Существует еще один момент, обычно не учитываемый селекционерами. Дело в том, что объектом лесного хозяйства является популяция, а не отдельные деревья. Поэтому рекомендуемые производству гибриды должны быть испытаны в сообществе, тогда как обычно селекционер осуществляет индивидуальный уход за ними.

Выборочная селекция более перспективна в этом отношении. Во-первых, только она способна обеспечить мероприятия по отбору в самых широких масштабах, во-вторых, она почти не требует дополнительных затрат, поскольку отбор производится при заготовке семян, рубках ухода и оставлении семенников. Отбираемые отклонения уже выдержали суровый экзамен временем и жизнью в сообществе, что дает им несравнимые преимущества перед искусственно полученными формами. Создание теории и организация семеноводства не могут быть связаны со случайной ловлей эффекта гетерозиса при гибридизации. Только выборочные приемы селекции способны стимулировать развитие семеноводства и дать ощутимый эффект в самом ближайшем будущем.

Отбор ценных рас из естественных насаждений зарекомендовал себя в качестве эффективного хозяйственного приема. А. И. Федоров [17] приводит данные Килландера о заметном увеличении продуктивности ельников Швеции в результате применения выборочных приемов.

Последние обобщения итогов селекционных работ, проведенных с плодовыми деревьями, также говорят о перспективах отбора. П. М. Жуковский [4] приводит данные американской статистики о том, что около 30% промышленных сортов получено путем отбора мутантов и полиплоидов из естественных и искусственных популяций. Находка А. С. Яблоковым [20] и С. П. Иванниковым [5] полиплоидной осины подтверждает реальность этих данных. Правда, такие резкие отклонения, по-видимому, встречаются редко, однако есть все основания предполагать, что мелкие сдвиги более часты. В данное время остро ощущается отсутствие чувствительных и точных методов оценки специфики отклонений, что и обеспечивает «...ничтожный, по сравнению с возможным, результат отбора полезных лесному делу уклонений среди природного разнообразия наших древесных пород» [13, стр. 13].

В последние годы все чаще и чаще на страницах периодической лесоводственной печати описывается морфологическое варьирование внутри видов, выделяются новые формы и даются рекомендации по отбору.

Все ли благополучно в отношении методической основы большинства работ, посвященных выделению «форм» лесных пород?

В настоящее время широко пропагандируется точка зрения, по которой «наиболее важные признаки, как быстрый рост, форма ствола и ветвления подчиняются наследственной изменчивости» [6]. Из этого правильного положения делаются неправильные выводы относительно возможности оценки форм непосредственно по габитуальным, легко регистрируемым в насаждении признакам. Выделение элитных деревьев, плюсовых и минусовых насаждений осуществляется непосредственно по формам и размерам крон и стволов. Многим лесоведам, знакомым с чрезвычайной подвижностью размеров и формы кроны дерева, такие взгляды кажутся наивными. Неслучайно Шмидт [25] в полемике с Краль-Урбаном [24] показал всю несостоятельность попытки оценивать расы бука по форме кроны. Неслучайно и В. В. Огиевский [9] на стра-

ницах «Лесного журнала» поднял вопрос о возможности сбора семян с опушечных суковатых деревьев сосны.

Может быть рекомендации Краль-Урбана и Линдквиста вполне оправданы тем, что среди элит всегда найдутся генетически быстро-растущие и малосбежистые деревья, семена которых улучшат последующие поколения? Однако сбор семян с наиболее высоких деревьев связан с значительными техническими трудностями, и, что самое главное, при этом полностью игнорируется действие естественного отбора в популяции [16]. Действительно, в случае более или менее гомозиготной популяции элиты (наиболее продуктивные особи) будут обязаны своим возникновением влиянию экологических причин, то есть будут находиться в лучших условиях по сравнению с другими особями, и, естественно, интенсивность естественного отбора среди них будет ниже.

Поэтому прежде всего необходимо показать генетическую специфику найденных отклонений. Большинство авторов решает эту задачу следующим образом. Выделив и описав определенные формы по цвету шишек, плодов, по типу ветвления, по структуре и окраске коры и т. п., исследователь определяет средние величины данных показателей, и, обнаружив статистически достоверные различия средних, рекомендует предпочитать одну форму другой. По этой схеме построили свои работы А. А. Шахов [18], М. А. Голубец [2], Е. П. Проказин [14], В. А. Панин [11], И. И. Шишков [19], Ф. И. Акакиев [1], А. М. Якшина [21], Т. И. Плетминцева [12], причем многие из этих авторов, не желая быть просто регистраторами, дают рекомендации производству.

Можно ли с этим согласиться? Ведь принципы такой методики глупо ошибочны. Исследователь выделяет в некотором непрерывном ряду изменчивости условные категории и затем определяет их средние величины, которые, конечно, всегда будут различны. Это можно уяснить из следующего. Допустим, нам неизвестны классы возраста деревьев в насаждении. Мы можем идти в лес, выделять высокие и низкие «формы», рассчитывать средние показатели этих категорий форм и, конечно, получить вполне достоверные различия средних.

Не зная генетической обусловленности отклонений, невозможно по различию средних величин установить принадлежность отклонения к той или иной формовой категории в пестрых экологических условиях естественного насаждения.

Удивительны выводы ряда авторов о различной продуктивности некоторых форм, отличающихся цветом коры, типом ветвления, и соответствующие даваемые этими авторами рекомендации производству [1], [2], [11]. Гораздо вероятнее, что и признак «формы» и повышенная продуктивность вызваны отличием микроэкологизмов или историей развития особей, точно так же, как «приуроченность» форм может истолковываться наоборот: данные условия создают данную форму. Интересно, что авторы подобных работ сами чувствуют шаткость своей позиции при ответе на вопрос: как доказать, что выделенные формы генетически специфичны и не являются результатом варьирования экологических факторов? С. П. Иванников [5] делает почвенные разрезы, показывая аналогичность почв под обычной и гигантской осиной. Однако, если бы эта осина оказалась не полиплоидом, а мутацией, которую невозможно зарегистрировать цитологическим анализом, сходство почв само по себе не было бы убедительным доказательством генетической специфичности двух осин, так как вполне возможны различия в аэрации, в динамике водного режима, в количествах микроэлементов и, наконец, в общей истории развития двух клонов. А. А. Шахов [18] тщательно подбирает семена двух форм сосны по весу, однако одинаковые количества веществ

эндосперма еще не говорят об их одинаковом качестве, которое может варьировать в зависимости от условий роста маточника.

Какова же все-таки ценность таких исследований? Прежде всего, эти работы иллюстрируют изменчивость различных показателей внутри данного вида, хотя и ничего не говорят о ее природе. Знание амплитуды изменчивости совершенно необходимо. Однако изменчивость любого показателя надо изучать стандартными методами (расчет дисперсии, коэффициента вариации), но не произвольным выделением «форм» и бесполезными статистическими манипуляциями с ними.

Существует ли возможность быстрого диагноза генетической специфики внутривидовых отклонений? Другими словами, обязательна ли смена поколений при установлении генетической специфики рас?

Обычно для определения относительной роли наследственности и среды в развитии некоторого признака вегетативное или семенное потомство маточника выращивают в измененных условиях. Если признак в других условиях не изменился или изменился очень слабо, делают вывод о преимущественной роли наследственности в его формировании. Чем выше устойчивость признака (процесса), тем большую роль в его формировании играют внутренне генетические факторы.

У нематамерных организмов большинство структур формируется в онтогенезе однократно, поэтому для оценки устойчивости некоторого признака необходима смена поколений. У метамерных организмов, в частности у древесных растений, большинство структур повторяются в онтогенезе многократно. С позиций любого метамерного признака понятие «смена поколений» может быть применено к любым соседним однозначным образованиям. Это дает возможность оценивать роль генетических причин в формировании признака в пределах кроны без смены поколений. Чем стабильнее признак в метамерах кроны, тем большую роль в его формировании играют устойчивые процессы. Стабильность признака в кроне определяется на фоне возрастных индикаторов — наиболее подвижных признаков в метамерии [3].

Специфика неустойчивых показателей (скорость роста, скороспелость) обычно определяется выращиванием предполагаемых рас или сортов в одинаковых условиях. Однако эта схема не обладает какими-либо привилегиями. Для одного сорта выбранные условия могут оказаться оптимальными, для другого — экстремальными. В принципе любой неустойчивый показатель может изучаться на одном уровне или в диапазоне другого неустойчивого показателя, коррелирующего с первым. Желая установить генетическую специфичность длины хвои, нам вовсе не обязательно выращивать предполагаемые расы в одинаковых условиях. Мы можем в качестве фона сравнения использовать, например, длину прироста, и сравнить длину хвои при одинаковой длине прироста или в одинаковом диапазоне последней. Существует неограниченное количество совершенно равноправных фонов сравнения, в принципе совершенно аналогичных экологическим условиям.

Допустим, что нам удалось установить генетическое различие некоторых отклонений. Можем ли мы в этом случае считать работу законченной и давать рекомендации по отбору?

С точки зрения современных принципов биогеоценологии и популяционной генетики единственно реальной единицей эволюции является популяция. В популяции вырабатываются особые соотношения генетических отклонений (гетерозиготность) для обеспечения большей жизнеспособности сообщества в целом. Поэтому предпочтение при искусственном отборе некоторого малого числа рас чревато возможностью нарушения гетерозиготности популяции. В лучшем случае вся наша работа по отбо-

ру ничего не даст, так как достаточно интенсивный отбор на гетерозиготность, протекающий в природной обстановке, легко преодолет влияние искусственного отбора по некоторому признаку. В худшем случае мы принесем популяции некоторый вред.

Необходимы тщательные конкретные исследования, прежде чем удастся установить преимущества стабилизирующего или разрывающего искусственного отбора. Очевидно, подойти к конкретным рекомендациям по отбору можно лишь через детальный анализ формообразования данного вида в конкретной обстановке экологических ступеней (типов леса, классов бонитета). Поэтому не следует тешить себя мыслью, что дело повышения продуктивности и устойчивости лесов сводится к отбору фенотипически лучших деревьев. Рецепты Краль-Урбана и Линдквиста по существу ничем не отличаются от древних рецептов А. Т. Болотова и от действий многих поколений человечества, отбирающих лучшие формы растений и животных. Этот, так называемый, «слепой» отбор дал замечательные результаты, однако за очень длительное время. Идти этим путем можно, только надо отдавать себе отчет, что это очень долгий путь, связанный с лишними экономическими затратами.

Предположим, нам известно, что изменчивость некоторого ценного показателя обусловлена в популяции, в основном, генетическими сдвигами. Нас интересует вопрос: не нарушит ли отбор гетерозиготность популяции? Для ответа на этот вопрос необходимо выяснить соотношение данного показателя с другими. Если мы можем найти в лесу самые разнообразные сочетания нашего признака с другими, то в этом случае признак монофакториален [10]. В этом случае мы можем смело рекомендовать отбор по изученному показателю без боязни нарушить гетерозиготность популяции.

Наоборот, если деревья в лесу отличаются друг от друга полифакториально, то есть многими генетически обусловленными признаками, мы имеем в этом случае настоящие формы. При этом очень опасно давать рекомендации по отбору. Отбирая особи, отличающиеся друг от друга по многим показателям, мы рискуем нарушить гетерозиготность популяции сразу по многим признакам, что неизбежно поведет к падению жизнеспособности вновь созданной популяции в целом.

Однако, если отличающиеся полифакториально формы не скрещиваются друг с другом (физиологически несовместимы), то это говорит о далеко зашедшем процессе видообразования. В этом случае отбор может быть смело рекомендован, так как внутри каждой физиологически изолированной группы стабилизирующий отбор уже создал определенную гетерозиготность.

Таким образом, сколько-нибудь объективные рекомендации лесному хозяйству могут быть даны, во-первых, лишь после определения генетической обусловленности признака и, во-вторых, после тщательного анализа в популяции выбранного признака на полифакториальность.

Последнее может с успехом осуществляться при помощи метода Гейнке, сущность которого сводится к установлению наименьшего квадрата отклонений данной особи по данному признаку от заранее вычисленных средних величин уже изученных полифакториальных форм. Этот метод совершенно неприемлем при выяснении характера обусловленности признака, но зато принципиально верен и методически состоятелен при отнесении деревьев, различающихся полифакториально, к той или иной формовой категории. Выделение форм по монофакториальным показателям по существу не имеет смысла, так как любое сочетание монофакториальных показателей, каждый конкретный индивид, заслуживает быть отнесенным к особой «форме».

Кафедра лесоводства Казахского сельскохозяйственного института в настоящее время располагает данными, иллюстрирующими генетическую обусловленность отклонений габитуальных показателей, скорости роста, размеров и окраски плодов и других признаков черного саксаула [3]. Анализ популяций саксаула на полифакториальность показал, что многие признаки совершенно не коррелируют друг с другом и могут быть обнаружены в популяции в любом сочетании, обеспечивая очень сильное формовое разнообразие популяций.

Некоторые предварительные исследования показывают, что, по-видимому, монофакториальность хозяйственно ценных признаков присуща популяциям ели Шренка и популяциям сосны казахского мелкосопочника, что говорит о перспективах применения принципов выборочной селекции к этим видам.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ф. И. Акакиев. Значение фенологических форм ели для массовой селекции в условиях южной Карелии. Известия Карельского и Кольского филиалов АН СССР, № 1, 1959. [2]. М. А. Голубец. Два подвида *Picea excelsa* Link. и вопрос об их ареалах. «Ботанический журнал», т. 45, № 5, 1960. [3]. В. А. Драгавцев. К оценке устойчивости внутривидовых отклонений черного саксаула. Труды Казахского сельскохозяйственного института, серия лесохозяйственная, т. 8, вып. 5, 1961. [4]. П. М. Жукowski. Доклад на сессии ВАСХНИЛ 15—25 февраля 1960 г. [5]. С. П. Иванников. Селекция осины в лесостепи на быстроту роста, устойчивость против гнили и качество древесины. Сб. «Опыт и достижения по селекции лесных пород», вып. 38, М., 1959. [6]. Б. Линдквист. Лесная генетика в шведской лесоводственной практике. Реферат Т. П. Некрасовой, Новосибирск, 1958. [7]. П. П. Лобанов. Расширять фронт, повышать уровень теоретических исследований. Газ. «Сельское хозяйство», 6 апреля 1960 г. [8]. Н. В. Мацкевич. Экспериментальная полиплоидия у *Populus tremula* L. Доклады АН СССР, т. 126, № 1, 1959. [9]. В. В. Огиевский. Некоторые вопросы лесного семеноводства. Известия высших учебных заведений, «Лесной журнал» № 4, 1959. [10]. Ю. М. Оленов. О роли пространственной изоляции в видообразовании. Ж. «Успехи современной биологии», т. 48, вып. 3 (6), 1959. [11]. В. А. Панин. Особенности форм ели, отличающихся строением шишек. Ж. «Лесное хозяйство» № 7, 1959. [12]. Т. И. Плетинцев. Об использовании некоторых формовых особенностей позднего дуба при отборе посевного материала. Сб. трудов по лесному хозяйству (Шиповская лесная опытная станция); вып. 1, 1958. [13]. Л. Ф. Правдин. Современное состояние и пути развития селекции древесных пород и лесного семеноводения. Труды Института леса АН СССР, т. 8, М., 1951. [14]. Е. П. Проказин. Селекция смолопродуктивных форм сосны обыкновенной. Сб. «Опыт и достижения по селекции лесных пород», М., 1959. [15]. И. А. Раппопорт. Мутационное действие 1,4-бисдиазоацетилбутана. Доклады АН СССР, т. 130, № 5, 1960. [16]. В. М. Ровский. Селекция лесных пород в Узбекистане. Труды Института леса АН СССР, т. 8, М., 1951. [17]. А. И. Федоров. Задачи селекции древесных пород в лесном хозяйстве Казахстана. Рефераты научной конференции по рационализации лесного хозяйства и агролесомелиорации в Казахстане, Алма-Ата, 1959. [18]. А. А. Шахов. Солеустойчивость растений. Изд. АН СССР. 1956. [19]. И. И. Шишков. К вопросу о формах ели. Труды Ленинградской лесотехнической академии, вып. 73, 1956. [20]. А. С. Яблоков. Исполнинская форма осины в лесах СССР. Труды ВНИИЛХ, вып. 23, 1949. [21]. А. М. Якшина. К биологии *Haloxylon ammodendron* в пустынной степи Монгольской Народной Республики. «Ботанический журнал» № 2, 1958. [22] A. Gustafson, L. Ehgenberg. Ethylene imine: a new tool for plant breeders. New Scientist, 5, N 122, 1959. [23]. H. H. Heitmüller. Tagung für Forstpflanzenzüchtung vom 27 bis 28 Juni in Wächtersbach (Hessen). Silvae Genetica, 6 N 5, 1957. [24]. J. Krahl-Urbán. Zur genetischen Beurteilung der Buche in den bayerischen Alpen und im Bayerischen Wald. Forstwiss. Cbl. 76, N 78, 1957. [25]. H. Schmidt. Zur genetischen Beurteilung der Buche in den bayerischen Alpen und im Bayerischen Wald. Forstwiss. Cbl. 74, N 5—6, 1955.

Поступила в редакцию
17 января 1961 г.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕКУЩЕГО ПРИРОСТА ПО ЗАПАСУ НАЛИЧНОГО ДРЕВОСТОЯ С РУБКОЙ ДЕРЕВЬЕВ

М. Л. ДВОРЕЦКИЙ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Поволжский лесотехнический институт)

С повышением интенсивности ведения лесного хозяйства возрастает значение и необходимость учета текущего прироста по запасу древостоя. Величина текущего прироста и динамика ее изменения являются наилучшими показателями состояния и роста насаждений и наиболее точным мериллом всех мероприятий по уходу за лесом. При расчете размера пользования лесом текущий прирост определяет соотношение между нарастанием и потреблением древесины.

При учете энергии нарастания древесины различают следующие понятия:

1. Текущее изменение запаса древостоя с возрастом (иначе таксационный прирост), которое вычисляется как разность запасов одного и того же древостоя в разные периоды его жизни.

2. Текущий прирост по запасу наличного древостоя; он может быть вычислен разными способами:

а) как разность между конечным и начальным запасами наличных стволов;

б) как разность между конечным и начальным запасами данного древостоя плюс начальный запас отпада;

в) непосредственно через текущий прирост срубленных деревьев, средних или статистических (учетных);

г) как разность запасов общей производительности (в таблицах хода роста насаждений показывается как общий текущий прирост), а также как разность между запасами конечным общим и начальным основного полога или между запасами основного полога плюс величина естественного отпада к данному времени.

3. Общий или полный текущий прирост по запасу древостоя, который вычисляется, как правило, только на постоянных пробных площадях по данным повторных пересчетов и может быть установлен двумя способами:

а) как изменение запаса, увеличенное на конечную величину отпада;

б) как текущий прирост по запасу наличного древостоя, увеличенный на объемный прирост стволов отпада.

В данной статье рассматривается вопрос о точности учета текущего прироста по запасу наличного древостоя с рубкой деревьев.

Общезвестно, что для вычисления текущего прироста по объему той или иной совокупности стволов суммарный объемный прирост z_d

модельных деревьев умножают на отношение сумм площадей сечений изучаемой совокупности деревьев к сумме площадей сечений обмеренных моделей, или, что одно и то же, среднюю величину объемного прироста обмеренных моделей $z_{v\text{ ср. уч.}}$, приводят к тому его значению $z_{v\text{ ср. общ.}}$, которое соответствует общей средней площади сечения деревьев таксацируемой совокупности $g_{\text{ ср. общ.}}$ (путем деления последней на среднюю площадь сечения обмеренных деревьев, $g_{\text{ ср. уч.}}$), и полученный результат умножают на число деревьев общей совокупности N , то есть

$$z_{v\text{ общ.}} = \frac{\sum z_{v\text{ уч.}} \frac{\sum g_{\text{ общ.}}}{\sum g_{\text{ уч.}}}}{\sum g_{\text{ уч.}}} = z_{v\text{ ср. уч.}} \frac{g_{\text{ ср. общ.}}}{g_{\text{ ср. уч.}}} N. \tag{1}$$

Здесь используется тесная зависимость, существующая между объемным приростом z_v и площадью сечения g стволов.

В таком случае теоретический расчет процента вероятной ошибки p в величине текущего прироста по запасу наличного древостоя в зависимости от количества моделей n можно производить по формуле

$$p = \frac{C}{\sqrt{n}} \sqrt{1 - r^2}, \tag{2}$$

где C — коэффициент изменчивости прироста по объему стволов древостоя;

r — коэффициент корреляции между z_v и g .

На шести пробных площадях в сосняках-брусничниках Учебного и Суслонгерского лесхозов Марийской АССР были проведены сплошные рубки всех деревьев. Возраст древостоев 26; 45; 60; 64; 80 и 155 лет, полнота 0,7—0,8 (60-летнего — 1,1). У каждого из 1126 срубленных стволов сосны обмерялись диаметры и приросты по радиусу по 1—2-метровым отрубкам, на все модели заполнялись карточки.

После обработки карточек были вычислены коэффициенты корреляции между важнейшими таксационными показателями прироста и коэффициенты изменчивости последних в пределах каждого древостоя. Первые приводятся в табл. 1, вторые — в табл. 2.

Таблица 1

Таксационные признаки	Средний возраст древостоев пробных площадей					
	26	45	60	64	80	155
D и z_g	0,90	0,92	0,88	0,85	0,73	0,65
D и z_d	0,65	0,74	0,83	0,60	0,23	-0,25
D и z_h	0,69	0,59	0,49	0,51	0,03	0,06
D и z_v	0,96	0,91	0,87	0,81	0,74	0,70
g и z_v	0,96	0,93	0,96	0,90	0,76	0,76
g и z_g	0,91	0,96	0,93	0,83	0,70	0,73
z_g и z_v	0,89	0,95	0,93	0,93	0,94	0,95
z_d и z_h	0,52	0,63	0,61	0,67	0,22	0,29
H и z_h	0,62	0,74	0,67	0,51	0,13	-0,04
p_d и p_v	0,91	0,95	0,83	0,91	0,84	0,90
g и v	0,98	0,96	0,93	0,98	0,92	0,93

Анализ табл. 1 показывает, что в одних случаях (g и v , z_g и z_v , p_d и p_v) теснота связи показателей очень высокая и от возраста не зависит; в других случаях коэффициенты корреляции очень высокие (g и z_g , g и z_v) и высокие (D и z_g , D и z_v), но в возрасте 80 лет и выше заметно снижаются; в третьих случаях уменьшение тесноты связи происходит резко (D и z_d , D и z_h , H и z_h , z_d и z_h).

Таблица 2

Таксационные признаки деревьев	Коэффициенты изменчивости (%) для деревьев											
	всего древостоя в возрасте, лет						основного полога в возрасте, лет					
	26	45	60	64	80	155	26	45	60	64	80	155
<i>v</i>	72	73	72	73	48	46	56	64	61	52	39	34
<i>z_d</i>	41	52	56	46	35	39	36	40	45	40	32	36
<i>z_h</i>	24	38	25	47	28	38	22	36	19	37	26	34
<i>z_g</i>	85	83	79	69	47	44	75	64	65	48	41	40
<i>z_v</i>	64	88	75	73	49	46	60	70	61	48	46	40
<i>p_d</i>	40	42	38	36	37	40	34	40	31	35	34	37
<i>p_v</i>	28	33	29	31	32	32	25	32	24	30	30	32

Из табл. 2 видно, что в пределах основного полога изменчивость приведенных показателей прироста слабее, чем в пределах всего древостоя, особенно для стволов моложе 80 лет. Это явление определяет количество деревьев, отбираемых для обмеров.

На основании полученных значений коэффициентов изменчивости и коэффициентов корреляции по формуле (2) были вычислены вероятные ошибки в величине текущего пророста по запасу древостоя в зависимости от количества учетных деревьев, отбираемых из совокупности деревьев всего древостоя и основного полога.

Оказалось, что по значению вероятной ошибки древостоя можно разбить на две группы: молодые — 20—50 лет и более старые — 60 лет и старше, так как для каждого древостоя в пределах этих групп расчетные ошибки практически одинаковы. Поэтому в табл. 3 приводятся вероятные проценты ошибок по двум указанным возрастным группам древостоев.

Таблица 3

Возраст древостоев, лет	Вид генеральной совокупности	Проценты вероятных ошибок (\pm) при количестве учетных деревьев					
		10	15	20	25	30	40
20—50	Весь древостой	7,6	5,9	5,1	4,8	4,4	3,8
	Основной полог	5,3	4,2	3,8	3,4	3,1	2,7
60 и старше	Весь древостой	10,0	8,2	7,1	6,4	5,8	5,0
	Основной полог	9,2	7,5	6,5	5,8	5,3	4,6

Из табл. 3 видно, что: 1) при одном и том же количестве учетных деревьев прирост по запасу молодых древостоев получается точнее, чем более старых, а при взятии учетных деревьев из основного полога — точнее, чем из всего древостоя, особенно молодого; 2) при вероятной точности результата $\pm 5\%$ количество учетных деревьев должно составлять: для всей совокупности молодого древостоя — 20—25, а более старого — 40; для основного полога молодого древостоя — 10—12, а более старого — 35.

Для опытной проверки точности результатов были испытаны следующие способы.

1) С отбором учетных деревьев: а) из всей совокупности стволов древостоя — 189 выборки; б) из ограниченной совокупности (учетные деревья не брались из крайних ступеней толщины) — 231 выборка; в) из основного полога — 127 выборки.

2) С отбором средних модельных деревьев из семи групп стволов по толщине: пяти средних ступеней, групп более тонкомерных и более толстомерных ступеней толщины по 1, 2 и 3 модели на группу (то есть всего по 7, 14 и 21 среднему дереву) — 129 вариантов.

Так как результаты отбора учетных деревьев из всей совокупности стволов древостоя и из ограниченной совокупности в общем оказались довольно близкими, то в сводной табл. 4 приводятся показатели точности определения текущего прироста только по трем из четырех перечисленных способов.

Таблица 4

Способ отбора деревьев для рубки и обмеров	Количество деревьев в варианте	Проценты ошибок (\pm) в величине текущего прироста в возрасте			
		20—50 лет		60—80 лет	
		наибольшие	средние квадратические	наибольшие	средние квадратические
По учетным деревьям, отобранным из всей совокупности	10	10—11	6,4	14—19	10,5
	20	5—8	4,5	11—12	7,8
	30	5—8	3,1	10—12	6,7
из основного полога	10	10—13	7,1	10—25	9,3
	15	10—13	5,9	8—11	6,8
	20	5—8	4,2	7—9	5,5
По средним деревьям семи групп толщины	7	10—16	6,3	10—15	7,0
	14	4—10	4,5	8—11	4,9
	21	3—6	3,4	4—7	3,8

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы в отношении определения величины текущего прироста по запасу древостоя.

1. Отбор 10 учетных деревьев, как и 7 средних моделей, не может быть рекомендован.
2. Определение прироста по 20 учетным деревьям из основного полога дает не худшие результаты, чем по 30 — из всего древостоя.
3. Отбор 21 средней модели приводит в общем к более точным результатам, чем отбор 30 учетных деревьев из всего древостоя и 20 из основного полога, вследствие меньшей изменчивости объемного прироста у средних деревьев по сравнению с учетными.
4. Обычно принимаемые 15—20 модельных деревьев лучше всего отбирать для рубки и обмера как средние по группам толщины.
5. Увеличение количества деревьев, отбираемых для обмеров, приводит к повышению точности результата наблюдений в среднем, но не всегда.
6. Расчетные вероятные ошибки довольно близки к средним квадратическим, а наибольшие ошибки отдельных определений, как правило, не выходили за двойное значение средних.

Поступила в редакцию
2 ноября 1960 г.

К ТИПОЛОГИИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ВЫРУБОК

Е. Д. СОЛОДУХИН

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Приморский сельскохозяйственный институт)

По ходу зарастания кустарниками и травами вырубки целесообразно подразделять на однородные группы — типы. Типы вырубок выделяются и используются в практике ведения лесного хозяйства на севере европейской части СССР [1], [2], особенно при планировании лесовосстановительных работ.

Для темных лесов Дальнего Востока под типом вырубок подразумевался определенный этап в развитии типа леса, связанный с нарушением естественного лесообразовательного процесса с момента вырубки древостоя и до восстановления исходного типа леса или образования относительно устойчивых группировок из растений (кустарниковые заросли, луга и т. п.), характерных и для других категорий площадей. В настоящее время еще нет необходимости в проведении резкой границы между вырубками и образовавшимися на их месте производными типами растительности. Однако в дальнейшем, особенно при разработке наиболее дешевых и эффективных способов восстановления леса, необходимо будет знать динамику изменения растительности на вырубке. По ходу зарастания типы вырубок можно объединить в группы. Очень большую группу составляют вырубки, зарастающие кустарниками, чаще всего участвовавшими в составе подлеска. В этой группе можно выделить пять типов вырубок.

Лещинные вырубки. После рубки леса в лещинных кедровниках с липой и дубом в лещинно-леспедцевых кедровниках с дубом и в кленово-лещинных грабовых кедровниках с липой и пихтой цельнолистной на вырубках образуются сплошные заросли из лещины маньчжурской, чубушника, леспеды, бересклета малоцветкового, аралии, бузины и других кустарников.

Разнокустарниковые вырубки. На вырубках в разнотравно-крупнопоротниковом грабово-кленовом ельнике, в крупнопоротниковом ельнике с кедром, во влажном кустарниково-папоротниковом ельнике, в разнокустарниковых кедровниках и некоторых других типах леса образуются сплошные заросли кустарников без заметного преобладания какого-нибудь вида. Чаще всего встречаются чубушник, дикий перец, лещина маньчжурская, желтый и бородатый клены, смородины, жимолости и другие кустарники.

Кленово-разнокустарниковые вырубки. Вырубки в кленово-лещинных, кленово-лещинных грабовых кедровниках и кедрово-еловых лесах зарастают часто теми же кустарниками, что и разнокустарниковые, но

со значительным преобладанием мелких кленов (желтого, бородатого, зеленокорого, а на юге и ложно-Зибольдова).

Рябинолистниковые вырубки. В рябинолистниково-акатниковых кедровниках с ясенем и ольхой, рябинолистниково-ольховом кедрово-еловом лесу с ясенем, травяно-таволговом ельнике с ольхой и белой березой, сыром черемухово-разнотравном ельнике с тополем, таволгово-осоковым ельнике с ольхой, рябинолистниково-вейниковом ельнике и некоторых других вырубки зарастают рябинолистником с примесью спиреи иволистной и некоторых других видов влаголюбивых кустарников.

Малиновые вырубки. Заросли малины сахалинской образуются на вырубках в северной половине Приморского края и на юге Хабаровского, особенно, если вырубки пройдены беглым огнем.

Вырубки, заросшие травами, занимают меньшие площади. Они очень редко встречаются в кедрово-широколиственных лесах и значительно чаще в елово-пихтовых.

Вейниковые вырубки — самый распространенный тип вырубок в таежной зоне. Заросли вейника Лангсдорфа появляются почти во всех типах леса, за исключением насаждений с хорошо развитым ярусом подлеска. Сплошной покров из вейника формируется обычно на четвертый год после рубки. В северных районах вейник приурочен к долинам и пологим склонам, а на юге — к заболоченным долинам.

Осоковые вырубки. Осоками зарастают вырубки в елово-пихтовых лесах базальтовых плато южного Приморья и в долинных ельниках на севере. В южных кедровниках вейниковые вырубки часто замещаются осоковыми.

Папоротниковые вырубки. На сравнительно ограниченных площадях в группе папоротниковых ельников после вырубки леса иногда образуются сплошные заросли щитовника амурского и других видов папоротников.

Кипрейные вырубки. Вырубки в мелкотравно-зеленомошном, зеленомошно-мелкопапоротниковом, разнотравно-мелкопапоротниковом и некоторых других типах елово-пихтовых лесов северных районов таежной зоны нередко зарастают кипреем, который вначале поселяется на огнищах от сжигания порубочных остатков, а затем распространяется и по всей площади вырубки.

Багульниковые вырубки. Заросли багульника обычно образуются на вырубках в сырых и мокрых типах елово-пихтовых лесов, преимущественно в северной половине их ареала.

В некоторых условиях небольшими участками встречаются полынные, чистотеловые и разнотравные вырубки. Площади их очень малы, а поэтому и хозяйственное значение невелико.

Предлагаемая классификация вырубок темнохвойных лесов Дальнего Востока является первой попыткой обобщения и систематизации всех имеющихся материалов по данному вопросу и потому, естественно, не претендует на полноту. Однако она может оказаться полезной для накопления сведений о зарастании вырубок и планирования работ по лесовосстановлению.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. С. Мелехов. К типологии концентрированных вырубок в связи с изменениями в напочвенном покрове. Сб. «Концентрированные рубки в лесах Севера», М., 1954. [2]. И. С. Мелехов. О теоретических основах типологии вырубок. «Известия высших учебных заведений», «Лесной журнал» № 1. 1958.

Поступила в редакцию
19 декабря 1960 г.

АНАЛИЗ ФОРМУЛ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЦЕНТА ПРИРОСТА НАСАЖДЕНИЙ

Ю. М. РУДЕНКО

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Украинская академия сельскохозяйственных наук)

Текущий прирост дерева и насаждения без рубки в нем моделей часто определяется по проценту прироста [1], [5], [10].

В общем виде процент объемного прироста выражают равенства для дерева

$$p_v = kp_d \quad (1)$$

для насаждения

$$P_V = kP_D, \quad (2)$$

где p_v , P_V и p_d , P_D — проценты объемного прироста и прироста по диаметру для дерева и для насаждения;

k — коэффициент, выражающий соотношение между процентом прироста по объему и по диаметру*.

Процент объемного прироста за n лет определяется одним из двух выражений

$$p_v = \frac{v_a - v_{a-n}}{v_a} \cdot 100 = \frac{100z_v}{v_a}, \quad (3)$$

$$p_v = \frac{v_a - v_{a-n}}{v_a + v_{a-n}} \cdot 200 = \frac{200z_v}{2v_a - z_v}, \quad (4)$$

где v_a и v_{a-n} — объемы в a и $a - n$ лет;

z_v — прирост по объему за n лет.

Аналогичные выражения определяют процент прироста и по другим показателям как для дерева, так и для насаждения.

Равенства (3) и (4) при $n = 1$ дают текущий годичный прирост, который в практике определяется редко. Обычно устанавливается периодический прирост, а путем деления его на n — годичный, который ряд авторов называет средним периодическим [3], [6], [9].

Формула (3), как более простая по сравнению с (4), имеет преимущество, о чем подробно сказано в других статьях автора [6], [7].

* Этот коэффициент разные авторы обозначают по-разному (K , k , s , $2 + k$, c , e , x), что может быть причиной недоразумений. Здесь он обозначается буквой k , как это ранее принято проф. И. М. Науменко [4].

Исходя из равенства (1), можно получить следующее выражение:

$$k = \frac{p_v}{p_d} = \frac{\frac{\pi}{4} d_a^2 h_a f_a - \frac{\pi}{4} d_{a-n}^2 h_{a-n} f_{a-n}}{\frac{\pi}{4} d_a^2 h_a f_a} 100 : \frac{d_a - d_{a-n}}{d_n} 100.$$

Заменив далее d_a и d_{a-n} их значениями $z_d r$ и $z_d (r-1)$, а $h_a f_a$ и $h_{a-n} f_{a-n}$ равными им $z_{hf} r_{hf}$ и $z_{hf} (r_{hf}-1)$, где z_d и z_{hf} — приросты по d и hf за n лет, а r и r_{hf} — относительный диаметр $\left(\frac{d_a}{z_d}\right)$ и относительная видовая высота $\frac{h_a f_a}{z_{hf}}$, и произведя сокращение, получим

$$k = r - \left(r - 2 + \frac{1}{r}\right) \left(1 - \frac{1}{r_{hf}}\right) \quad (5)$$

или, учитывая, что $r = \frac{100}{p_d^{\text{пер}}}$, а $r_{hf} = \frac{100}{p_{hf}^{\text{пер}}}$,

$$k = \frac{100}{p_d^{\text{пер}}} - \left(\frac{100}{p_d^{\text{пер}}} - 2 + \frac{p_d^{\text{пер}}}{100}\right) \left(1 - \frac{p_{hf}^{\text{пер}}}{100}\right). \quad (6)$$

Выражения (1), (2), (3), (5), (6), как теоретически точные, являются хорошей основой для разработки вопросов, связанных с совершенствованием методов таксации прироста растущего леса [8].

Но некоторые предложения по определению процента прироста исходят из приближенных формул. Недавно опубликован способ [8], основой которого являются равенства

$$p_v = p_g + p_{hf} = 2p_d + p_{hf} \quad (7)$$

и

$$P_v = P_G + P_{HF} = 2P_D + P_{HF}. \quad (8)$$

В этих формулах p_g и p_{hf} — проценты прироста по площади сечения и по видовой высоте для дерева; P_G и P_{HF} — для насаждения.

Формулы (1), (7), (2), (8) для одного и того же дерева и насаждения дают неодинаковые результаты. В свою очередь P_v может иметь разные величины, обуславливаемые способом вычисления P_D . В связи с этим встает вопрос о выборе формул для определения p_v , P_v и P_D , что и является основной целью настоящего исследования. Этот вопрос может быть разрешен путем изучения размеров относительных отклонений p_v , P_v и P_D , вычисленных различными способами, от истинных их значений.

Исследование проводилось методом математического анализа с дополнителным использованием данных анализов 87 моделей. 68 моделей взяты в семи сосновых насаждениях в возрасте 90—130 лет, Ia, I, II и III классов бонитета, в Боярском и Житомирском лесхозах УССР и Слонимском лесхозе БССР; 19 — в пяти близких по таксационным показателям дубовых насаждениях искусственного происхождения 65—70 лет, II класса бонитета, в Чернолесском лесхозе УССР. Модели сосны были сгруппированы в семь совокупностей по отдельным насаждениям с количеством деревьев в каждой 6—16; модели дуба составили одну совокупность. Дополнительно был использован анализ одного дерева из культур Боярского лесхоза.

Так как относительные погрешности процентов периодического и среднего годовичного прироста за период n лет одинаковы, то, в целях упрощения изложения, в дальнейшем будут приведены результаты расчетов только для процента периодического прироста.

1. Погрешности формул $p_g = 2p_d$ и $P_G = 2P_D$

Соотношение между p_g и p_d выражает равенство

$$p_g = \frac{100z_g}{g_u} = 2p_d - \frac{p_d^2}{100} \quad (9)$$

Из формулы (9) следует, что в случае применения выражения (7) процент прироста по площади сечения преувеличивается на $\frac{p_d^2}{100}$. Также выражается погрешность формулы для насаждения в целом или для совокупности модельных деревьев. Об относительных размерах преувеличения дают представления табл. 1 и 2.

Т а б л и ц а 1

Показатели	Возраст дерева, лет				
	20	30	40	50	60
Диаметр без коры, см	8,6	13,2	17,6	21,7	25,3
Прирост по диаметру, см:					
за 5 лет	2,3	2,3	2,2	2,0	1,7
" 10 "	4,8	4,6	4,4	4,1	3,6
Площадь сечения, см ²	58,1	136,8	243,3	369,8	502,7
Прирост по площади сечения см ² :					
за 5 лет	26,9	43,5	57,0	65,0	65,3
" 10 "	46,8	78,7	106,5	126,5	132,9
Высота, м	9,92	14,99	19,08	22,35	25,00
Видовая высота, м	5,63	8,09	10,07	11,66	12,94
Прирост по видовой высоте, м:					
за 5 лет	1,40	1,17	0,98	0,75	0,60
" 10 "	2,88	2,46	1,98	1,59	1,28
Объем 0,0001 м ³	327	1107	2450	4312	6505
Прирост по объему 0,0001 м ³ :					
за 5 лет	195	461	747	987	1107
" 10 "	296	780	1343	1862	2193
Отклонения от истинного значения, % за $\left(\frac{5}{10}\right)$ лет)					
$p_g = 2p_d$	$\frac{15,3}{38,6}$	$\frac{9,4}{21,2}$	$\frac{6,8}{14,2}$	$\frac{4,5}{10,4}$	$\frac{3,1}{7,6}$
$p_v = p_g + p_{nf}$	$\frac{19,5}{45,5}$	$\frac{11,3}{24,8}$	$\frac{6,9}{15,7}$	$\frac{4,8}{10,8}$	$\frac{3,5}{7,8}$
$p_v = 2p_d + p_{nf}$	$\frac{31,4}{79,8}$	$\frac{18,5}{42,1}$	$\frac{12,1}{27,1}$	$\frac{8,3}{19,1}$	$\frac{5,9}{13,8}$

Данные таблиц показывают, что относительная погрешность p_g и P_G увеличивается при уменьшении возраста и связанном с этим увеличении процента прироста, и при увеличении продолжительности периода n .

Таблица 2

Отклонения от истинного значения	Возраст, лет								
	30	40	50	60	70	80	90	100	110
$P_G = 2P_D, \%$									
средние	20,1	12,9	9,8	7,5	6,3	5,2	4,2	3,7	3,0
наименьшие	16,7	10,0	6,9	4,9	5,0	4,3	2,8	3,0	2,5
наибольшие	23,4	16,0	13,0	10,7	9,2	6,3	5,3	4,0	3,2
$P_V = P_G + P_{HF}, \%$									
средние	26,4	17,0	11,3	8,6	6,5	5,4	4,4	3,5	2,9
наименьшие	21,7	14,3	6,8	5,8	5,2	4,1	3,3	3,0	9,7
наибольшие	28,5	20,8	15,4	10,5	9,1	7,2	5,3	4,0	3,2
$P_V = 2P_D + P_{HF}, \%$									
средние	42,2	26,6	18,8	14,2	11,4	9,5	7,6	6,4	5,2
наименьшие	36,6	22,3	12,2	9,4	9,3	8,6	5,4	6,0	5,0
наибольшие	47,8	32,9	25,6	18,6	14,5	11,2	8,9	7,0	5,6

II. Погрешности формул процента объемного прироста

Истинное значение p_v для дерева определяет выражение

$$p_v = \frac{v_a - v_{a-n}}{v_a} 100 = p_g + p_{hf} - \frac{p_g p_{hf}}{100} \quad (10)$$

Аналогичное равенство определяет и P_V для насаждения.

Сопоставление формул (7) и (10) показывает, что p_v по уравнению (7) преувеличивается на $\frac{p_g p_{hf}}{100}$.

Очевидно, что формула (7) даст дополнительное преувеличение p_v на $\frac{p_d^2}{100}$, как это следует из выражения (9). Это же относится и к формуле (8).

Из анализа данных табл. 1 и 2 следует, что относительная погрешность формул (7) и (8) увеличивается при уменьшении возраста и соответствующем увеличении процента прироста и при увеличении продолжительности периода n . Даже в возрасте 100 лет, как видно из табл. 2, при $n = 10$ погрешность аналогичной формулы для насаждения (8) достигает 6% и более. Очевидно, что пользоваться формулами (7) и (8) нужно с большой осторожностью.

III. Погрешности формул $P_V = kP_D$

P_D влияет на P_V не только непосредственно, но и через коэффициент k , размер которого, как это следует из выражения (6), в свою очередь, определяется значением P_D и P_{HF} . P_D может быть вычислен по разному. Истинное значение P_D определяет выражение

$$P_D = \frac{D_A - D_{A-n}}{D_A} 100 = \frac{\sqrt{\Sigma d_a^2} - \sqrt{\Sigma d_{a-n}^2}}{\Sigma d_a^2} \cdot 100, \quad (11)$$

где D_A и D_{A-n} — диаметры, соответствующие средним площадям сечений в возрасте A и $A - n$ лет;

Σd_a^2 и Σd_{a-n}^2 — суммы квадратов диаметров измеренных деревьев в том же возрасте;

N — число измеренных деревьев.

Приближенное значение P_D можно получить как среднее взвешенное по площадям сечений

$$P_D = \frac{p_{d_1} g_1 + p_{d_2} g_2 + \dots}{g_1 + g_2 + \dots} = \frac{100 \sum dz_d}{\sum d^2} \tag{12}$$

Для процента годовичного прироста формула (12) при $z_d = 2i$, где i — средняя толщина годовичного слоя за n лет, примет вид $P_D = \frac{200 \sum di}{\sum d^2}$. В таком случае уравнение (2) получит выражение преобразованной формулы Борггреве, которая является частным случаем формулы (2), подобно тому, как формула Шнейдера является частным случаем выражения (1).

Наиболее просто P_D определяется как среднее взвешенное по диаметрам

$$P_D = \frac{p_{d_1} d_1 + p_{d_2} d_2 + \dots}{d_1 + d_2 + \dots} = \frac{100 \sum z_d}{\sum d} \tag{13}$$

Наконец, P_D можно вычислить как среднее из p_d отдельных деревьев

$$P_D = \frac{p_{d_1} + p_{d_2} + \dots}{N} = \frac{\sum p_d}{N} \tag{14}$$

Как указывалось, P_D определяет $P_V = kP_D$ не только непосредственно, но и через коэффициент k .

Очевидно, что погрешности P_V при различном способе определения P_D будут несколько отличаться от погрешностей соответствующих P_D (табл. 3).

Таблица 3

Сп. соб. определения P_D	Погрешности P_D в возрасте, лет					Погрешности P_V в возрасте, лет				
	30	50	70	90	110	30	50	70	90	110
Средние для всех совокупностей										
$P_D = \frac{100 \sum dz_d}{\sum d^2}$	0,8	0,4	0,4	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,1	0,2
	Колебания для отдельных совокупностей									
	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	1,1	0,8	0,6	0,5	0,8	0,6	0,8	0,5	0,4	0,4
Средние для всех совокупностей										
$P_D = \frac{100 \sum z_d}{\sum d}$	0,9	-0,1	0,5	-0,6	-0,4	0,4	-0,1	0,3	-0,4	-0,3
	Колебания для отдельных совокупностей									
	0,0	-2,8	-0,8	-2,1	-2,1	-0,1	-2,1	-0,7	-1,8	-1,6
	2,5	1,6	4,1	1,3	2,6	1,0	1,0	2,7	1,0	1,6
Средние для всех совокупностей										
$P_D = \frac{\sum p_d}{N}$	1,1	-0,6	0,4	-1,6	-1,2	0,3	-0,5	0,3	-1,1	1,0
	Колебания для отдельных совокупностей									
	-0,6	-6,6	-2,5	-4,5	-4,6	-0,6	-4,7	-1,7	-3,4	-3,3
	4,3	3,4	7,7	1,8	5,6	1,8	1,9	5,0	1,5	3,8

На основании сказанного можно сделать следующие выводы:

1. Значения P_D , наиболее близкие к истинным, но с систематическим преувеличением, дает формула (12), погрешности которой для отдельных насаждений по материалам исследования варьируют в пределах 0,0—1,1%.

2. Погрешности формулы (13) больше, чем (12), но они незначительны: от -2,8 до +4,1%.

3. Наименее точные результаты дает формула (14). Погрешности ее варьируют от -6,6 до +7,7%.

4. Погрешности процента объемного прироста по формуле (2) независимо от способа определения P_D меньше, чем соответствующие погрешности P_D , что вызывается нивелирующим влиянием коэффициента k . Отдельные отклонения от этого правила являются следствием округлений при вычислении.

5. Влияние возраста и связанных с ним размеров P_D и P_V на величину относительных погрешностей P_D по формулам (12), (13), (14) и погрешностей соответствующих P_V по формуле $P_V = kP_D$ не наблюдается.

6. Учитывая, что по уравнению (11) получается истинное значение P_D и что оно не более сложно, чем самая точная из приближенных формула (12), ему следует отдать предпочтение.

7. В соответствии с п. 6 выражение $P_V = kP_D$ (2) следует предпочесть формуле Боргрреве, а $p_v = kp_d$ (1), в целях достижения согласованности в отношении конструкции выражений — формуле Шнейдера.

8. Формуле (13) по сравнению с (14) следует отдать предпочтение как более точной и менее трудоемкой в отношении вычислительной работы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. П. Анучин. Лесная таксация. Гослестехиздат, М.-Л., 1959.
 [2]. В. Джурджу. Об определении текущего прироста насаждений. «Лесное хозяйство» № 9, 1957. [3]. В. К. Захаров. Лесная таксация. Справочник работника лесного хозяйства. Изд. 2, гл. V, изд-во АН БССР, Минск, 1954. [4]. И. М. Науменко. Анализ методов определения текущего объемного прироста отдельных деревьев. Научные труды Воронежского лесохозяйственного института, т. X, 1948. [5]. М. М. Орлов. Лесная таксация. «Лесное хозяйство и лесная промышленность», Л., 1929. [6]. Ю. М. Руденко. Анализ применяемых способов определения текущего объемного прироста растущих деревьев. Научные труды Украинской сельскохозяйственной академии, т. IX, 1957. [7]. Ю. М. Руденко. К вопросу о таксации древесного прироста. Научные труды Украинской сельскохозяйственной академии, т. VIII, 1956. [8]. Ю. М. Руденко. Таксация поточного приросту сосновых насаждений. Сб. «Результаты наукових досліджень полісових культурах у Боярському дослідному лігоспі», т. I, изд-во Украинской академии сельскохозяйственных наук, Киев, 1960. [9]. Н. В. Третьяков. Методика учета текущего и среднего приростов древостоев. «Вопросы лесной таксации», сб. трудов Центрального научно-исследовательского института лесного хозяйства. Гослестехиздат, Л., 1937. [10]. А. В. Тюрин. Таксация леса. Гослестехиздат, М., 1945.

Поступила в редакцию
16 сентября 1960 г.

ФОРМИРОВАНИЕ ЕЛЬНИКОВ СЕВЕРНОГО ПРИКАМЬЯ

В. Б. КОЗЛОВСКИЙ

Младший научный сотрудник

(Институт леса и древесины Сибирского отделения АН СССР)

Формирование ельников изучалось нами в 1956 и 1958 гг. в Колвинском лесхозе Пермской области. Были использованы данные 177 пробных площадей, заложенных при лесоустройстве 1938 г., в том числе на 119 пробах сделаны повторные перечеты. При подборе мест закладки проб оказалось, что в черничниках и долгомошниках встречаются древостой с преобладанием ели лишь старше 50 лет, что говорит о смене пород.

Для выяснения этого процесса были глазомерно обследованы все вырубki последнего двадцатилетия, гари и участки, перешедшие в категорию непокрытых лесом площадей в результате ветровалов; часть молодняков, образовавшихся на этих площадях, была обмерена.

Результаты исследования показали, что естественное возобновление в ельниках-черничниках и долгомошниках происходит на 94% площади вырубok, однако оно сопровождается сменой пород, что видно из табл. 1. При определении количества и средней высоты в перечет включен подрост.

Таблица 1

Годы рубки	Ельник-черничник			Ельник-долгомошник		
	количество на 1 га, шт.	средняя высота, м	участие хвойных, %	количество на 1 га, шт.	средняя высота, м	участие хвойных, %
1938—1939	5738	1,5	33	4971	1,2	25
	11472	6,0		15318	4,8	
1942—1943	3988	1,2	26	4882	1,2	24
	11602	5,2		15642	4,6	
1946—1947	5108	1,0	26	5105	1,0	26
	14364	4,0		14410	3,5	
1950—1951	3751	1,0	20	4198	0,8	29
	15224	2,0		11836	2,4	
1954—1955	3922	0,8	48	3816	0,6	42
	4233	1,2		5331	1,0	

Примечание. В числителе приведены данные для ели, в знаменателе — для лиственных пород.

Следовательно, можно утверждать, что на вырубках в ельниках-черничниках и долгомошниках формирование еловых насаждений начинается со стадии почти чистых лиственных молодняков.

В табл. 2 приводится состав молодняков, определенный на основании обмера пробных площадей. Для получения более надежных показателей использовались также данные 200 пробных площадок, заложенных по методу Н. П. Анучина* с применением полнотомера Биттерлиха.

Таблица 2

Возраст, лет	Ельник-черничник				Ельник-долгомошник			
	количество наблюдений	состав	максимальное отклонение в единицах состава	коэффициент вариации состава	количество наблюдений	состав	максимальное отклонение в единицах состава	коэффициент вариации состава
10	6	9Б1Ос	2	12,8	5	9Б1Ос	3	21,4
20	11	9Б1Ос, ед. Е	3	14,7	7	9Б1Ос	2	24,7
30	14	9Б1Е+Ос	2	16,9	10	8Б1Е1Ос, ед. П	2	18,5
40	8	9Б1Е+Ос, ед. П	2	19,8	6	8Б1Е1Ос, ед. П	2	16,3
50	6	8Б2Е+Ос, ед. П	2	23,4	4	8Б2Е, ед. П	2	15,1
60	7	7Б3Е+П, ед. Ос	2	20,8	5	7Б2Е1П+Ос	3	23,5
70	—	—	—	—	6	6Б2Е1П1Ос	2	14,4
80	—	—	—	—	6	6Б3Е1П+Ос	2	14,1

Выяснение путей дальнейшего изменения состава насаждений несколько осложняется, так как более старые древостои становятся в значительной степени разновозрастными. Кроме того, примерно с 60—80-летнего возраста, наряду с хвойно-лиственными, встречаются елово-пихтовые древостои почти без примеси лиственных пород. В этом случае определение среднего состава путем подбора средних пробных площадей вряд ли возможно. Для разрешения вопроса о возрастном изменении состава и других таксационных признаков насаждений необходимо выяснить: 1) являются ли разновозрастные елово-лиственные насаждения стадией развития лиственных молодняков в производных типах леса; 2) по какому пути шло развитие елово-пихтовых насаждений, минимальный возраст которых в настоящее время около 60—80 лет.

Для суждения об однородности происхождения разновозрастных елово-лиственных молодняков, помимо анализов «указательных»** и средних стволов, мы располагаем данными двукратного обмера деревьев на одних и тех же пробных площадях. Из табл. 3 видно, что разновозрастные лиственные древостои постепенно переходят в сложные двухъярусные, а позднее — в относительно разновозрастные с преобладанием ели. Исходя из того, что древостои всех пробных площадей относятся к одному типу развития по высоте, можно говорить, что чистые лиственные, затем сложные двухъярусные и, наконец, смешанные разновозрастные насаждения являются отдельными фазами развития одного и того же лесного сообщества в исследуемых условиях произрастания.

Однако встречаются также и почти чистые разновозрастные еловые насаждения, средний возраст которых колеблется от 50—60 лет в ельниках-черничниках и от 70—80 лет в долгомошниках до 200—220 лет. Следовательно, подобные древостои развиваются иначе, о чем также свидетельствуют данные анализов средних и самых крупных стволов. В то же время отсутствие более молодых ельников не позволяет судить о наличии особого, отличного от первого, типа формирования еловых насаждений.

* Н. П. Анучин. Новый метод таксации леса. «Вестник сельскохозяйственной науки» № 1, 1958.

** А. В. Тюрин. Исследования хода роста нормальных сосновых насаждений в Архангельской губернии. Труды по лесному опытному делу в России, вып. XIV. 1913.

Таблица 3

Год обмера	Ельник-черничник			Ельник-долгомошник		
	состав	воз- раст, лет	предельные колебания возраста, лет	состав	воз- раст, лет	предельные колебания возраста, лет
1938	9Б1Е+Ос, ед. П	46	43—51	5Б3Е1П1Ос	78	51—92
1956	6Б4Е+П,Ос	64	58—67	5Б4Е1П+Ос	96	70—96
	6Е4П		35—50	9Е1П		48—75
1938	6Б3Е1Ос+П	62	57—69	5Б5Е+Ос	93	75—110
	7Е3П		41—60	8Е2П		44—80
1956	5Б4Е1Ос+П	80	60—91	6Е4Б, ед. Ос	111	104—141
	6Е4П, ед. Б		50—64	9Е1П		62—100
1938	5Е4Б1Ос	80	65—95	6Е3Б1П	110	90—139
	7Е3П		45—60	8Е2П		78—100
1956	6Е3Б1П+Ос	98	71—115	6Е2П2Б	128	112—170
	8Е2П		63—80	9Е1П		81—116
1938	7Е3Б+П	100	80—120	6Е3Б1К	130	100—165
	9Е1П		59—80	9Е1П		83—110
1956	7Е2Б1П	118	92—139	7Е2Б1К	148	104—178
	8Е1П1Б		66—100	10Е		90—126
1938	6Е3Б1П+Ос	120	113—147	7Е2Б1П	145	108—181
	7Е2Б1П		72—100	8Е2П		80—120
1956	7Е2Б1П+Ос	138	119—160	8Е1П1Б	163	90—196
	7Е2П1Б		84—120			
1938	8Е2П+Б	137	122—154	6Е3П1Б+К	168	80—190
	6Е4П		98—129			
1956	8Е2П, ед. Б	155	100—170	7Е2П1К, ед. Б	186	114—206
1938	8Е1П1Б	160	109—180	8Е2П	180	120—210
1956	8Е1П1Б	178	130—203	8Е2П	198	140—230

Изучение хода роста насаждений предельного для рассматриваемого объекта возраста подтверждает этот вывод, что видно из табл. 4. В таблице сопоставляются данные двукратных обмеров деревьев на пробных площадях с подразделением древостоев по типу роста в высоту, определенному в результате анализов стволов. К первому типу отнесены насаждения, сформировавшиеся в результате эволюции лиственных молодняков, а ко второму — с преобладанием ели с начала формирования.

Приведенные материалы позволяют заключить, что существующие в настоящее время относительно молодые разновозрастные ельники образовались в результате распада древостоев, занимавших ранее эти

Таблица 4

По обмеру 1938 г.			По обмеру 1956 г.			Средний состав наиболее молодых насаждений 2 типа роста, определенный по имеющимся другим данным
состав	средний возраст, лет	тип роста по высоте	состав	средний возраст, лет	тип роста по высоте	
Ельник-черничник						
7Е2П1К+Б	193	1	5Е4П1Б, ед. К	75	2	7Е2П1Б, ед. К (200)
9Е1Б	200	1	10Е	64	2	
6Е3П1Б	200	1	6Е2П2Б	71	2	
8Е2П, ед. Б	203	1	9Е1Б+П	65	2	
8Е1П1К	205	1	7Е2П1Б+К	69	2	
7Е2П1К	208	1	5Е3П1Б1К	90	2	
Ельник-долгомошник						
8Е2П	196	1	7Е3П	100	2	8Е1П1Б
9Е1П+Б	200	1	10Е	86	2	
9Е1П+Б	200	1	8Е2П, ед. Б	80	2	
7Е2П1К	200	1	9Е1П+Б, ед. К	100	2	
8Е2П	220	1	6Е3П1Б	100	2	

площади. Последние же, в свою очередь, прошли стадию лиственных молодняков. Следовательно, с полным правом можно говорить о единстве типов развития этих двух, казалось бы различных, древостоев.

Почти чистые разновозрастные ельники отличаются от предшествующих стадий ростом по высоте, несколько большей разновозрастностью и незначительной изменчивостью породного состава во времени. Продолжительность этой стадии определяется преобладающим возрастом древостоев, образовавшихся в результате распада материнского насаждения, и естественной старостью ели в рассматриваемом объекте и в среднем составляет в ельнике-черничнике 130—150 лет, а в ельнике-долгомошнике — 100—120 лет. Дальнейшее развитие насаждений в этом случае идет по двум направлениям: 1) если под пологом материнского древостоя количество деревьев достаточно для образования сомкнутого полога, то возникает новое, более разновозрастное насаждение, развитие которого подобно предыдущему; 2) если под пологом предельно старого леса отсутствуют условия для существования более молодых деревьев, то образуются разновозрастные елово-лиственные древостои, развитие которых подобно формированию насаждения на сплошных вырубках.

На основании изложенного можно утверждать, что образование и формирование лесных сообществ не зависит от особенностей хода роста, которые связаны с различиями в почвенно-грунтовых условиях, вызываемыми неодинаковым воздействием на среду древесных пород.

Проведенные исследования показывают, что в рассматриваемых условиях имеется только один естественный ряд развития ельников. Весь процесс формирования насаждений в ельниках-черничниках и долгомошниках можно представить в следующем виде. Вскоре после вырубки материнского древостоя на лесосеках происходит обильное возобновление березы; остается также небольшое количество елового подраста. К возрасту смыкания молодняков береза обычно уже значительно перегоняет ель в росте, в результате чего первой стадией формирования насаждений являются почти чистые березняки с обильным подростом хвойных. Примерно к 60—80 годам ель выходит во второй ярус и принимает уже заметное (до четырех единиц) участие в составе полога, то есть образуется сложное елово-лиственное сообщество — вторая стадия формирования. В дальнейшем береза начинает интенсивно отпадать и ее место занимает более молодая ель, существовавшая до этого под пологом. Вскоре она выходит в первый ярус и примерно к 150 годам сформировывается почти чистое разновозрастное еловое насаждение с горизонтальной сомкнутостью крон, что соответствует третьей стадии.

Четвертая стадия наступает примерно к 200 годам, после распада вследствие естественной старости большей части первого яруса древостоя. Но к этому времени под его пологом обычно уже имеется большое количество равномерно расположенного и достаточно сомкнутого подраста ели, средний возраст которого около 50—80 лет. Это молодое (второе) вместе с остатками старого и появившимся в результате изменения условий освещенности новым (третьим) поколением образует значительно более разновозрастное, чем предыдущее, насаждение ели, но уже с вертикальной сомкнутостью крон. Без существенных изменений в составе эти сообщества доживают до возраста естественной спелости и распадаются. Дальнейшее развитие насаждений на освободившихся площадях идет двояко: или третье поколение ели, еще более разновозрастное, повторяет ход развития предшествующего ему насаждения, или образуется сложное сообщество, развивающееся описанным путем.

Поступила в редакцию
27 июля 1959 г.

**ОСНОВНЫЕ ФОНДЫ ХОЗРАСЧЕТНОГО ПРОИЗВОДСТВА
ЛЕСХОЗОВ БССР И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

Д. С. ГОЛОД

Инженер

(Белорусский лесотехнический институт)

В свете грандиозных задач семилетнего плана развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 гг., поставленных в директивах XXI съезда КПСС и решениях июньского Пленума ЦК КПСС (1959 г.), исключительно важное значение имеет модернизация, обновление и эффективное использование основных фондов, а также правильное установление размеров амортизационных отчислений.

В лесном хозяйстве различают основные фонды основного и хозрасчетного производств. Основные фонды хозрасчетного производства делятся на промышленно-производственные и непроизводственные. Успешность развития хозрасчетного производства лесхозов во многом зависит от правильного соотношения этих двух категорий основных фондов. Структура основных фондов первой категории к началу 1959 г. показана в табл. 1.

Таблица 1

Области	Распределение основных фондов по группам, %						
	здания	сооружения	силовое оборудование	производственное оборудование	транспортные средства		инвентарь, инструменты и пр.
					всего	в том числе тужеые	
Брестская	33,4	10,4	5,7	8,9	29,0	9,8	12,6
Витебская	36,5	6,0	5,5	14,0	30,8	4,5	7,2
Гомельская	21,0	10,5	9,4	16,5	36,4	11,9	6,2
Гродненская	35,9	6,9	19,1	5,3	23,5	2,4	9,3
Минская	33,5	3,4	13,4	10,2	31,8	5,9	7,7
Могилевская	51,6	4,5	9,4	6,4	21,7	7,4	6,4
б. Молодечненская	45,7	2,7	13,5	6,2	23,3	3,8	8,6
В среднем по БССР	36,1	5,9	11,1	10,1	28,8	6,7	8,0

Данные табл. 1 свидетельствуют о том, что в структуре основных фондов хозрасчетного производства лесхозов БССР наибольший удельный вес занимают производственные здания, затем транспортные средства (особенно автомашины), оборудование силовое и производственное.

За последние годы значительно увеличились производственные мощности цехов лесхозов по изготовлению предметов широкого потребления. Они начали пополняться новым станочным оборудованием, дви-

гателями и др. Однако в ряде случаев имеющееся оборудование весьма примитивно (гонторезные, щеподральные станки и др.) и не отвечает современным запросам производства. Оно требует модернизации.

В процессе расширенного воспроизводства соотношение отдельных групп основных фондов меняется. Изменение структуры их за пять лет характеризуется данными, приведенными в табл. 2.

Таблица 2

Основные фонды	Изменение структуры основных фондов по годам (в % к началу года)				
	1955	1956	1957	1958	1959
Производственные здания	27,6	31,5	34,3	34,8	36,1
Сооружения	5,5	4,6	6,5	5,5	5,9
Оборудование силовое	9,1	12,2	12,1	12,2	11,1
производственное	5,9	8,4	9,3	10,2	10,1
Транспортные средства					
механизированные	16,5	16,6	17,7	21,5	22,1
гужевые	16,8	14,2	11,9	8,0	6,7
Инвентарь, инструменты и пр.	18,6	12,5	8,2	7,8	8,0

Абсолютный размер отдельных групп за пятилетие возрос: зданий — в 2,8, сооружений — в 2,3, оборудования силового — в 2,6, оборудования производственного — в 3,7, транспортных средств механизированных — в 2,9 раза. По группе гужевых транспортных средств основные фонды снизились в среднем на 11, а по группе инвентаря и инструментов — на 25%.

Несмотря на это, структура основных фондов все время улучшалась, в последние годы не только заменялось устаревшее оборудование, но имело место и расширенное воспроизводство основных фондов за счет фондов возмещения и накопления. Первый образуется из амортизационных отчислений и является важнейшим источником капиталовложений в хозрасчетном производстве лесхозов. Второй — это доля национального дохода, направляемая на расширение основных фондов.

Размер амортизационного фонда 1958 г. и его использование на капитальное строительство по хозрасчетному производству лесхозов БССР характеризуются данными, приведенными в табл. 3.

Таблица 3

Показатели	Области							Всего по БССР
	Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	Минская	Могилевская	б. Молодечненская	
Амортизационный фонд (в % к стоимости основных средств)	3,3	3,2	5,0	3,6	4,0	2,5	2,3	3,5
Внесение в банк для финансирования капитального строительства (в % от амортизационного фонда)	84,9	58,9	86,1	34,1	28,2	55,1	33,4	54,6

Значительные суммы амортизационного фонда ежегодно поступают на реновацию в Стройбанк, остальные направляются для финансирования капитального ремонта, а некоторая их часть в виде взноса поступает в доход государственного бюджета.

Использование средств амортизационного фонда на капитальный ремонт оборудования, машин и механизмов должно сопровождаться их модернизацией, что будет обеспечивать расширение производственных

мощностей цехов ширпотреба лесхозов и способствовать расширенному воспроизводству основных фондов.

Расширенное воспроизводство основных фондов, наряду с улучшением их структуры, обеспечивает рост их абсолютного размера, характеризующего техническую вооруженность предприятия и являющегося важным показателем интенсивности производства, а выпуск товарной продукции на 1 руб. основных фондов и на одного списочного рабочего показывает эффективность их использования.

В хозрасчетном производстве лесхозов БССР эти показатели к началу 1959 г. характеризуются данными, приведенными в табл. 4.

Таблица 4

Области	Размер основных производственных фондов, руб. коп.		Выпуск товарной продукции в ценах 1958 г., руб. коп.	
	на 1 га производственной территории	на одного списочного рабочего	на 1 руб. основных производственных фондов	на одного списочного рабочего
Брестская	1—99	4499—67	4—82	21674—26
Витебская	3—18	6843—37	3—09	21139—35
Гомельская	2—34	5636—41	3—63	20462—13
Гродненская	4—94	4904—92	4—51	22121—12
Минская	4—34	7165—55	2—73	19591—92
Могилевская	3—29	5572—72	3—93	21911—14
б. Молодечненская	5—88	7283—47	2—84	20703—98
В среднем по БССР	3,38	6067—97	3—45	20916—94

Анализируя данные табл. 4, следует отметить, что насыщенность основными производственными фондами и их использование в хозрасчетном производстве лесхозов республики неодинаковы по областям.

Наиболее высокие размеры основных производственных фондов на одного списочного рабочего и на 1 га производственной территории (лесной площади) имеет хозрасчетное производство лесхозов б. Молодечненской и Минской областей. Однако по выпуску товарной продукции на 1 руб. основных фондов и на одного списочного рабочего хозрасчетные производства лесхозов этих областей имеют самые низкие показатели, что говорит о неудовлетворительном использовании производственных мощностей цехами ширпотреба. Иное положение занимают хозрасчетные производства лесхозов Брестской и Гродненской областей.

Все это говорит о неравномерности загрузки производственных мощностей цехов ширпотреба лесхозов республики, о скрытых резервах в их работе, о недооценке анализа эффективности использования производственного оборудования и основных фондов в целом.

Своевременное вскрытие и устранение отмеченных недостатков в использовании имеющихся основных фондов, а также дальнейшее оснащение цехов новейшим оборудованием будут способствовать улучшению работы хозрасчетных производств лесхозов, выявлению производственных мощностей и модернизации оборудования, повышению выпуска и расширению ассортимента предметов широкого потребления.

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ НА СПЛОШНЫХ ВЫРУБКАХ В СОСНЯКАХ ПРЕДГОРНОЙ ПОЛОСЫ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ

С. Н. САННИКОВ

Младший научный сотрудник

(Институт биологии Уральского филиала АН СССР)

В сосновых лесах Северного Зауралья, расположенных на правом берегу р. Лозьвы, сплошные концентрированные рубки ведутся с 1941—1942 гг. Однако лесоводственного изучения их результатов не производилось.

В настоящем сообщении излагаются итоги двухлетних исследований (1957—1958 гг.) естественного лесовозобновления на сплошных вырубках в сосняках Бурмантовского и Вижайского лесничеств Ивдельского лесхоза.

В ходе лесопромышленного освоения этого района подвергались рубке в первую очередь наиболее производительные и доступные для освоения чистые сосновые насаждения II—III классов бонитета, представленные в основном сосняками зеленомошно-ягодниковыми. На вырубках в этом наиболее распространенном типе леса заложена большая часть наших пробных площадей (12). Менее подробно изучалось возобновление в сосняках зеленомошно-брусничниковых (4) и бруснично-толокнянковых (2 пробы).

Основные результаты исследований представлены на рис. 1.

Сосняки зеленомошно-ягодниковые занимают дренированные склоны и вершины увалов, сложенные известняками (крутизной до 10—12°). Почвы под ними свежие (периодами влажные), суглинистые, характерного светло-буро-кофейного цвета, неглубоко от поверхности (30—50 см) подстилаемые элювием и делювием известняков. На глубине 30—40 см они вскипают от соляной кислоты (рН — 7,2), но верхние горизонты имеют кислую реакцию (рН от 5,6 до 4,4).

Для насаждений этого типа леса характерна значительная примесь лиственницы (0,1—0,3). Преобладающий возраст сосняков 140—160 лет, класс бонитета III, иногда II. Запас более 400 м³. Как и в равнинной части Северного Зауралья, они возникли после пожаров и носят следы одновременного воздействия огня.

Основной фон напочвенного покрова образуют зеленые мхи (*Hylocomium proliferum* (L.) Lindb. и *Pleurozium Schreberi* (Willd.) Mitt), мощность живого слоя которых достигает 8—10 см. Из кустарничков и трав встречаются брусника, черника, вейник тростниковидный, костяника, герань лесная, чина приземистая, сочевичник и др.

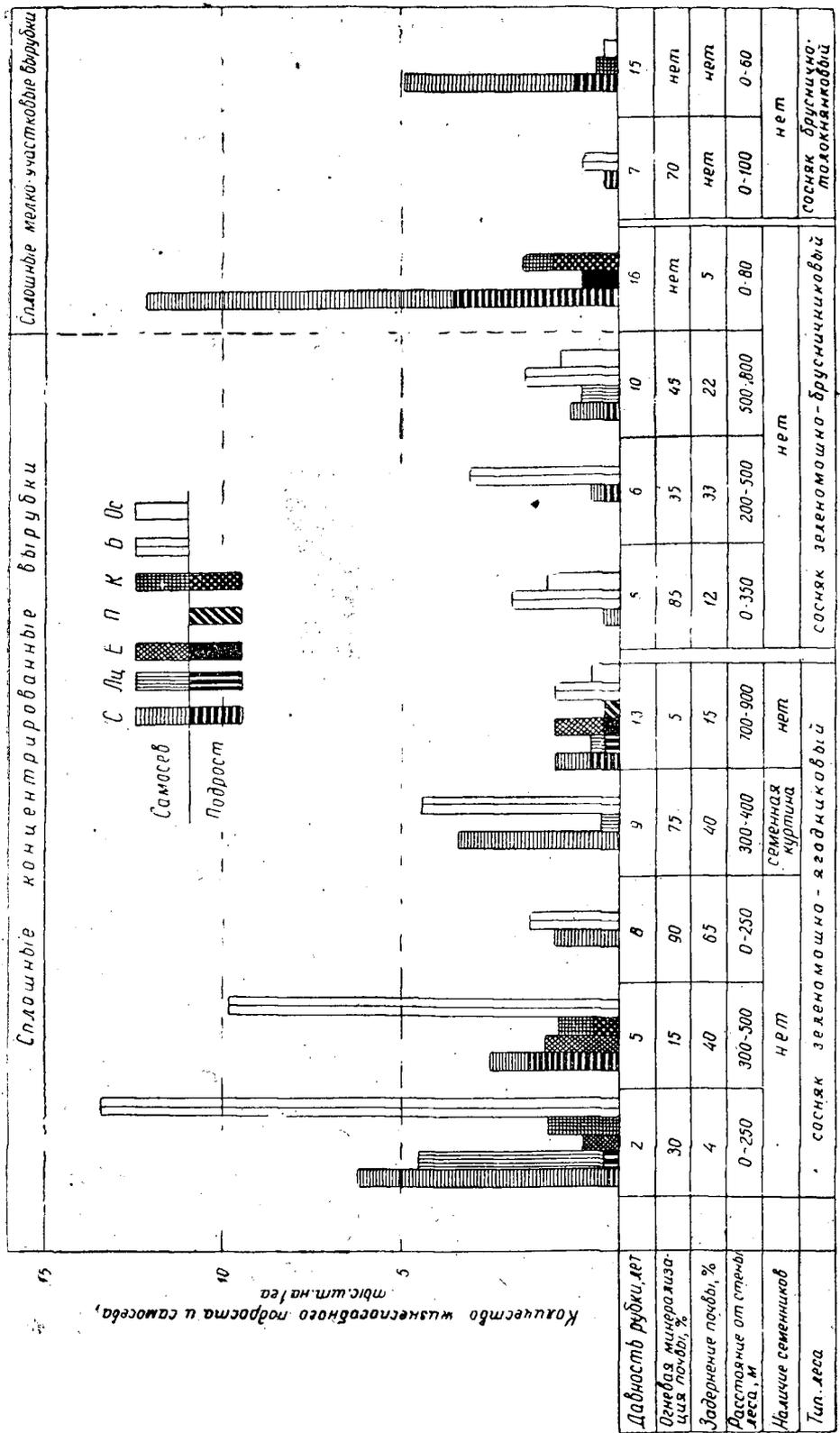


Рис. 1. Естественное возобновление на сплошных вырубках в сосновых лесах предгорной полосы Северного Зауралья.

Естественное возобновление под пологом леса слабое (5—12 тыс. шт.), а после низовых пожаров, изреживающих древостой и уничтожающих моховой покров, значительно увеличивается (до 80—100 тыс. экземпляров). Возобновление на большей части сплошных концентрированных вырубок последнего десятилетия (1948—1958 гг.), на которых обычно не оставались обсеменители и применялась очистка сплошным палом, в общем вполне удовлетворительное (рис. 1). На этих лесосеках последующее возобновление сосны, лиственницы и ели сосредоточено на расстоянии до 70—120 м от стен леса, недорубов и других источников обсеменения. В центральной же части лесосек имеется лишь вегетативное возобновление березы с единичной примесью осины. Лишь в отдельных случаях встречается самосев сосны на расстоянии до 300—400 м от семенников (если группы их расположены на близлежащих крутых всхолмлениях), но количество его незначительно (не более 0,8—1,0 тыс. шт.).

Совершенно иной характер последующего возобновления хвойных пород наблюдается на лесосеках, обеспеченных обсеменителями. Почти весь самосев сосны, лиственницы и ели приурочен к участкам с выгоревшей подстилкой. Как показали полустационарные наблюдения (на площадках экспериментального посева), неразложившаяся подстилка уже на второй—третий день после выпадения осадков сильно иссушается и перегревается (до $+53^{\circ}\text{C}$). Семена сосны, высеянные на ней, не дали ни одного всхода в течение всего лета 1958 г., несмотря на то, что в июле и августе неоднократно были дожди. Близкие условия среды и аналогичное состояние возобновления зарегистрированы на свежих огнищах, покрытых слоем золы до 2—3 см.

В предгорьях прогоревшие вырубки подвергаются интенсивному задернению овсяницей овечьей (*Festuca ovina* L. s. l.), которая местами на старых, слабо облесившихся гарях образует почти сплошной ковер. Менее распространен вейник лесной (*Calamagrostis arundinacea* Roth.), преобладающий в живом напочвенном покрове лесосек южной тайги и лесостепных боров Зауралья [1], [3].

Однако на первый—второй год после пожара площадь задернения еще не превышает 10%. Минерализуя почву, огонь в первые годы устраняет или подавляет опасных конкурентов самосева хвойных пород. На свежих лесосеках, пройденных огнем, в сосняке зеленомошно-ягодниково-мховом формируется кипрейно-костянично-моховой покров. Нижний ярус его, состоящий из пирогенных мхов (*Polytrichum juniperinum* Willd. и *Ceratodon* sp.), представляет благоприятный субстрат для появления всходов сосны и лиственницы.

На третий—четвертый год задернение почвы увеличивается до 25—30%, и всходы располагаются по свободным от дернины пятнам мохового покрова.

На лесосеках, очищенных сплошным палом 8—10 лет назад, задернение овсяницей достигает максимума (40—65%), а ризоиды мхов сильно уплотняют поверхность почвы, и самосев не появляется.

Не менее дружное последующее возобновление хвойных пород наблюдается и на почве, минерализованной механическим способом. Наблюдения за прорастанием семян и укоренением всходов сосны опытного посева (1958 г.) показали, что гидротермический режим минерализованной (механически или огнем) поверхности почвы наиболее устойчив. Однако для дружного появления всходов необходимы дожди, выпадающие в течение 6—7 дней с интервалом не более двух суток. Поскольку в районе исследований подобные периоды с такими дождями в течение лета повторяются неоднократно, последующее возобновление

хвойных пород на минерализованной почве (на гарях) при достаточном обсеменении бывает обеспечено.

Семенные куртины и отдельные семенники сосны и лиственницы, оставленные на вырубках, вполне ветроустойчивы. Обе породы на дренированных почвах, подстилаемых известняками, имеют сравнительно глубокие корни. Вываливаются лишь угнетенные деревья со слабо развитыми корневыми системами.

Многие из оставленных семенных куртин сильно пострадали от неоднократных пожаров. Сосна в них, большей частью, отмерла; более же толстокорые деревья лиственницы сохранились.

При обычных в районе сильных западных ветрах лиственничные куртины высотой 23—25 м обеспечивают хорошее обсеменение обожженной почвы на расстоянии до 200 м по направлению ветра. В пятидесятиметровой полосе, прилегающей к одной из таких куртин с востока, насчитывалось от 35 до 75 тыс. шт. здорового самосева лиственницы, на расстоянии 50—110 м — 7,5—15,0 тыс. экземпляров, на 150—200 м — 5,0—10,0 тыс. шт. Таким образом, дальность разноса семян и обсеменительный эффект семенных куртин лиственницы на лесосеках-гарях в предгорьях Северного Зауралья вдвое—втрое больше, чем в равнинных районах.

Лиственница повсеместно встречается в сосновых лесах предгорного района, но тем не менее, участие ее в составе молодняка на вырубках незначительно. Несомненно, в первую очередь, это связано с повреждением ее шишек и семян энтомовредителями. Так, в 1957—1958 гг. 80—95% шишек лиственницы было повреждено еловой шишковой огневкой *Dioroctria abietella* Schiff. и другими вредителями. Такие же факты отмечались и в северной тайге Европейской части СССР [2].

На вырубках 1942—1946 гг., как правило, сохранилась большая часть предварительного возобновления хвойных пород, обеспечившая быстрое восстановление леса после рубки, даже при отсутствии обсеменителей.

Сосняки зеленомошно-брусничниковые (IV класс бонитета) занимают верхние части склонов и вершины холмов с мелкими (15—30 см) легкосуглинистыми суховатыми почвами.

Предварительное возобновление сосны в этом типе леса происходит наиболее успешно.

На мелко-участковых вырубках 1942—1943 гг. подрост сохранился благодаря применению конной трелевки леса. Появлению и приживаемости самосева при наличии стен леса и многочисленных недорубов благоприятствовали обильные летние осадки, отмечавшиеся в 1942—1944 гг.

На концентрированных вырубках 5—6-летней давности, на которых подрост хвойных пород уничтожен при огневой очистке сплошным палом, а обсеменители не оставлялись, имеется лишь редкое вегетативное возобновление березы и частью осины (4—5 тыс. экземпляров).

В сосняках зеленомошно-брусничниковых поверхность вырубок после пожаров иссушается, поэтому последующее возобновление хвойных пород затруднено, а поросль мягколиственных пород немногочисленна и отличается плохим ростом.

Еще более опасно сведение леса в сосняках бруснично-толокнянковых по каменистым обнажениям крутых склонов. На участках сплошных вырубок, по которым прошел пал, при отсутствии подроста сосны предварительной генерации и слабом развитии живого напочвенного покрова интенсивно протекают процессы эрозии почв, вплоть до образования каменистых осыпей. Вследствие смыва мелкозема и сильного ис-

сушения поверхности почв последующее естественное возобновление на вырубках в данном типе леса не происходит. Удовлетворительное и хорошее естественное возобновление сосны за счет подроста (до 6 тыс. шт.) наблюдалось нами лишь на участках мелко-участковых сплошных и условно-сплошных рубок периода 1942—1946 гг. (рис. 1).

Главнейшими лесохозяйственными мероприятиями по обеспечению восстановления хвойных пород на сплошных вырубках могут быть следующие:

а) применение рациональной технологии лесосечных работ, обеспечивающей максимальное сохранение предварительного возобновления;

б) запрещение очистки лесосек сплошным палом и переход на сжигание сучьев в кучах без весенней огневой дополнительной очистки;

в) при отсутствии достаточного количества подроста хвойных пород обязательное оставление семенных куртин, групп и одиночных семенников сосны и лиственницы, а также максимальная минерализация почвы в процессе лесозаготовки;

г) при отсутствии подроста и обсеменителей — подсев семян сосны и лиственницы (0,3—0,5 кг/га) на огнищах, тракторных волоках, по молодому покрову пирогенных мхов и на искусственно минерализованной почве, а на свежих лесосеках со сплошным палом — аэросев;

д) запрещение сплошных рубок в сосняках бруснично-толокнянковых на крутых склонах и вершинах холмов и отнесение площадей, занятых этим типом леса, к категории защитных.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Р. С. Зубарева. Типы концентрированных вырубок в сосновых лесах бассейна р. Туры. Сб. «Вопросы развития лесного хозяйства Урала», вып. 1, труды Института биологии УФАН СССР, вып. 16, Свердловск, 1960. [2]. И. С. Мелехов. Развитие лесоведения в связи с задачами таежного лесоводства. Известия АН СССР, серия биологическая, № 5, 1957. [3]. С. Н. Санников. Динамика живого напочвенного покрова и его роль в последующем возобновлении сосны на сплошных вырубках в Припышминских борах. Реферат доклада на научной конференции по рационализации лесного хозяйства и агролесомелиорации Казахстана. Казахский сельскохозяйственный институт, Казахское НТО сельского и лесного хозяйства, Алма-Ата, 1958.

Поступила в редакцию
9 марта 1960 г.

К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ В СВЯЗИ С РУБКАМИ УХОДА

Т. А. МЕЛЕХОВА

Доцент, кандидат биологических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Рубки ухода, являясь одним из методов улучшения наших лесов, привлекают все большее внимание. Известно, что они могут способствовать увеличению прироста деревьев. Однако динамика прироста и структура годичных слоев, формирующихся после ухода, раскрыты мало. Формирование годичного слоя под влиянием рубок ухода на Севере вообще не изучено.

На протяжении пяти лет мы вели наблюдения за формированием годичных слоев сосны в связи с рубками ухода в Шелековском участке учебно-опытного лесхоза Архангельского лесотехнического института. В данной работе использованы материалы наблюдений за вегетационные периоды 1955, 1957, 1958 гг. на 16 пробных площадях, где кафедрой лесоводства АЛТИ в разные годы (всегда в начале июня) проводились рубки ухода по низовому принципу. Давность рубок от 1 до 9 лет.

Пробные площади, на которых брались деревья, заложены в сосняках-черничниках IV класса бонитета, расположенных на ровных плато, в большинстве случаев с хорошо дренированными почвами.

В подлеске широко распространена рябина, часто встречается шиповник, иногда можжевельник.

В напочвенном покрове встречаются кустарнички *Vaccinium myrtillus* L. (0,4—0,6), несколько меньше *Vaccinium vitis idaea* L. (0,2—0,3), на некоторых пробах единично встречается *Vaccinium uliginosum* L.

Из травянистых растений наиболее типичны *Majanthemum bifolium* Schm., *Linnaea borealis* Gronov., *Trientalis europaea* L. Из мхов преобладают *Pleurozium Schreberi* Willd. (0,5—0,6) и *Hilocomium proliferum* L. (0,2—0,3), в микропонижениях иногда *Polytrichum commune* L.

Почвы слабо и среднеподзолистые свежие или несколько увлажненные, супесчано-суглинистые, подстилаемые моренным, часто карбонатным суглинком.

Древостой в пределах участка в основном одновозрастные, иногда с отдельными маяками — старыми 200-летними соснами, оставшимися после интенсивной выборочной рубки. Изучение проводилось в древостоях 30—40 лет (7 пробных площадей) и 70—80 лет (9 пробных площадей). Древостой смешанные, с преобладанием сосны в первом ярусе и заметным участием ели (преимущественно во втором ярусе) и березы, а также с небольшой примесью (меньше 0,1) лиственницы.

При уходе вырубались преимущественно береза, отчасти ель, больные и отстающие в росте деревья сосны; лиственница, как правило, оставалась. После проведения рубок ухода увеличилось относительное участие сосны в составе древостоя. Полнога древостоя до рубки на большинстве пробных площадей была 0,8 (с отклонением $\pm 0,1$), после ухода 0,6. При проведении рубок ухода выбиралось 12—15% по запасу и 20—35% по числу стволов.

Каждая пробная площадь разделена на две части: на одной проведен уход, вторая оставлена в качестве контроля. Подопытные деревья подбирались парами — по одному с каждой части. Деревья подбирались одного возраста, по возможности одинаковые по размерам, классу роста и окружению. Преимущественно брались деревья I—II классов роста. Наблюдения проводились с конца мая — начала июня до начала октября. Через каждые 10 дней с деревьев на высоте 1,3 м от шейки корня брались пробы-высечки, с которых впоследствии делались поперечные срезы для анатомического изучения [5].

Все подопытные деревья были тщательно описаны с составлением абриса окружения. Часть из них в конце вегетационного периода спиливалась для дополнительного изучения.

Всего за три вегетационных периода исследовано 52 подопытных дерева, сделано 358 анатомических препаратов, сосчитаны 20331 и измерены 5673 трахеиды (толщина их стенок и диаметры).

Пробуждение камбия

Наблюдения показали, что пробуждение камбия у сосны происходит в течение июня, в основном во второй и третьей декадах. В разные годы эти сроки несколько отличались, что объясняется температурным режимом весенних месяцев. Так, в 1957 г., отличавшемся теплой весной (средняя температура мая $+9,2^{\circ}\text{C}$), камбий сосны начал деятельность во второй и частично в первой декаде июня, а в 1955 г. (при средней температуре мая $+6,4^{\circ}\text{C}$) и в 1958 г. (при средней температуре $+5,1^{\circ}\text{C}$) — в годы с более прохладной весной камбий пробудился позднее — во второй и даже третьей декадах июня.

Наблюдения эти еще раз подтверждают выводы, сделанные нами ранее относительно зависимости сроков деятельности камбия на Севере от температурного режима [5], [6], [7].

Рубки ухода, изменяя световой и тепловой режимы под пологом, способствуют более раннему пробуждению камбия. Почти во всех случаях у деревьев I—II класса на участках с уходом камбий пробуждается дней на 10 раньше, чем у аналогичных деревьев с контрольных участков. У деревьев III класса роста такой разницы не наблюдалось.

Сроки пробуждения камбия зависят и от возраста деревьев, что подтверждает наши прежние выводы по другим районам [6], [7].

Так, в 1955 г. начало камбиальной деятельности у всех 30-летних деревьев отмечено во второй декаде июня, в то время как у 70—80-летних к этому моменту камбий пробудился только на участках с уходом. У 80-летних деревьев на контрольных участках пробуждение камбия происходит позднее почти на декаду.

Наращение трахеид

Отложение трахеид продолжается с момента пробуждения камбия до начала, а иногда до середины сентября. Наиболее активен камбий в конце июня-июля, когда нарастает основная масса трахеид. К началу и

середине августа деятельность камбия у всех деревьев заметно снижается, и в дальнейшем, до конца августа — середины сентября, откладывается лишь небольшое число рядов трахеид.

Разница в деятельности камбия на сравниваемых участках начинает проявляться на следующий год после ухода и сохраняется в дальнейшем. Так, у 80-летних деревьев на участках, пройденных рубками ухода 8—9 лет назад, камбий продолжает работать более активно, чем на контрольных.

По данным А. В. Савиной [8], в Подмосковье влияние ухода на прирост заметно в течение четырех лет и совсем утрачивается к семи годам, после чего требуется новый уход. Очевидно, для Севера эти сроки будут несколько иными.

Сезонная деятельность камбия у деревьев в древостоях с уходом в большинстве случаев на несколько дней продолжительнее, чем на контрольных участках. Более продолжительная деятельность камбия и большая его интенсивность в участках с уходом у деревьев I—II класса роста приводят к отложению в годичном слое большего числа трахеид, что связано с перестройкой хвои в результате осветления.

У деревьев низших классов развития, крона которых расположена в нижней части полога, рубки ухода не дают существенных изменений в световом режиме и не приводят к перестройке хвои, поэтому количество трахеид не увеличивается.

Средний диаметр и толщина стенок трахеид

На протяжении вегетационного периода изменяются также и размеры трахеид. Средний диаметр трахеид у всех деревьев уменьшается к осени, изменение его протекает не вполне плавно. В большинстве случаев средний диаметр трахеид у деревьев из древостоев, пройденных уходом, несколько больше (на 2—11 мк), чем у деревьев с контрольных участков, но эта тенденция не везде выражена и говорить об определенной зависимости пока преждевременно.

Наиболее заметные изменения за вегетационный период происходят в толщине стенок трахеид. Эта величина несколько больше у деревьев, подвергшихся уходу. Разница становится заметной уже на следующий год после ухода и продолжает сохраняться в последующее время.

В условиях Шелековского участка учебно-опытного лесхоза к половине августа становится заметной дифференциация на раннюю и позднюю древесину. Она усиливается по мере приближения осени. Средняя толщина стенок ранних трахеид с августа почти не изменяется, в то время как толщина стенок поздних трахеид непрерывно увеличивается. В сформированном годичном слое у деревьев на участках с уходом толщина стенок ранних трахеид составляет от 2,5 до 4,7 мк, на контрольных 2,2—3,2 мк, толщина стенок поздних трахеид соответственно равна 3,65—5,6 и 3,3—5,4 мк.

Сформированный годичный слой

Интересно остановиться на характере макроструктуры сформированных годичных слоев данного года и на изменении их структуры за несколько лет после проведения рубок ухода.

Для изучения макроскопического строения годичного слоя текущего года были измерены ширины ранней и поздней частей и общая ширина слоя, а также определен процент поздней древесины на различных высотах ствола (у шейки корня, на $\frac{1}{4}$; $\frac{1}{2}$; $\frac{3}{4}$ высоты).

Средняя ширина годичного слоя у деревьев на участках, пройденных рубками ухода, в большинстве случаев несколько больше, чем на контрольных, а у 40-летних деревьев больше, чем у 80-летних.

Наиболее заметная разница наблюдается в содержании поздней древесины, особенно у 80-летних деревьев с уходом и без него.

Ширина годичного слоя большинства деревьев как на участках с уходом, так и на контрольных, увеличивается по мере поднятия по стволу, а процент поздней древесины уменьшается, что подтверждают данные, имеющиеся в литературе [2].

Увеличение процента поздней древесины происходит сразу после проведения рубок ухода и продолжается в последующие годы. Такой быстрый эффект возможен при рубке весной до начала деятельности камбия. Так, у одного из опытных деревьев за 4 года после рубок ухода содержание поздней древесины возросло на 13%, а у парного с ним контрольного осталось без изменения.

Изреживание сосновых насаждений на Севере даже в очень высоком возрасте, например, в результате выборочных рубок, может приводить к увеличению ширины годичных слоев и содержания в них поздней древесины [1], [2], [4], в молодых древостоях эти изменения еще больше.

Если посмотреть микроструктуру годичного слоя, сформировавшегося после рубок ухода, то оказывается, что средняя толщина стенок трахеид у деревьев на участках, пройденных рубками ухода, несколько выше, чем на контрольных. Выше у них и отношение толщины двух стенок к диаметру трахеид. Оно отражает в известной мере плотность и прочность древесины.

В заключение можно сказать, что проведение рубок ухода по низовому принципу в сосняках-черничниках 70—80- и 30—40-летнего возраста с изреживанием до полноты 0,6 оказывает положительное влияние на древостой, вызывая не только увеличение прироста древесины, но и улучшая ее качества. Это подтверждает прежние данные, согласно которым полнота 0,6 является оптимальной для формирования годичного слоя сосны на Севере [1], [6], [7].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. И. С. Мелехов. Значение типов леса и лесорастительных условий в изучении строения древесины и ее физико-механических свойств. Труды Института леса АН СССР, т. IV, № 14, 1949. [2]. И. С. Мелехов. О качестве северной сосны. Севкрайгиз, Архангельск, 1932. [3]. И. С. Мелехов. О технических свойствах древесины сосны Плесецкого леспромхоза. Сб. работ АЛТИ, вып. 1, 1934. [4]. И. С. Мелехов. Рубки и возобновление леса на Севере. Архангельское книжное изд-во. 1960. [5]. Т. А. Мелехова. О формировании годичного слоя ели. Труды АЛТИ, т. XIII, 1949. [6]. Т. А. Мелехова. О формировании древесины сосны и некоторых других древесных пород Севера в связи с лесорастительными условиями. Автореферат кандидатской диссертации, изд. АЛТИ, 1952. [7]. Т. А. Мелехова. Формирование годичного слоя сосны в связи с лесорастительными условиями. Труды АЛТИ, т. XIV, Архангельское книжное изд-во, 1954. [8]. А. В. Савина. Физиологическое обоснование рубок ухода. М.-Л., 1956.

Поступила в редакцию
14 февраля 1961 г.

МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬ ХВОЙНЫХ ПОРОД В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

А. В. ЛУКИН

Ученый лесовод

(Чаплыгинский лесхоз Липецкой области)

Основной причиной, препятствующей внедрению в лесные и защитные культуры, а также в зеленое строительство новых ценных древесных и кустарниковых пород (особенно в северных районах нашей страны), является недостаточная зимостойкость и морозоустойчивость многих из них. Крайне тяжелой для перезимовки не только иноземных и инорайонных, но и местных пород была зима 1955/56 гг. По степени отрицательного воздействия на древесно-кустарниковую растительность, по крайней мере в условиях центральной лесостепи, она не уступала зиме 1939/40 гг. и значительно превосходила зиму 1941/42 гг.

В целях изучения морозоустойчивости и выявления характера и степени повреждений, вызванных низкими температурами, автором в 1956 г. была произведена проверка результатов перезимовки хвойных пород, интродуцированных Лесостепной опытно-селекционной станцией, расположенной в западной части центральной лесостепи (Липецкая область).

В дендрарии, парке и лесных опытных культурах Лесостепной станции насчитывается свыше 100 видов, разновидностей, садовых форм и гибридов хвойных пород.

Изучение их морозоустойчивости в различных культурах Лесостепной опытно-селекционной станции и особенностей их перезимовки в зиму 1955/56 гг. производилось прямым полевым методом по пятибалльной шкале Э. Л. Вольфа, несколько видоизмененной Н. К. Веховым. Весной и летом 1956 г. после полного облиствения тщательно обследовались и описывались все хвойные породы в коллекциях, лесных опытных культурах, в опушках, живых изгородях и маточниках.

В связи с большим объемом работ не проводилось специальных обмеров высот и диаметров деревьев. Для этой цели были использованы материалы обмеров хвойных пород, сделанных под руководством и при непосредственном участии Н. К. Вехова осенью 1954 г. (обмерено около 11,5 тыс. деревьев в 222 насаждениях).

Климатическая характеристика зимы 1955/56 гг. дается на основании данных, полученных метеорологической службой Лесостепной опытно-селекционной станции.

Период времени, предшествующий зиме 1955/56 гг., характеризовался следующими климатическими особенностями.

Лето 1955 г. было жарким и сухим. Осень отличалась большим своеобразием. Среднемесячная температура воздуха в течение двух первых

осенних месяцев была высокой, а в ноябре — значительно ниже нормы. Ранние осенние заморозки были отмечены на почве 2 сентября, в воздухе — 24 сентября. В период с 16 по 30 ноября стояли сильные морозы, доходившие в отдельные дни до $-21,2^{\circ}$. Снеговой покров установился 16 ноября. Количество осадков осенью было значительно ниже нормы. Зима 1955/56 гг. была исключительно суровой. Температура воздуха в зимние месяцы была намного ниже среднемесячных многолетних данных. Абсолютный минимум в январе равнялся $-33,4^{\circ}$, а в феврале $-42,2^{\circ}$ (на снегу $-45,5^{\circ}$). В период с 1 по 12 февраля морозы удерживались на уровне от -30 до -40° . Весна 1956 г. была холодной и затяжной. Последний заморозок в воздухе отмечен 5 мая, а на почве 6 мая.

Безморозный период в 1955 г. продолжался 118 дней, а снег лежал 154 дня.

Таким образом, лето и осень 1955 г. были крайне неблагоприятными для роста и развития древесно-кустарниковой растительности. Если к тому же прибавить, что в 1955 г. почти все произрастающие на станции и вступившие в пору устойчивого плодоношения хвойные деревья и кустарники обильно плодоносили, то становится совершенно очевидным, что основная их масса не была подготовлена к зиме и имела незначительный запас пластических веществ.

На перезимовку хвойных пород крайне отрицательно повлияло резкое (до $-26,6^{\circ}$) и продолжительное похолодание в декабре с последующим значительным потеплением во второй половине января, что снизило сопротивляемость древесно-кустарниковых растений воздействию низких температур. Очень низкая температура в декабре-феврале причинила вред даже местным хвойным породам. Резкие колебания температуры ранней весной, когда дневные оттепели при прямом солнечном освещении сменялись сильными ночными морозами, вызвали дополнительные повреждения.

Вместе с тем мощный снеговой покров, достигавший в поле глубины 60—70 см, а в защищенных местах — 1,5 м, в ряде случаев способствовал более благоприятной перезимовке.

Наблюдения 1956 г. показали понижение зимостойкости ряда хвойных пород по сравнению со средними многолетними данными, опубликованными Н. К. Веховым в сводке «Деревья и кустарники Лесостепной селекционной опытной станции» (1953 г.).

В табл. 1 перечислены лишь те хвойные породы, показатели зимостойкости которых понизились в зиму 1955/56 гг.

Для производственных целей все интродуцированные Лесостепной опытно-селекционной станцией хвойные породы по степени их морозоустойчивости можно разделить на пять групп.

Первую группу составляют совершенно незимостойкие породы, сильно обмерзающие не только в суровые, но и в обычные для данной местности зимы. К ней относится большинство субтропических хвойных пород с почти не прекращающимся до глубокой осени ростом побегов — *Pinus pithyusa* Stev., *Pinus eldarica* Medw., *Pinus pinea* L., *Cupressus arizonica* Greene, *Chamaecyparis Lawsoniana* Andr. Parl. и некоторые другие, а также хвойные, не выдерживающие морозов обычных зим без применения защиты, — *Pseudotsuga taxifolia* (Poir.) Britt., *Picea sitchensis* Carr., *Biota orientalis* Endl., *Thuja plicata* D. Don. и др. Породы, входящие в эту группу, в условиях центральной лесостепи совершенно не перспективны для лесоразведения и озеленения.

Во вторую группу входят хвойные породы, не морозоустойчивые в молодости. До 10—15 лет они почти ежегодно теряют более или менее значительную часть годового прироста, иногда приросты 2—3 лет

Таблица I

Название растений	Родина	Количество экземпляров	Морозоустойчивость в баллах	
			в зиму 1939/40 гг.	в зиму 1955/56 гг.
<i>Abies alba</i> Mill.	Средняя и Южная Европа	18	II-III	III-IV
<i>Abies balsamea</i> Mill.	Северная Америка (до 60° с. ш.)	72	I	I-II
<i>Abies concolor</i> Lindl. et Gord.	Запад Северной Америки	45	II	II-III
<i>Abies grandis</i> Lindl.	Запад Северной Америки	11	II	III-IV
<i>Abies holophylla</i> Maxim.	Дальний Восток, Китай, Корея	59	I-II	II
<i>Abies Nordmanniana</i> (Stev.) Spach.	Советский Союз (Кавказ)	12	II-III	III-IV
<i>Picea alba</i> Link.	Северная Америка	105	I	I-II
<i>Picea Alcockiana</i> Carr.	Горы Японии	2	I	II-III
<i>Picea rubra</i> Link.	Восток Северной Америки	3	I	I-II
<i>Pinus Banksiana</i> Lamb.	Северная Америка до 55° с. ш.	225	I	II
<i>Pinus flexilis</i> James	Северная Америка	17	I	II
<i>Pinus monticola</i> Dougl.	Запад Северной Америки	21	I	II-III
<i>Pinus Murrayana</i> Bal.	Запад Северной Америки	24	I	II
<i>Pinus ponderosa</i> Dougl.	Запад Северной Америки	27	I	I-II
<i>Pinus resinosa</i> Ait.	Восток Северной Америки	2	I	II
<i>Pinus scopulorum</i> Lemm.	Запад Северной Америки	29	I	II
<i>Pinus strobus</i> L.	Восток Северной Америки	181	I	I-II
<i>Pseudotsuga taxifolia</i> (Poir.) Britt.	Запад Северной Америки	3	III	III-IV
<i>Pseudotsuga taxifolia</i> (Poir.) Britt.	Высокогорная форма	33	I	I-II
<i>Pseudotsuga glauca</i> Mayr.	Скалистые горы	4	I	I-II
<i>Pseudotsuga caesia</i> (Schwer.) Flous	Скалистые горы	20	I	I-II
<i>Tsuga canadensis</i> (L.) Carr.	Восток Северной Америки	3	I	II
<i>Chamaecyparis pisifera</i> Sieb. et Zucc.	Япония до 38° с. ш.	17	II	II-III
<i>Juniperus virginiana</i> L.	Восток Северной Америки	3	I	II

(вследствие обмерзания побегов); в результате этого образуются многовершинные деревья. Затем с возрастом морозоустойчивость их повышается, они перестают обмерзать даже в относительно суровые зимы и плодоносят. К ним относятся *Pinus monticola* Dougl., *Abies alba* Mill., *Abies Nordmanniana* (Stev.) Spach., *Abies grandis* Lindl., *Abies homolepis* Sieb. et Zucc. и некоторые другие.

Эта группа пород совершенно непригодна для лесоразведения и пока мало пригодна для озеленения в условиях центральной лесостепи. Однако лучшие из плодоносящих деревьев могут служить маточниками для выведения более морозоустойчивых форм во втором и последующих поколениях.

Третью группу составляют хвойные породы, страдающие от морозов только в крайне суровые зимы; обычные же зимы в условиях центральной лесостепи они переносят хорошо. К этой группе на станции относятся *Abies concolor* Lindl. et Gord., *Abies balsamea* Mill., *Pinus Murrayana* Balf. и др. Породы рассматриваемой группы не перспективны для лесоразведения, но вполне пригодны для зеленого строительства (в зависимости от их декоративности).

В четвертую группу входят хвойные породы, мало морозоустойчивые только в некоторых определенных условиях местопроизрастания. К ним относится *Pinus nigra* Arn., которая характеризуется большой морозоустойчивостью в культурах на выщелоченном черноземе плато дендрария, залегающем на карбонатном суглинке, но сильно страдает от морозов в культурах на оподзоленной почве северо-западного склона балки. Породы этой группы могут быть рекомендованы для лесоразведения и озеленения в соответствующих условиях местопроизрастания.

Пятую группу составляют породы морозоустойчивые, не страдающие даже в самые суровые зимы. Вопрос о пригодности их для лесоразведения и зеленого строительства решается, исходя из других их свойств и особенностей.

Решающим моментом, определяющим морозоустойчивость и зимостойкость хвойных пород в новых для них естественно-географических условиях, является их происхождение. Чем больше разнятся условия произрастания на родине и в новом месте, чем южнее проходит граница естественного местообитания того или иного вида, тем труднее переносит этот вид погодно-климатические невзгоды при культуре его в новых лесорастительных условиях. Не удивительно поэтому, что в суровую зиму 1955/56 гг. наиболее сильно были повреждены хвойные деревья южного происхождения.

Наименее морозоустойчивыми в условиях центральной лесостепи оказались хвойные древесные и кустарниковые породы, интродуцированные из Японо-Китайской флористической области. На втором месте по количеству поврежденных видов и степени повреждения стоят деревья и кустарники гор Средней и Южной Европы, затем западной части Северной Америки и Передней и Средней Азии. Высокую морозоустойчивость и зимостойкость, помимо местных видов, показали хвойные породы, интродуцированные из Сибирской лесной области, лесов Дальнего Востока и восточной части Северной Америки.

Проделанная Лесостепной опытно-селекционной станцией работа по акклиматизации новых древесных и кустарниковых пород и результаты наблюдений над их морозоустойчивостью и зимостойкостью позволяют определить районы, из которых можно получать растения для выращивания их в условиях центральной лесостепи. Такими районами являются Сибирская лесная область, советский Дальний Восток, обладающий большим разнообразием видов, Канада и северо-восточные штаты США (Мен, Нью-Йорк, Вермонт, Нью-Гэмпшир, Массачусетс), также богатые древесно-кустарниковой растительностью.

Перечень флористических районов, из которых возможно интродуцировать растения в зону лесостепи, можно значительно расширить, если в акклиматизационной работе шире применять разработанные И. В. Мичуриным методы активной переделки наследственности растений: половую и вегетативную гибридизацию, метод ментора, методы воспитания и отбора семян и др.

Поступила в редакцию
19 мая 1960 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЧВЫ ПО ГОРИЗОНТАМ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАДИОАКТИВНОГО ИЗОТОПА ФОСФОРА *

А. П. ФЕДИН

Инженер

(Белорусский научно-исследовательский институт лесного хозяйства)

Обоснование необходимости и возможности применения радиоактивных изотопов

При проведении лесокультурных работ важно знать, как перераспределятся почвенные частицы в результате воздействия сошника, в какой среде будет развиваться корневая система высаженного растения.

До настоящего времени для изучения таких вопросов в почву закладывались окрашенные слои и шарики или проводился анализ изменения влажности. Однако оба метода трудоемки и не обеспечивают достаточной точности результатов.

Нами была изучена возможность применения для этой цели радиоактивного изотопа (P^{32}), который всегда можно обнаружить вследствие радиоактивного излучения. Поэтому его можно вносить в почву в незначительных количествах, что не повлияет на характер перемешивания слоев. Нами была поставлена задача проведения качественного анализа перемешивания почвенных частиц, который дал бы возможность судить, имеется ли в данном горизонте изотоп, а следовательно и почва из других слоев.

В исследованиях целесообразно применение радиоактивного изотопа P^{32} , имеющего период полураспада 14,295 дня. Такая скорость распада удовлетворяет условиям обеспечения стабильности результатов эксперимента, а также санитарным условиям.

Специфичность рассмотренного метода заключается в том, что активность излучения можно определять в присутствии большого количества неактивного вещества, что весьма важно в исследованиях, связанных с обработкой почвы. Этот метод эффективнее применявшихся ранее.

Объекты и методика исследований

Объектами исследований были универсальные сошники с углами вхождения в почву 60 и 120°, без рыхлителей, а также сошник комбинированного плуга ПКЛ-70 и экспериментальный № 3, у которого имелись

* Работа выполнена в Белорусском научно-исследовательском институте лесного хозяйства АСХН БССР.

рыхлители, с углом вхождения $< 90^\circ$. На каждом гоне через 30 м по оси хода рабочего органа было размечено по три площадки длиной 1500 мм и шириной 500 мм. Часть из них углублялась на 200 мм, а другая — на 50 мм. При помощи пульверизатора по ним распылялся водный раствор радиоактивного изотопа фосфора (P^{32}) в виде двузамещенного фосфата натрия, после чего площадки засыпались, почва уплотнялась и по углам устанавливались деревянные штыри для ориентировки при проведении последующих операций. На каждую площадку было распылено 25,0 см³ раствора, то есть внесен изотоп с радиоактивностью 0,05 мкюри.

После окончательной подготовки через площадки, в соответствии с разметкой, проходил сошник и зажимные катки, смонтированные на экспериментальной установке.

Замер интенсивности радиоактивного излучения производился только в пределах посадочной щели, так как за пределами ее вертикальные перемещения почвы весьма незначительны и не превышают 50 мм.

Для проведения замеров подготавливались вертикальные поперечные разрезы (по три на площадке) через каждые 100 мм, начиная с расстояния 1000 мм от переднего края площадки. Перед замерами вне разрезов определялся фон, а затем счетчик радиоактивного излучения вводился в подготовленный разрез и на размеченной рейке брался отсчет (при наличии на торце счетчика алюминиевого экрана).

Интенсивность излучения определялась по шкалам прибора ИМА-1, проградуированным в числах импульсов за секунду.

Результаты исследований

Несмотря на то, что по площадкам распылялось одинаковое количество раствора с радиоактивным изотопом фосфора и интенсивность излучения до заделки площадок почвой была одинаковой (80 имп/сек), при проведении замеров в поперечных разрезах против площадки с изотопом она уменьшалась и колебалась в значительных пределах.

Из данных, полученных при проведении исследований на участке с песчаной почвой (влажность $\omega = 6\%$ и сопротивление внедрению штампа плотномером $K_n = 17 \text{ кг/см}^2$), видно, что если при наличии изотопа на глубине 50 мм на почву воздействовал сошник с углом вхождения 60° , достаточно высокая интенсивность излучения наблюдалась в пределах горизонта, расположенного на глубине 100 мм, и составляла 20,2% от излучения из горизонта, на который распылен изотоп*.

Интенсивность излучения из нижележащих слоев p_3 , p_4 , p_5 не превышала 3,4% от излучения из горизонта А и приближалась к фону.

После воздействия на почву сошника с углом вхождения 120° высокая интенсивность излучения наблюдалась в горизонтах p_2 и p_3 и даже в нижележащих слоях имела несколько большее значение, чем после прохода сошника с углом вхождения 60° .

Если изотоп был заложен на глубине 200 мм, после прохода обоих сошников наблюдалось значительное повышение излучения в нижележащем горизонте p_5 и некоторое — в слое p_3 . В слоях p_1 и p_2 интенсивность излучения приближалась к фону.

Таким образом, при образовании посадочной щели в необработанной песчаной почве, с последующим уплотнением ее зажимными катками, наблюдается крайне незначительное перемещение почвенных слоев.

* Слой, на который распылен изотоп, в дальнейшем будем называть горизонтом А, а исследуемые горизонты, расположенные на глубине 50, 100, 150, 200, 250 мм, — соответственно p_1 , p_2 , p_3 , p_4 , p_5 .

Такие же результаты получаются при исследованиях суглинистой, предварительно не обработывавшейся почвы ($w = 30\%$, $K_n = 17 \text{ кг/см}^2$). Если изотоп закладывался на глубине 50 мм, то при движении сошников с углами вхождения 60 и 120° интенсивность излучения в слое p_2 не превышала 14,7% от излучения в горизонте А, а в слоях p_3 , p_4 , p_5 была близка к фону; при заложении изотопа на глубине 200 мм излучение еще меньше.

Данные, полученные при проведении исследований на участке с суглинистой, предварительно обработанной почвой ($w = 17\%$, $K_n = 9 \text{ кг/см}^2$), указывают на значительную интенсивность излучения в слоях, лежащих ниже горизонта А. Большее излучение при этом наблюдалось при движении через опытную площадку сошника с углом вхождения 120°.

В том случае, когда изотоп был заложен на глубине 200 мм, сравнительно высокая интенсивность излучения наблюдалась после прохода сошника с углом вхождения 60° в горизонте p_3 , то есть в пределах 50 мм над горизонтом А.

Ниже горизонта А интенсивность излучения повышалась на 59% (для сошников с углами 60 и 120°).

Таким образом, если сошники работают в условиях предварительно обработанной почвы, наблюдается значительное осыпание, которое после зажатия катками имеется во всех слоях, лежащих ниже горизонта А. Подъем почвы из нижних горизонтов крайне незначителен и ограничивается 50—100 мм.

На тех же участках проведены исследования с применением сошника комбинированного плуга ПКЛ-70, серийно выпускаемого нашей промышленностью, и экспериментального сошника № 3.

При проведении исследований на первом участке, когда изотоп был заложен на глубине 50 мм, наблюдалось значительное повышение интенсивности излучения в слоях p_2 — p_4 , а после прохода сошника ПКЛ-70 — даже в p_5 . В том случае, когда изотоп был распылен на глубине 200 мм, наблюдалось повышение интенсивности в горизонтах, лежащих ниже и выше горизонта А. После воздействия на почву сошника № 3 достаточно высокая интенсивность излучения определена не выше горизонта p_3 , а после сошника ПКЛ-70 — до p_2 .

Следовательно, когда в песчаной, даже предварительно не обработанной почве движутся сошники с рыхлящими приспособлениями, наблюдается интенсивное ее перемешивание, особенно, если на почву воздействует сошник ПКЛ-70 (вследствие резких переходов от стойки ножа к боковинам значительных перегибов боковин и т. д.).

В том случае, когда сошники проходили по предварительно не обработывавшейся суглинистой почве, при заложении изотопа на глубине 50 мм наблюдалась значительно меньшая интенсивность излучения в слоях, лежащих ниже этого горизонта, по сравнению с предыдущим случаем. Так, после прохода экспериментального сошника № 3 интенсивность излучения в слое p_2 повышалась до 15,4% по сравнению с излучением горизонта А, но уже в горизонте p_3 она близка к фону; а после воздействия сошника ПКЛ-70 достаточно высокая интенсивность излучения наблюдалась во всех нижележащих слоях почвы.

Если на необработанную суглинистую почву с изотопом на глубине 200 мм воздействовали сошники ПКЛ-70 и экспериментальный № 3, то повышение интенсивности излучения наблюдалось вплоть до слоя p_2 , а также в p_5 . Однако осыпание суглинистой почвы значительно меньше, чем песчаной. Подъем почвы из нижних горизонтов не превышал 50—100 мм и был больше в случае обработки сошником ПКЛ-70.

Если суглинистая почва предварительно обрабатывалась, то отмечалось значительное повышение интенсивности излучения в слоях, лежащих ниже горизонта А, особенно после сошника ПКЛ-70. Увеличение излучения выше горизонта А на 100 мм наблюдалось после прохода обоих сошников.

Следовательно, в процессе движения сошников, имеющих рыхлящие приспособления, в пределах посадочной щели наблюдается интенсивное перемешивание почвы. Однако подъем почвы из нижних горизонтов незначителен (не более 100 мм).

Выводы

1. В процессе воздействия на почву сошников лесопосадочных машин наблюдается ее осыпание из верхних горизонтов; подъем из нижних горизонтов крайне незначителен даже при острых углах вхождения (резания) наральников. Более интенсивное перемешивание почвенных частиц наблюдается при наличии на сошниках рыхлителей.

2. В дальнейшем в подобных исследованиях целесообразно применять не один, а несколько изотопов, обладающих различными излучениями, и закладывать их в разных горизонтах.

3. Данная методика при соответствующих коррективах может использоваться для изучения перераспределения почвенных частиц и другими почвообрабатывающими рабочими органами (плужными корпусами, культиваторными лапами, фрезерными ножами и т. д.).

Поступила в редакцию
27 октября 1960 г.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ПРЕВРАЩЕНИЕ ЗАПАСНЫХ УГЛЕВОДОВ В ДРЕВЕСИНЕ ДУБА И БЕЛОЙ АКАЦИИ

В. Д. РОЩИНА

Кандидат биологических наук

(Воронежский лесотехнический институт)

Работы, касающиеся изучения и превращения запасных веществ, в том числе углеводов, у древесных пород, по времени выполнения и задачам исследования могут быть разделены на три группы.

В ранних работах [1], [6], [9], [10] рассматривались локализация и основные направления превращений запасных веществ.

В более поздних трудах [7], [8] превращение веществ изучалось в связи с глубиной и продолжительностью зимнего покоя. В последующие годы появились работы, где этот процесс рассматривается в связи с ростом и устойчивостью древесных растений [2], [3], [4].

Во всех случаях наблюдения проводились над отдельными веточками древесных пород; распределение углеводов и других запасных веществ по высоте ствола при этом не учитывалось.

Кроме того, содержание крахмала определялось лишь микрохимическим методом, не дающим точных количественных результатов. Сведений же о количественном содержании крахмала в древесине имеется чрезвычайно мало [13], [14]. Для многих пород неизвестно, содержатся ли в ядре запасные углеводы и подвергаются ли они превращениям.

Объектами нашего исследования являлись *Quercus robur* L. и *Robinia pseudoacacia* L. Деревья были отобраны на участке Правобережного лесничества учебно-опытного лесхоза Воронежского лесотехнического института. Возраст деревьев составлял 12—13 лет, высота 5,5—6,0 м. Образцы для исследований выпиливались через 1 м, очищались от коры, заболонная древесина отделялась от ядровой. Из образцов готовились срезы для микрохимического анализа запасных веществ. Затем образцы измельчались в опилки, нагревались в кипятильнике Коха в течение 30 мин и высушивались при температуре не выше 40° С. Обработанные таким образом опилки служили для количественного определения углеводов. При микрохимическом анализе крахмал находился с помощью раствора йода, приготовленного по Граму, для обнаружения жиров использовались краски судан III и шарлах. Количественные определения сахаров проводились колориметрическим методом Роузе и методом Бертрана, а крахмала — методом ферментативного гидролиза, с последующим определением образовавшихся сахаров по Бертрону. Нами был проведен ферментативный гидролиз в нескольких вариантах [5]. Наиболее удачным оказалось раздельное определение растворимого и нерастворимого крахмала.

Подобное разделение необходимо, так как при кипячении дубильные вещества переходили в раствор, что значительно ослабляло работу фермента. После же извлечения дубильных веществ нерастворимый крахмал легко гидролизывался ферментом.

Для изучения динамики содержания углеводов на разных высотах ствола в каждый период года требуется новое дерево. Поэтому необходимо было установить, отличаются ли по количеству и распределению углеводов в один и тот же период года деревья одного возраста, растущие в одинаковых условиях. С этой целью в сентябре 1953 г. было проведено несколько опытов. Результаты определения растворимых углеводов в древесине дуба и белой акации приведены в табл. 1. Сахара находились методом Бертрана.

Таблица 1

Порода	Высота пробы от основания, м	Сумма сахаров. % к весу абс. сухой навески	
		I дерево	II дерево
Дуб	0	2,02	1,97
	1	1,93	1,70
	2	1,70	1,46
	3	1,50	1,40
	4	1,58	—
Белая акация	0	1,10	1,05
	1	0,92	0,83
	2	0,70	0,88
	3	0,83	0,83
	4	0,82	0,83
	5	0,92	—

Из приведенных данных видно, что деревья одного возраста, произрастающие в одинаковых условиях, весьма незначительно отличаются по общему количеству сахаров. В сентябре наиболее богата растворимыми углеводами древесина, расположенная у корневой шейки.

Каждый месяц (15—16 числа) с октября 1953 г. до октября 1955 г. для взятия проб спиливалось по одному дереву дуба и белой акации. Сахара определялись по методу Розе. Динамика растворимых сахаров в древесине дуба в течение года (в процентах к весу абс. сухой навески) приводится в табл. 2, а в древесине белой акации — в табл. 3 (в скобках показаны цифры, полученные методом Бертрана).

Таблица 2

Высота пробы от основания, м	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
0	2,83	2,93	3,50	7,34 (6,34)	7,60	1,86	1,70	1,5	2,4	3,7	1,86 (2,02)
1	2,30	2,90	3,50	6,72 (5,74)	7,33	—	—	1,83	1,9	3,4	1,76 (1,93)
2	2,30	3,26	3,00	6,4 (5,74)	7,06	1,80	1,70	1,83	1,65	3,4	1,67 (1,70)
3	2,80	3,15	3,00	7,53 (6,01)	6,66	2,25	1,76	1,73	—	2,56	1,50 (1,50)
4	2,00	3,52	3,20	7,68 (6,01)	7,7	1,96	1,83	1,52	2,0	3,7	1,85 (1,58)
5	—	3,55	3,40	—	—	—	—	—	—	—	—

Общий ход изменения сахаров у дуба и белой акации одинаков: наибольшее их количество наблюдается в январе, феврале, наименьшее — в апреле, мае, сентябре.

Таблица 3

Высота пробы от основа- ния, м	Ок- тябрь	Ноябрь	Де- кабрь	Январь	Фев- раль	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
0	2,70	2,75	2,30	4,38 (5,33)	4,33	1,4	1,30	2,50	2,37	2,63	1,07 (1,05)
1	1,87	2,75	2,80	4,22 (—)	—	1,73	1,80	1,48	1,48	2,53	1,06 (0,83)
2	—	2,02	2,60	4,53 (4,74)	4,13	1,73	1,38	1,30	1,65	2,27	1,04 (0,82)
3	2,20	1,95	2,80	4,10	4,61	2,26	—	1,10	1,41	2,05	0,94 (0,83)
4	2,85	1,90	3,00	4,41 (4,84)	4,35	2,17	1,70	1,60	1,40	1,85	0,92 (0,83)
5	—	—	3,30	4,71 (5,61)	—	—	—	—	—	—	—

Зимний максимум накопления сахаров совпадает с наименьшим содержанием крахмала в древесине и с появлением жира (табл. 4).

Таблица 4

Запасные вещества	Дуб (сердцевинные лучи древесная паренхима)								Белая акация (сердцевинные лучи древесная паренхима)							
	ок- тябрь	но- ябрь	де- кабрь	ян- варь	фев- раль	март	апр- ель	май	ок- тябрь	но- ябрь	де- кабрь	ян- варь	фев- раль	март	апр- ель	май
Крахмал	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{4}{4}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{4}{2}$	$\frac{4}{2}$	$\frac{3}{1}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{4}{4}$	$\frac{4}{4}$	$\frac{3}{3}$
Жир	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0,5}$	$\frac{1,5}{0,5}$	$\frac{1}{0,5}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{1}{0,5}$	$\frac{2,5}{1}$	$\frac{1,5}{2}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{0}{0}$

Примечание. Высота пробы 2 м; оценка крахмала и жира дана по пятибалльной системе.

Абсолютное количество сахаров у белой акации ниже, а количество жира, накапливающегося в зимний период, больше, чем у дуба.

Распределение сахаров по высоте ствола (табл. 2, 3) изменяется в течение года. У дуба в зимние месяцы в верхней и нижней частях дерева сахаров больше, чем в средней. В апреле, мае эти различия сглаживаются и становятся опять заметными в июле, августе. У белой акации большую часть года (июль, август, сентябрь) максимальное количество их находится в нижней части ствола, в осенний и зимний периоды — в верхней (исключение составляет ноябрь).

Таким образом, динамика растворимых сахаров у дуба и белой акации характеризуется наличием двух максимумов, не равных по абсолютной величине. Зимний максимум накопления сахаров, как известно, идет за счет гидролиза крахмала, вызванного понижением температуры воздуха [12]. Увеличение сахаров в июле, августе, сентябре связано с ассимиляционной деятельностью листьев. В этот период основная масса образующегося вещества не тратится на процессы роста, а откладывается в запас в виде крахмала и сахаров.

В последнее время при изучении динамики растворимых сахаров большое внимание уделяется соотношению моносахаридов и дисахаридов, что связано с устойчивостью растений к морозу. Некоторые данные о соотношении этих сахаров (в процентах к весу абс. сухой навески) в древесине дуба и белой акации приведены в табл. 5, из которой видно, что в сентябре основная масса сахаров представлена моносахаридами. В январе количество моносахаридов возрастает в 2—3 раза, дисахаридов — более чем в 12 раз. Д. В. Проценко и Л. К. Полищук [8] получили иные данные, правда, они исследовали другие породы.

Таблица 5

Высота пробы, м	Дуб (сентябрь январь)			Белая акация (сентябрь январь)		
	моносахариды	дисахариды	сумма	моносахариды	дисахариды	сумма
0	1,57	0,40	1,97	0,70	0,40	1,10
	3,59	2,75	6,34	2,97	2,36	5,33
1	1,40	0,30	1,70	0,83	0,11	0,92
	3,13	2,61	5,74	—	—	—
2	1,35	0,11	1,46	0,62	0,08	0,70
	3,13	2,61	5,74	3,20	1,54	4,74
3	1,23	0,17	1,40	0,70	0,13	0,83
	3,41	2,60	6,01	—	—	—
4	—	—	—	0,75	0,13	0,88
	3,53	2,48	6,01	2,85	1,99	4,84
5	—	—	—	0,75	0,17	0,92
	—	—	—	2,92	2,69	5,61

Нами изучалось также распределение углеводов в заболонной и ядровой древесине. Редуцирующие вещества и крахмал находились у двух дубков. Первый дуб спилен 7 сентября 1955 г., $h = 7,5$ м, $d = 8$ см, ядро заканчивалось на высоте 4,5 м; второй — 24 сентября 1955 г., $h = 6,8$ м, $d = 7,6$ см, ядро заканчивалось на высоте 4 м.

Результаты анализа приведены в табл. 6.

Таблица 6

№ опыта	Количество редуцирующих веществ, % к весу абс. сухой навески					
	I дерево			II дерево		
	высота взятия пробы, м	заболонь	ядро	высота взятия пробы, м	заболонь	ядро
1	0,08	1,5	6,52	0,08	1,84	4,10
2	0,08	1,35	—	1,08	2,82	5,40
3	1,08	2,46	6,33	1,08	2,80	5,50
4	1,08	2,30	6,48	2,08	3,31	7,20
5	2,08	2,43	8,30	2,08	—	7,00
6	2,08	2,30	—	3,08	3,20	9,60
7	3,08	2,43	8,10	3,08	—	9,50
8	3,08	2,09	8,10	4,08	2,17	—
9	4,08	1,80	8,80	5,08	2,28	—
10	5,08	1,90	—	5,08	2,30	—
11	6,08	1,55	—	—	—	—

Данные таблицы показывают, что ядро значительно богаче редуцирующими веществами, чем заболонь. В заболони их больше всего в средней части ствола; в ядре — в верхней.

Количество крахмала находилось методом ферментативного гидролиза. Из приведенных в табл. 7 результатов анализа видно, что в заболонной части крахмала оказалось в 2—3 раза больше, чем в ядровой. При обработке опилок горячей водой в раствор переходит лишь незначительная часть крахмала. Крахмал ядра или вовсе не переходил в раствор или не разлагался диастазом. В заболони крахмала больше у основания и вершины дерева, в ядре — в средней его части.

Таблица 7

№ опытов	Количество крахмала, % к весу абс. сухой навески							
	I дерево ($\frac{\text{заболонь}}{\text{ядро}}$)				II дерево ($\frac{\text{заболонь}}{\text{ядро}}$)			
	высота взятия пробы, м	в растворе	в осадке	сумма	высота взятия пробы, м	в растворе	в осадке	сумма
1	0,08	<u>0,2</u>	<u>3,9</u>	<u>4,1</u>	0,08	<u>1,3</u>	<u>3,9</u>	<u>5,2</u>
	
2	0,08	<u>0,2</u>	<u>4,0</u>	<u>4,2</u>	0,08	<u>1,3</u>	<u>3,8</u>	<u>5,1</u>
	
3	1,08	$\frac{\dots}{0}$	<u>1,7</u>	<u>1,7</u>	1,08	$\frac{1,0}{0}$	<u>2,6</u>	<u>3,6</u>
		$\frac{1,2}{0}$	<u>1,2</u>
4	4,08	<u>0,2</u>	<u>3,1</u>	<u>3,3</u>	1,08	<u>1,2</u>	<u>2,4</u>	<u>3,6</u>
		$\frac{1,3}{0}$	<u>1,3</u>
5	4,08	$\frac{0,4}{0}$	<u>3,2</u>	<u>3,6</u>	2,08	$\frac{1,0}{0}$	<u>3,1</u>	<u>4,1</u>
		...	<u>1,5</u>	<u>1,5</u>		...	$\frac{2,03}{0}$	<u>2,03</u>
6	5,08	<u>0,7</u>	<u>3,6</u>	<u>4,3</u>	2,08	<u>1,4</u>	<u>3,0</u>	<u>4,4</u>
		$\frac{2,0}{0}$	<u>2,0</u>
7	5,08	<u>0,9</u>	<u>3,6</u>	<u>4,5</u>	3,08	<u>1,4</u>	<u>2,4</u>	<u>3,8</u>
		$\frac{1,5}{0}$	<u>1,5</u>
8	6,08	<u>0</u>	<u>3,8</u>	<u>3,8</u>	3,08	<u>1,4</u>	<u>2,7</u>	<u>4,1</u>
	
9	6,08	<u>0</u>	<u>3,8</u>	<u>3,8</u>	5,08	<u>1,6</u>	<u>3,3</u>	<u>4,9</u>
	
10					5,08	<u>1,4</u>	<u>3,3</u>	<u>4,7</u>
					

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. С. Гребницкий. Крахмал как запасной материал наших деревьев. Труды СПб. общества естествоиспытателей, т. XV, 1884. [2]. В. А. Кумаков. Влияние поздних весенних заморозков на рост и устойчивость дуба и ясеня в связи с их углеводным балансом. ДАН, т. 89, № 6, 1953. [3]. В. А. Кумаков. Динамика запасных углеводов древесных пород в весенне-летний период в связи с их ростом и устойчивостью. Ученые записки Саратовского государственного университета, т. XXIX, вып. биолого-почвенный, 1952. [4]. В. Ф. Морозов. Особенности водного и углеводного обмена сосны крымской и обыкновенной на Нижнеднепровских песках. ДАН, т. XС, № 1, 1953. [5]. Н. И. Никитин. Химия древесины. Изд. АН СССР, 1951. [6]. К. Петеролчин. Изменения запасных веществ наших деревьев в период зимнего покоя. Известия СПб. Лесного института, № 11, 1904. [7]. А. И. Пояркова. О соотношении между глубиной зимнего покоя, превращением запасных веществ и холодостойкостью у древесных растений. Труды Ленинградского общества естествоиспытателей, т. 54, вып. III, 1924. [8]. Д. Ф. Проценко, Л. К. Полищук. О физиологических и биохимических особенностях морозостойкости плодовых культур. Изд. Киевского государственного университета, 1948. [9]. О. И. Сурож. Масло как запасное вещество наших деревьев. Известия СПб. Лесного института, вып. 4, 1900. [10]. А. С. Тимофеев. Особенности превращений крахмала в древесине. Журн. Русского ботанического общества, т. 8, 1923. [11]. А. С. Тимофеев. Материалы к выяснению процесса ядрообразования древесины. Журн. Русского ботанического общества, т. 12, 1927. [12]. Н. И. Туманов. Физиологические основы зимостойкости культурных растений. Сельхозгиз, 1940. [13]. E. Hägglund. Holzchemie. Akad. Verlagsgesellschaft M. В. Н., 1939. [14]. W. G. Campbell. The starch and related polysaccharides of certain hardwoods. «The Biochemical Journal» XXIX № 5, 1935, 1068—1080.

Поступила в редакцию
4 августа 1960 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕК ПЕРВОНАЧАЛЬНОГО СПЛАВА

Б. С. РОДИОНОВ

Доцент

(Сибирский технологический институт)

Производительность труда на первоначальном сплаве леса в настоящее время значительно ниже, чем на других фазах лесосплава. Причинами этого являются низкий уровень использования сплавных возможностей рек из-за недостаточной технической устроенности их; несовершенство организации сплава, выражающееся в отклонениях от оптимальных схем использования сплавных возможностей рек; недостаточность или отсутствие механизации работ на сгоне сплавляемой древесины и на операциях, связанных с подготовкой и завершением этого процесса.

На практике меры по повышению производительности труда часто проектируются и осуществляются без необходимого и достаточного анализа их эксплуатационной эффективности, поэтому они не дают ожидаемого эффекта и не оправдывают капитальных затрат.

Исследование сезонной сплавоспособности и сплавной мощности речного потока, а также условий повышения степени использования сплавных возможностей рек проведено нами с применением метода приведенных сечений речного русла и схематизации расчетного гидрографа [2], [3].

В настоящем исследовании рассматривается вопрос о методе расчета эксплуатационной эффективности регулирования русла рек первоначального сплава и суточного регулирования стока [5].

Уравнение сплава и сплавной мощности потока

Толщина сплавного слоя определяется осадкой сплавных единиц T , а ширина сплавного хода b_c — местом пересечения нижней границы этого слоя с линией профиля поперечного сечения.

Обычно рассматривают относительные величины: ширину сплавного хода водотока $\varepsilon = \frac{b_c}{b}$ и толщину сплавного слоя $\frac{T}{z}$, где b — ширина зеркала воды, а z — стрежневая глубина в рассматриваемом живом сечении.

Для водотоков, профиль поперечного сечения которых аналитически описывается уравнением вида

$$b = b_1 z^m, \quad (1)$$

относительная ширина сплавного хода определяется выражением

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

где b_1 — параметр уравнения, численно равный ширине русла при стрежневой глубине $z = 1$ м;
 m — показатель степени, характеризующий форму профиля поперечного сечения.

Уравнение (1) может быть применено к огромной части рек, а метод приведенных сечений целесообразен и перспективен в исследовании сплавных свойств водотоков.

При движении бревен россыпью средняя по ширине хода скорость свободного сплава

$$u = vk_u, \quad (3)$$

где k_u — коэффициент перехода от средней скорости по живому сечению v к средней скорости сплава u .

Экспериментальное исследование в лаборатории показало малую изменяемость k_u в зависимости от $\frac{T}{z}$ и z [6], [7].

Сплав характеризуется количеством древесины, проходящей через поперечное сечение водотока в единицу времени, и транспортной работой по перемещению этого объема (сплавной мощностью водотока).

Уравнение суточного сплава в данном поперечном сечении водотока имеет вид

$$P_c = \frac{M}{T} Q D_z, \quad (4)$$

где P_c — объем сплавляемой древесины, проходящей через данное поперечное сечение водотока в сутки (суточная сплавоспособность);

Q — секундный расход;

D_z — характеристика поперечного сечения водотока по геометрическим элементам сплавного хода и живого сечения (являющаяся одновременно параметром удельной суточной сплавоспособности);

M — модуль суточной сплавпропускной способности.

Это уравнение пригодно для изучения сплава единиц любого типа, формы и размеров в любых водотоках.

Модуль суточной сплавпропускной способности равен

$$M = 86400 \varphi k_u \mu p, \quad (5)$$

где 86,400 — число сек в сутках;

φ — коэффициент использования суток;

μ — коэффициент заполнения акватории сплавного хода;

p — количество древесины, приходящееся на 1 м² площади наибольшей ватерлинии сплавной единицы [4].

Величина безразмерного параметра D_z определяется соотношением геометрических элементов поперечного сечения сплавного хода и живого сечения

$$D_z = \varepsilon \frac{T}{z_c}, \quad (6)$$

где z_c — средняя глубина водотока в данном поперечном сечении при рассматриваемом мгновенном уровне.

При аналитическом описании профиля поперечного сечения водотока уравнением (1) D_z определяется следующим выражением:

$$D_z = (m + 1) \left(1 - \frac{T}{z}\right)^m \frac{T}{z}. \quad (7)$$

Транспортная работа по перемещению проходящего через данное поперечное сечение объема сплаваемой древесины в единицу времени является сплавной мощностью водотока, которая позволяет оценивать эффективность проектируемого метода в технологии сплава, а также подготовки рек (регулирование рек и стока, обстановка сплавного хода и т. д.).

Суточная сплавная мощность водотока L_c определяется как произведение объема древесины Π_c , проходящей через данное поперечное сечение его, на средневзвешенное расстояние, пройденное им в сутки. Установлено следующее выражение этой величины:

$$L_c = \frac{M^2}{2\mu\rho T} v_r Q E_z, \quad (8)$$

где E_z — характеристика поперечного сечения водотока по сплавной мощности (являющаяся одновременно параметром удельной сплавной мощности);

$$v_r = C \sqrt{TI},$$

где C — коэффициент Шези;

I — уклон свободной поверхности.

Величина безразмерного параметра E_z определяется соотношением

$$E_z = \varepsilon \left(\frac{T}{z_c}\right)^{0,5}. \quad (9)$$

При аналитическом описании профиля поперечного сечения водотока уравнением (1) E_z получает следующее выражение:

$$E_z = (m + 1)^{0,5} \left(1 - \frac{T}{z}\right)^m \left(\frac{T}{z}\right)^{0,5}. \quad (10)$$

Параметры D_z и E_z имеют максимум при соответствующих значениях $\frac{T}{z}$, лежащих в пределах между 0 и 1 при всех формах поперечного сечения, кроме прямоугольной, для которой максимум имеет место при $\frac{T}{z} = 1$ [4], [7]. Формулы (4) и (8) служат для анализа лесосплавных свойств водотока при мгновенном уровне.

Результаты экспериментальных исследований удельной сплавоспособности водотока в лабораторных условиях при сплаве сплоченных единиц и бревен россыпью показывают, что теоретические выражения безразмерных параметров удельной сплавоспособности D_z (формула 7) и сплавной мощности E_z (формула 9) вполне достоверно отражают действительную сущность явления сплава [7].

Стрежневая глубина водотока в данном поперечном сечении, при которой расход водотока при данной осадке сплавных единиц используется для сплава максимально (оптимальная глубина $z_{от}$), определяется из следующего выражения:

$$\frac{T}{z_{от}} = \frac{1}{m + 1}. \quad (11)$$

При всех других уровнях воды относительная глубина может быть определена следующей зависимостью:

$$\frac{T}{z} = \frac{1}{(m+1)^{\nu}}, \quad (12)$$

где ν — некоторое отвлеченное число; при глубинах, больших оптимальной, $\nu > 1$.

Сплавная река по длине разделяется на части, характеризующиеся сдинаковыми мгновенными расходами.

Поперечные сечения реки, лимитирующие сплавпропускную способность и сплавную мощность, находятся при высоком горизонте воды на плесе, — там, где при малом значении $\frac{T}{z}$ параметр D_z имеет наименьшее значение. При низких сплавных горизонтах лимитирующее сечение перемещается на перекаты, — туда, где при больших значениях $\frac{T}{z}$ параметр D_z наименьший. Это сечение, кроме того, определяет окончание сплавного сезона, когда стрежневая глубина в нем z станет равной T .

Предельные наибольшие величины сплавпропускной способности и сплавной мощности речного потока в лимитирующем сечении ограничиваются наибольшей допускаемой в заданных условиях сплава величиной коэффициента заполнения акватории водотока.

Исследование сезонной сплавоспособности и сплавной мощности реки

Для того чтобы максимально использовать сплавоспособность и сплавную мощность реки за весь сплавной сезон, нужно, очевидно, чтобы в каждые сутки удельные сплавоспособность или сплавная мощность реки в расчетном сечении были максимальными. При переменных во времени расходах и глубинах в расчетном сечении реки при естественном режиме ее стока это условие может быть достигнуто двумя путями: 1) непрерывным изменением осадки сплавных единиц, в зависимости от глубины в расчетном сечении (при этом осадка все время должна быть оптимальной); 2) искусственным выравниванием естественного хода изменения расхода в течение сплавного сезона; а в обоих вариантах — также и путем соответствующего регулирования реки, обстановки сплавного хода и механизации тяжелых и трудоемких работ.

В качестве измерителей эксплуатационной эффективности различных технических и технологических мер, направленных на повышение степени использования сплавоспособности реки и ее сплавной мощности, принимаем относительные величины:

а) Измеритель, оценивающий степень увеличения сезонной сплавоспособности

$$\eta_{\sigma} = \frac{P_{\sigma p}}{P_{\sigma}},$$

где P_{σ} и $P_{\sigma p}$ — сезонная сплавоспособность реки в расчетном поперечном сечении в начальных условиях и после осуществления мер по ее увеличению.

б) Измеритель, оценивающий степень увеличения сезонной сплавной мощности речного потока в поперечном сечении

$$\lambda_{\lambda} = \frac{L_{\sigma p}}{L},$$

где L_{σ} и $L_{\sigma p}$ — сезонная сплавная мощность речного потока в расчетном поперечном сечении соответственно в начальных и новых условиях.

в) Показатель изменения продолжительности сплавного периода в связи с осуществлением мер по повышению степени использования сплавных возможностей речного потока в расчетном сечении.

$$\Theta = \frac{t_p}{t_e},$$

где t_e и t_p — продолжительность сплавного периода соответственно в начальных и новых условиях.

Измеритель η_{σ} показывает возможное увеличение загрузки реки сплаваемой древесиной в новых условиях сплава или возможность сплава в более сжатые сроки. Величина λ_{σ} определяет степень повышения производительности труда и снижения потребности в рабочей силе.

При использовании метода приведенных поперечных сечений и схематизации расчетного гидрографа сезонные сплавоспособность реки в данном поперечном сечении и сплавная мощность ее, а также измерители η_{σ} , λ_{σ} и Θ могут быть определены в виде соответствующих аналитических зависимостей, что позволяет проводить анализ лесосплавных возможностей речного потока в некоторых условиях в обобщенном виде.

Для определения сезонных сплавоспособности P_{σ} и сплавной мощности L_{σ} за период половодья при известных уравнениях линий схематизированного расчетного гидрографа нужно проинтегрировать в установленных пределах выражения точных величин P_{σ} и L_{σ} .

Ввиду того, что интегралы P_{σ} и L_{σ} (формулы 4 и 8) в общем виде получены быть не могут, воспользуемся аппроксимацией этих уравнений.

Сплав обычно проводится при глубинах, больших и равных оптимальной. В этих условиях принятая аппроксимация уравнения $P_{\sigma} = f(Q)$ является достаточно точной и вполне приемлемой для практического использования в анализе сезонной сплавоспособности речного потока. На той же принципиальной основе установлена и аппроксимация уравнения сезонной сплавной мощности L_{σ} . На рис. 1 представлен примерный вид расчетного гидрографа, схематизированного по треугольнику.

При сплаве в период половодья и равенстве расходов начала и окончания сплава ($Q_n = Q_k = Q_s$) для гидрографа, схематизированного по треугольнику, интегрированием уравнения $P_{\sigma} = f(Q)$ получено следующее выражение сезонной сплавоспособности:

$$P_{\sigma} = \frac{M}{T} Q_m (\tau_n - \tau_c) D_{\sigma}, \quad (13)$$

где Q_m — максимальный расход;
 τ_n и τ_c — продолжительность подъема и спада расходов за период половодья;

D_{σ} — безразмерный параметр сезонной сплавоспособности, определяющийся следующей зависимостью обобщенного вида:

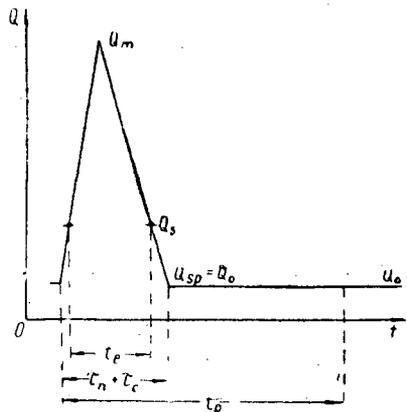


Рис. 1.

$$D_{\sigma} = \left\{ \frac{2m+3}{4(m+1)} \left[1 - \left(\frac{\psi}{\beta} \right)^{\frac{4(m+1)}{2m+3}} \right] - \frac{a(2m+3)}{2(2m+1)(m+1)\nu} \cdot \left(\frac{\psi}{\beta} \right)^{\frac{2}{2m+3}} \left[1 - \left(\frac{\psi}{\beta} \right)^{\frac{2(2m+1)}{2m+3}} \right] \right\} \frac{1}{\nu(1-\psi)} \left(\frac{\psi}{\beta} \right)^{\frac{2}{2m+3}}, \quad (14)$$

где ψ — отношение расчетного межженного расхода к максимальному по расчетному гидрографу $\left(\frac{Q_0}{Q_m} \right)$;

β — отношение расчетного межженного расхода к расходу начала и окончания сплава $\left(\frac{Q_0}{Q_s} \right)$;

ν — отношение стрежневой глубины, соответствующей началу и окончанию сплава в расчетном сечении, к оптимальной (12);

m — показатель степени в уравнении поперечного профиля в расчетном сечении речного потока.

Интегрированием уравнения суточной сплавной мощности в поперечном сечении речного потока получено следующее выражение сезонной сплавной мощности для рассматриваемых условий:

$$L_{\sigma} = \frac{M^2 \nu T}{\mu \rho T} Q_m (\tau_n + \tau_c) E_{\sigma}, \quad (15)$$

где E_{σ} — безразмерный параметр сезонной сплавной мощности речного потока в поперечном сечении, определяющийся следующей зависимостью общего вида:

$$E_{\sigma} = \left\{ \frac{2m+3}{4m+5} \left[1 - \left(\frac{\psi}{\beta} \right)^{\frac{4m+5}{2m+3}} \right] - \frac{a(2m+3)}{(4m+3)(m+1)\nu} \left(\frac{\psi}{\beta} \right)^{\frac{2}{2m+3}} \left[1 - \left(\frac{\psi}{\beta} \right)^{\frac{4m+3}{2m+3}} \right] \right\} \frac{1}{\nu(1-\psi)} \left(\frac{\psi}{\beta} \right)^{\frac{1}{2m+3}}. \quad (16)$$

Параметры D_{σ} и E_{σ} имеют максимум при соответствующих значениях $\frac{\psi}{\beta} = \frac{Q_s}{Q_m}$, лежащих в пределах между 0 и 1.

В выражениях параметров D_{σ} (14) и E_{σ} (формулы 14 и 16) величина коэффициента a имеет следующие значения:

m	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
a	0	0,362	0,552	0,712	0,859	1,000	1,340

Для облегчения вычислений параметров удельной сплавоспособности и сплавной мощности потока составлены таблицы их значений и графики*.

Из анализа формул (13) и (15) следует, что повышение P_{σ} и L_{σ} , а вместе с тем и производительности труда при заданном расчетном гидрографе реки может быть достигнуто при увеличении: а) модуля суточной сплавпропускной способности M при возрастании коэффициентов

* Отчет по теме «Исследование эксплуатационной эффективности регулирования рек первоначального сплава» НИСа Сибирского технологического института, 1959.

φ и μ; б) параметров D_z и E_z путем регулирования лимитирующих участков реки и стока, а также за счет большей осадки сплавных единиц и т. п.; в) мгновенных расходов в русле, когда возможно закрытие несплавных рукавов, обвалование пойм и т. д.

Повышение степени использования сплавных возможностей речного потока при естественном режиме стока

Во всех случаях регулирования лимитирующих участков реки, открывающих возможность проведения сплава при низких уровнях воды (меженных) или позволяющих повысить степень использования сплавных свойств реки за этот период, измерители эксплуатационной эффективности, помимо других факторов, зависят от относительной продолжительности сплавного периода в новых условиях θ .

Остановимся вначале на рассмотрении сезонной эксплуатационной эффективности тех способов регулирования участков рек, которые не связаны с увеличением мгновенного расхода в используемом для сплава русле.

При этих способах регулирования изменением размеров элементов сплавного хода и живого сечения, а в некоторых случаях и формы, можно достигнуть того, что меженный расход окажется оптимальным, соответствующим максимуму использования расхода для сплава. Таким образом может быть продлен период сплава и увеличена сезонная сплавоспособность и сплавная мощность речного потока.

Для иллюстрации этого положения на рис. 2 представлен пример анализа величины D_z (формулы 6, 7) для поперечного сечения параболической формы ($m = 0,5$). Из графиков ϵ , $\frac{T}{z_c}$ и D_z видно, что уменьшение ширины русла b_1 и увеличение в связи с этим стрежневой глубины z вызывает одновременное уменьшение множителя $\frac{T}{z_c}$ и увеличение ϵ , что приводит к возрастанию D_z до его максимума (в рассматриваемом случае это имеет место при $\frac{T}{z} = 0,67$) и этим способст-

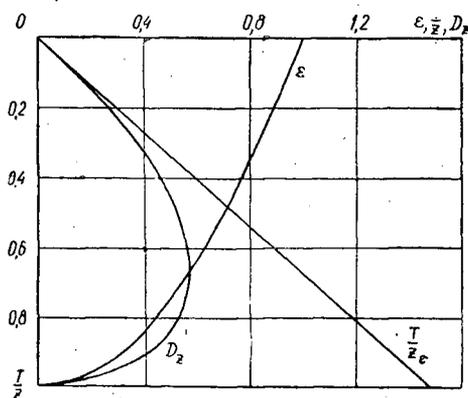


Рис. 2.

ствует сплавпропускной способности потока в рассматриваемом сечении (формула 4). Очевидно, что задача об увеличении сплавной мощности потока решается на основе анализа величины E_z (формулы 9 и 10) аналогично анализу D_z .

Рассмотренный метод практически осуществляется путем сооружения системы полузапруд, продольных водостеснительных дамб, устройства прорези по сплавному ходу, совместного применения этих мер.

На рис. 1 представлен схематизированный расчетный гидрограф, где t_e — продолжительность сплавного периода в начальных условиях сплава; t_p — продолжительность сплавного периода при осуществлении регулирования лимитирующего участка реки; Q_s — расход начала и окончания сплава (оптимальный в начальных условиях); Q_0 — расчетный меженный расход; Q_{sp} — расход начала и окончания сплава после регулирования.

Измерители эксплуатационной эффективности регулирования лимитирующего участка реки определяются следующими расчетными зависимостями:

$$\eta_{\sigma} = \frac{D_{\text{сп}}}{D_{\text{сн}}} + \frac{Q_{\text{сп}} D_{\text{зр}}}{Q_m D_{\text{сн}}} (\Theta - 1); \quad (17)$$

$$\lambda_{\sigma} = \frac{E_{\text{сп}}}{E_{\text{сн}}} + \frac{Q_{\text{сп}} E_{\text{зр}}}{Q_m E_{\text{сн}}} (\Theta - 1). \quad (18)$$

Относительная продолжительность сплавного периода в новых условиях

$$\Theta = \frac{t_p}{\tau_n + \tau_c}. \quad (19)$$

При регулировании участка реки, лимитирующего сплав при низких горизонтах воды, $Q_{\text{сп}} = Q_0$.

В принципе регулирование меженного русла на лимитирующем участке заключается в том, что путем сжатия русла и изменения его формы (в направлении возможного приближения к прямоугольной) добиваются того, что меженный расход в русле новых параметров становится в расчетном сечении оптимальным ($\frac{Q_0}{Q_{\text{сп}}} = 1$).

В тех случаях, когда регулирование участков сплавной реки основано на увеличении мгновенного расхода (полное или частичное закрытие несплавных протоков, обвалование поймы и т. п.), величины η_{σ} , λ_{σ} и Θ определяются тем же методом, что и в рассмотренных ранее случаях, — сопоставлением Π_{σ} , L_{σ} и продолжительности сплавного периода в новых условиях с их значениями в начальных условиях сплава.

Если при меженном горизонте воды лимитирующий участок расчетной части реки является практически несплавным, применяется, кроме выправления его русла, суточное регулирование стока или совместно обе меры.

Измерители эксплуатационной эффективности суточного регулирования стока за сплавной сезон определяются следующими расчетными зависимостями:

$$\eta_{\sigma} = \frac{D_{\text{сп}}}{D_{\text{сн}}} + \frac{Q_p D_{\text{зр}} \varphi_p}{Q_m D_{\text{сн}} \varphi_n} (\Theta - 1); \quad (20)$$

$$\lambda_{\sigma} = \frac{E_{\text{сп}}}{E_{\text{сн}}} + \frac{Q_p E_{\text{зр}} \varphi_p}{Q_m E_{\text{сн}} \varphi_n} (\Theta - 1), \quad (21)$$

где φ_p — коэффициент использования суток во время подачи регулируемого расхода на лимитирующий участок;

φ_n — коэффициент использования суток для сплава в начальных условиях.

Для отдельного участка, на котором сезонная сплавная мощность реки повышена тем или иным способом, новая норма выработки n_1 может быть определена по вычисленной величине λ_{σ} и известной для начальных условий фактической норме выработки n по формуле

$$n_1 = n \lambda_{\sigma}.$$

Сравнительный анализ измерителей эксплуатационной эффективности

Общность соответственных параметров и величин, входящих в расчетные зависимости по определению измерителей эксплуатационной эффективности η_c и λ_c для различных способов повышения степени использования сплавных свойств речного потока, позволяет проводить сравнительный анализ и находить наивыгоднейший вариант в заданных конкретных условиях.

В табл. 1 приведен пример расчета η_c и λ_c для четырех различных способов повышения сезонной сплавоспособности и сплавной мощности речного потока в расчетном поперечном сечении путем регулирования лимитирующего участка при $m = 0,5$; $\frac{Q_0}{Q_p} = 0,5$; $\psi = 0,01$ и $\psi = 0,08$.

Расчет измерителей η_c и λ_c произведен для ряда значений относительной продолжительности сплавного периода Θ .

Таблица 1

Тип регулирования лимитирующего участка	Θ	$\psi = 0,01$		$\psi = 0,08$	
		η_c	λ_c	η_c	λ_c
Регулирование меженного русла	2	1,0	1,0	1,1	1,1
	4	1,1	1,0	1,5	1,4
	6	1,2	1,1	1,9	1,7
	8	1,3	1,1	2,3	2,2
Суточное регулирование стока	2	1,0	1,0	1,2	1,1
	4	1,2	1,1	2,1	1,8
	6	1,4	1,2	2,9	2,6
	8	1,7	1,3	3,8	3,3
Сезонное регулирование стока $\Theta = \Theta_{от}$	2	1,4	1,2	1,5	1,3
	4	1,8	1,3	2,1	1,7
	6	2,3	1,5	2,5	1,8
	8	2,7	1,7	—	—
Сезонное регулирование стока с увеличением осадки сплавных единиц до оптимальной	1	3,5	3,3	2,1	1,5

Данные этой таблицы демонстрируют значительное влияние указанных факторов на эксплуатационную эффективность регулирования реки и ее стока.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Минлеспром СССР и ВНИТОЛЕС. Справочник по лесосплаву. Гослесбумиздат, М.-Л., 1952. [2]. И. Н. Павловский. Гидравлический справочник. ОНТИ, 1937. [3]. Б. В. Поляков. Гидрологические расчеты при проектировании сооружений на реках малых бассейнов. Госэнергоиздат, М.-Л., 1948. [4]. Б. С. Родионов. Исследование о эффективности использования лесосплавных свойств русловых потоков. Труды Сибирского лесотехнического института, сб. XIX, вып. IV, 1957. [5]. Б. С. Родионов. Эксплуатационная эффективность сезонного регулирования стока лесосплавных рек. Труды Сибирского технологического института, сб. XX, 1958. [6]. Б. С. Родионов, В. М. Войтенко. Скоростные параметры сплавного хода. Труды Сибирского технологического института, сб. XX, 1958. [7]. Б. С. Родионов, Б. Г. Сизов. О некоторых параметрах сплавоспособности русловых потоков. Труды Сибирского технологического института, сб. XX, 1958.

Поступила в редакцию
27 июня 1960 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ДОРОЖНОЙ КРИВОЙ, РАЗБИТОЙ САПЕРНЫМ СПОСОБОМ

Б. И. КУВАЛДИН

Доцент, кандидат технических наук

А. С. ВАЛЬКОВ

Инженер

(Московский лесотехнический институт)

На лесовозных узкоколейных и автомобильных дорогах для разбивки закруглений часто применяют довольно простой и удобный способ, обычно называемый «саперным» (без таблиц и угломерных инструментов). Поэтому практически необходимо уточнить условия применения этого способа, дать сравнительную оценку и сопоставление саперных кривых с обычными круговыми кривыми, а также установить эксплуатационные свойства первых.

Сущность этого метода состоит в следующем.

Пусть в точке O (рис. 1) трасса поворачивает на $\angle\alpha$. Обычно при изыскании дороги в зависимости от условий местности задаются величиной радиуса круговой кривой R_k и отмечают точки начала и конца кривой на расстоянии $T = R_k \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$ от вершины угла. Кроме того, на местности обозначают середину будущей круговой кривой, отмеряя от вершины угла по направлению биссектрисы внутреннего угла расстояние $B_k = R_k = \left(\frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} - 1 \right)$.

При саперном способе разбивки кривой на местности каждое из отмеренных расстояний T разбивают на n равных участков и нумеруют их на одной касательной в направлении от HK к вершине угла, а на другой — от вершины угла к KK . Точки с порядковым номером k на одном луче соединяют с точками $k+1$ на другом (рис. 1, а). Точки пересечения предыдущего луча с последующим определяют положение искомой кривой. В зависимости от соотношения R_k и α и от количества частей n положение полученной кривой в той или иной мере отличается от положения круговой кривой.

Кривую, разбитую на месте указанным способом, будем в дальнейшем называть саперной, а ее основные элементы обозначать с соответствующим индексом ρ_c , R_c , B_c и т.д.

Для сопоставления круговой и саперной кривых и анализа свойств второй составим ее уравнение.

Пусть первоначальное направление трассы соответствует прямой $O'O$, а после поворота дороги на $\angle\alpha$ — OO'' (рис. 1, б). Расположим

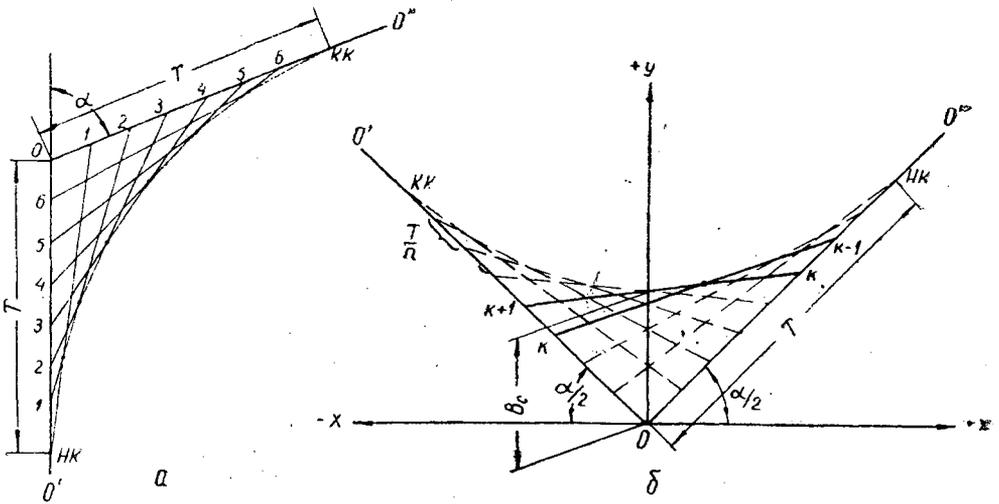


Рис. 1. а — схема детальной разбивки кривых на дорожных закруглениях саперным способом; б — расположение осей координат, принятое при выводе формулы саперной кривой.

ось ординат по биссектрисе внутреннего угла, составленного этими прямыми. Ось абсцисс будет составлять угол $\frac{\alpha}{2}$ с линиями $O'O$ и OO'' . Разобьем касательные $O — HK$ и $O — KK$ на n частей и обозначим порядковый номер одной из точек на линии $OO'' — k$. Координаты этой точки будут

$$x_k = T \left(1 - \frac{k}{n}\right) \cos \frac{\alpha}{2};$$

$$y_k = T \left(1 - \frac{k}{n}\right) \sin \frac{\alpha}{2}.$$

Координаты точки $k + 1$ на линии $O'O$ равны

$$x_{k+1} = -\frac{T}{n} (k + 1) \cos \frac{\alpha}{2};$$

$$y_{k+1} = \frac{T}{n} (k + 1) \sin \frac{\alpha}{2}.$$

Соединим лучом точку k на линии OO'' с точкой $k + 1$ на линии $O'O$. Уравнение прямой, проходящей через эти точки, представляется определителем второго порядка

$$\begin{vmatrix} x_k - x_{k+1} & y_k - y_{k+1} \\ x_1 - x_{k+1} & y_1 - y_{k+1} \end{vmatrix} = 0, \quad (I)$$

где x_1 и y_1 — текущие координаты первого луча $k \div k + 1$.

Подставляя значения x_k, x_{k+1}, y_k и y_{k+1} , получаем

$$\frac{x_1 + \frac{T}{n} (k + 1) \cos \frac{\alpha}{2}}{T \left(1 - \frac{k}{n}\right) \cos \frac{\alpha}{2} + \frac{T}{n} (k + 1) \cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{y_1 - \frac{T}{n} (k + 1) \sin \frac{\alpha}{2}}{T \left(1 - \frac{k}{n}\right) \sin \frac{\alpha}{2} - \frac{T}{n} (k + 1) \sin \frac{\alpha}{2}} \quad (2)$$

или после преобразований

$$y_1 = x_1 \left(1 - \frac{2k+2}{n+1}\right) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + T \frac{2(k+1)(n-k)}{n(n+1)} \sin \frac{\alpha}{2}. \quad (3)$$

Проведем второй луч из точки $k-1$ на прямой OO'' к точке k на линии $O'O$ и составим для него уравнение, аналогичное уравнению (2). Обозначим текущие координаты второго луча x_2 и y_2 . После необходимых преобразований получим следующее уравнение для текущей ординаты второго луча:

$$y_2 = x_2 \left(1 - \frac{2k}{n+1}\right) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + T \frac{2k(n-k+1)}{n(n+1)} \sin \frac{\alpha}{2}. \quad (4)$$

Пересечение первого и второго лучей дает общую точку, определяющую положение искомой кривой. Для этой точки имеем $x_1 = x_2 = x$ и $y_1 = y_2 = y$.

Из последнего условия получаем

$$x \frac{(n+1-2k-2)}{n+1} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - x \frac{(n-2k+1)}{n+1} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + T \frac{(k+1)}{n} \cdot \frac{2(n-k)}{n+1} \sin \frac{\alpha}{2} - \frac{T}{n} k \frac{2n-2k+2}{n+1} \sin \frac{\alpha}{2} = 0$$

или

$$x = T \frac{n-2k}{n} \cos \frac{\alpha}{2}. \quad (5)$$

Аналогично из условия $x_1 = x_2 = x$ имеем

$$y = T \left[1 - \frac{2k(n-k)}{n(n+1)}\right] \sin \frac{\alpha}{2}. \quad (6)$$

Для получения уравнения искомой кривой в общем виде необходимо исключить k из выражения для x и y .

Из формулы (5) находим

$$k = \frac{n}{2} - \frac{nx}{2T \cos \frac{\alpha}{2}}. \quad (7)$$

Подставляя это значение в формулу (6), получаем уравнение саперной кривой в общем виде

$$y = \frac{T}{2} \left(1 + \frac{1}{n+1}\right) \sin \frac{\alpha}{2} + \frac{x^2}{2T} \frac{n}{(n+1)} \frac{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}}. \quad (8)$$

Для удобства сопоставления саперной кривой с круговой найдем радиус кривизны первой в ее середине, обозначив его $R_c = \rho_{x=0}$ и определим расстояние от вершины угла поворота до середины кривой, то есть биссектрису саперной кривой B_c .

При принятой системе координат (рис. 1, б) $B_c = y_{x=0}$ или

$$B_c = \frac{T}{2} \left(1 + \frac{1}{n+1}\right) \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{R_k}{2} \left(1 + \frac{1}{n+1}\right) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \sin \frac{\alpha}{2}. \quad (9)$$

Разность между величиной биссектрис саперной и круговой кривых

$$B_c - B_k = R_k \left[\frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{n+1} \right) \frac{\sin^2 \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}} - \left(\frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} - 1 \right) \right]. \quad (10)$$

Из данных табл. 1 видно, что для большинства обычно применяющихся значений n и α биссектриса саперной кривой больше биссектрисы круговой кривой.

Таблица 1

R_k	α°	$T, м$	n	$\frac{T}{n}$	$\rho_{HK}, м$	R_c	$\frac{\rho_{HK}}{R_c}$	$\frac{\rho_{HK}}{R_k}$	B_c	B_k
100	10	8,75	6	1,46	117,2	116,2	1,01	1,17	0,44	0,38
			10	0,87	110,6	109,6	1,01	1,10	0,42	
			20	0,44	105,6	104,6	1,01	1,05	0,40	
100	30	26,80	6	4,46	121,7	112,7	1,08	1,21	3,96	3,52
			10	2,68	115,8	106,2	1,09	1,15	3,78	
			20	1,34	111,5	101,4	1,10	1,11	3,63	
100	60	57,73	6	9,62	140,3	101,0	1,38	1,40	16,5	15,47
			10	5,77	137,2	95,2	1,44	1,37	15,7	
			20	2,89	135,1	90,9	1,48	1,35	15,1	
100	90	100	6	16,7	188,5	82,5	2,28	1,88	40,4	41,4
			10	10,0	192,0	77,8	2,46	1,92	38,6	
			20	5,0	195,5	74,2	2,63	1,95	37,0	
300	10	26,2	6	4,37	351,6	348,7	1,01	1,17	1,30	1,14
			10	2,62	331,9	328,8	1,01	1,10	1,24	
			20	1,31	317,0	313,8	1,01	1,05	1,20	
300	30	80,4	6	13,4	365,2	338,0	1,08	1,21	11,89	10,58
			10	8,0	347,5	318,7	1,09	1,15	11,35	
			20	4,0	334,4	304,2	1,10	1,11	10,90	
300	60	173,2	6	28,8	421,0	303,1	1,39	1,40	49,6	46,4
			10	17,3	411,4	285,8	1,44	1,37	47,3	
			20	8,6	405,4	272,8	1,48	1,35	45,4	
300	90	300	6	50,0	565,4	247,5	2,28	1,88	121,2	124,2
			10	30,0	576,0	233,3	2,46	1,92	115,7	
			20	15,0	586,6	222,7	2,63	1,95	111,1	
500	10	43,7	6	7,3	586,0	581,1	1,01	1,17	2,18	1,91
			10	4,4	553,1	547,0	1,01	1,10	2,08	
			20	2,2	528,4	522,0	1,01	1,05	1,99	
500	30	134,0	6	22,3	608,6	563,4	1,08	1,21	19,8	17,6
			10	13,3	579,2	531,2	1,09	1,15	18,9	
			20	6,7	557,4	507,1	1,10	1,11	18,1	
500	60	288,7	6	48,1	701,7	505,2	1,39	1,40	82,5	77,3
			10	28,8	686,1	476,3	1,44	1,37	78,7	
			20	14,4	672,0	454,6	1,48	1,35	75,8	
500	90	500,0	6	83,3	942,4	412,5	2,28	1,88	202,0	207,1
			10	50,0	959,9	388,9	2,46	1,92	192,8	
			20	25,0	977,6	371,2	2,63	1,95	185,2	

Радиус кривизны любой кривой, как известно, равен

$$\rho = \frac{\left[1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right]^{1,5}}{\frac{d^2y}{dx^2}}. \quad (11)$$

Из уравнения (8) получаем

$$\frac{dy}{dx} = \frac{xn}{R(n+1) \cos \frac{\alpha}{2}} \quad (12)$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{n \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}{T(n+1) \cos \frac{\alpha}{2} \cdot R_k(n+1) \cos \frac{\alpha}{2}}, \quad (13)$$

где $T = R_k \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$.

Значение радиуса кривизны саперной кривой в ее середине получаем из условия $\rho_{x=0} = R_c$.

В этом случае $\frac{dy}{dx} = 0$ и, следовательно,

$$R_c = \frac{1}{\frac{d^2y}{dx^2}} = \frac{T(n+1) \cos \frac{\alpha}{2}}{n \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} = R_k \frac{n+1}{n} \cos \frac{\alpha}{2}. \quad (14)$$

Радиус кривизны саперной кривой в ее середине может быть и меньше и больше радиуса круговой кривой в зависимости от соотношения угла поворота α и числа отрезков, на которые делится касательная.

При $\frac{n+1}{n} \cos \frac{\alpha}{2} = 1$ имеем $R_c = R_k$. Если $\alpha > \arccos \left[\frac{2n^2}{(n+1)^2} - 1 \right]$, то $R_c > R_k$.

На рис. 2 показана зависимость отношения $\frac{R_c}{R_k}$ от n и α . Для обычно применяемых значений n в пределах от 4 ($\alpha < 49^\circ$) до 10 ($\alpha < 74^\circ$) R_c больше R_k на 10–20%.

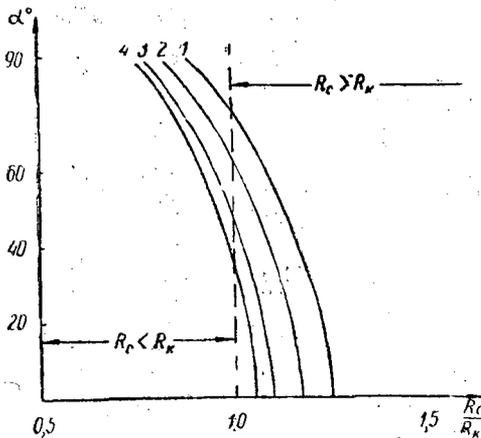


Рис. 2. Зависимость отношения $\frac{R_c}{R_k}$ от угла поворота α для различных значений n .

1 — $n = 4$; 2 — $n = 6$; 3 — $n = 10$; 4 — $n = 20$.

Граница, разделяющая области значений n и α , при которых $R_c > R_k$ и $R_c < R_k$, показана на рис. 3.

Важным параметром, определяющим эксплуатационные качества кривой, является величина радиуса кривизны в начале и конце кривой — $\rho_{HK} = \rho_{KK}$.

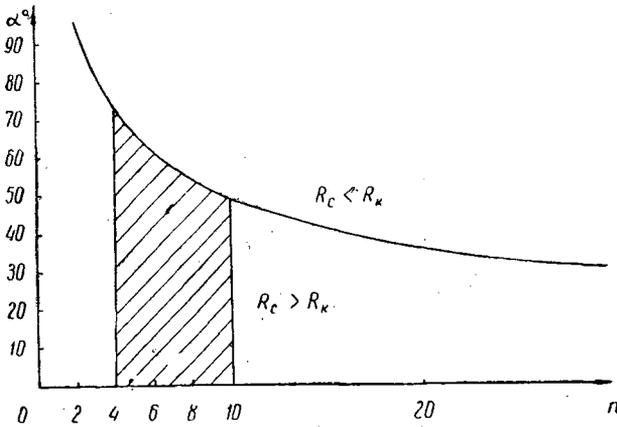


Рис. 3. Разделение значений n и α на области, при которых $R_c < R_k$ и $R_c > R_k$ (заштрихована зона, показывающая обычно используемые значения n).

Из формул (11), (12) и (13) имеем

$$\rho = \frac{\left[1 + \frac{x^2 n^2}{R^2 (n+1)^2 \cos^2 \frac{\alpha}{2}} \right]^{3/2}}{n R_k (n+1) \cos \frac{\alpha}{2}} \quad (15)$$

Значения x для начала и конца кривой будут $\pm T \cos \frac{\alpha}{2}$, но $T \cos \frac{\alpha}{2} = R_k \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2}$. Подставив это значение, получим

$$\rho_{HK} = R_k \frac{n+1}{n} \cos \frac{\alpha}{2} \left[1 + \frac{n^2 \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2}}{(n+1)^2} \right]^{3/2} \quad (16)$$

Так как $R_k = \frac{(n+1)}{n} \cos \frac{\alpha}{2} = R_c$, то

$$\frac{\rho_{HK}}{R_c} = \left[1 + \frac{n^2 \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2}}{(n+1)^2} \right]^{3/2} \quad (17)$$

Из уравнения (17) видно, что радиус кривизны саперной кривой в начале и конце всегда больше, чем в середине, так как правая часть уравнения (16) всегда больше единицы. Однако в некоторых случаях наблюдается обратное явление, как это было показано выше.

В этом отношении более показательнее выражение

$$\frac{\rho_{HK}}{R_k} = \frac{n+1}{n} \cos \frac{\alpha}{2} \left[1 + \frac{n^2 \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2}}{(n+1)^2} \right]^{3/2},$$

показывающее, во сколько раз радиус кривизны в начале и конце саперной кривой больше радиуса круговой при одинаковых величинах касательных. Зависимость отношений $\frac{\rho_{HK}}{R_c}$ и $\frac{\rho_{HK}}{R_k}$ от угла поворота для наиболее употребительных значений n приведена на рис. 4.

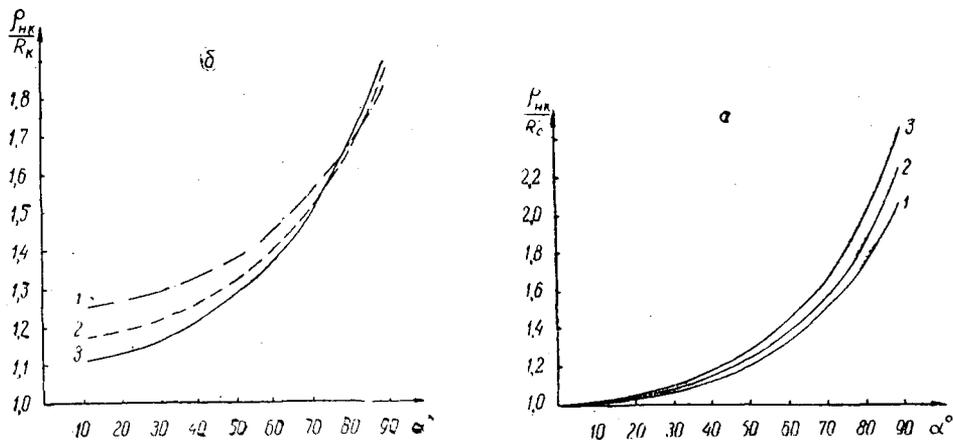


Рис. 4. Графики, показывающие отношение

$$\frac{\rho_{HK}}{R_c} \text{ (а) и } \frac{\rho_{HK}}{R_k} \text{ (б)}.$$

$$1 - n = 4; 2 - n = 6; 3 - n = 10.$$

Из графиков видно, что отношение $\frac{\rho_{HK}}{R_c}$ быстро растет с увеличением угла поворота, и при достаточно больших углах ρ_{HK} радиус кривизны в начале кривой может превышать R_c в 1,5—2,5 раза.

Даже при малых углах поворота ρ_{HK} на 15—30% больше R_k (при равных касательных), а с увеличением угла поворота до 60—90° — в 1,4—1,9 раза. Поэтому плавность входа экипажей в саперную кривую значительно выше, чем в круговую; на узкоколейных железных дорогах в ряде случаев можно обходиться без переходных кривых.

Примеры вычислений конкретных значений ρ_{HK} , R_c , B_c и их сопоставление с R_k и B_k для ряда случаев приводятся в табл. 1.

Разбивка кривых саперным способом в настоящее время практикуется при прокладке усов лесовозных дорог. Однако, как показывает приведенный анализ, этот способ в ряде случаев целесообразно использовать и при прокладке магистралей. В том случае, если лучи-отрезки, соединяющие точки на касательных, имеют большую длину, разбивку удобно производить двумя теодолитами или гониометрами. Для получения достаточно плавной кривой число делений должно быть таким, чтобы $\frac{T}{n} \leq 5 \div 10$ м.

Поступила в редакцию
9 декабря 1960 г.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СХЕМЫ ТЕРЕХИНА ДЛЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЛЕСОРАЗРАБОТОК

В. Е. ПЕЧЕНКИН

Кандидат технических наук

Д. И. КОДОЧИГОВ

Т. Г. МИХЕЕВА

Р. Ш. БАКИЕВ

Младшие научные сотрудники

(Поволжский лесотехнический институт)

Особенности электроснабжения лесоразработок (низкая плотность нагрузок, разбросанность их по территории лесного массива и необходимость переноса части высоковольтных линий по мере разработки лесосек) определяют специфические требования к электрическим сетям. Наиболее важные из них — снижение капиталовложений на строительство линий электропередач и уменьшение трудозатрат при монтажных и демонтажных работах.

Одним из решений этих вопросов является применение схемы В. А. Терехина, заключающейся в передаче электроэнергии по однопроводным высоковольтным линиям с последующим преобразованием однофазного тока в трехфазный на высоковольтной стороне понижающих трансформаторных подстанций при помощи косинусных конденсаторов. В конце 30-х годов схема В. А. Терехина была применена для электроснабжения лесоразработок [9]; в дальнейшем в связи с развитием децентрализованного электроснабжения в лесозаготовительной промышленности она не нашла практического применения.

В последние годы система передачи «один провод — земля» вновь привлекла к себе внимание, чему способствовали переход на централизованное энергоснабжение лесоразработок, применение смешанной (трехфазно-однофазной) системы распределения электроэнергии в сельском хозяйстве [2], вызвавшие необходимость проведения обширных теоретических исследований в области преобразования однофазного тока в трехфазный [1], [4], [8]. Однако в опубликованных трудах недостаточно полно освещен ряд вопросов прикладного характера (эффективность ступенчатого регулирования емкости, пределы устойчивой работы электродвигателей и др.).

В целях изучения некоторых из этих вопросов и выяснения целесообразности применения однопроводной электропередачи на лесоразработках, в Поволжском лесотехническом институте в 1958—1959 гг. были проведены исследования схемы В. А. Терехина в лабораторных и производственных условиях.

Лабораторная экспериментальная установка состояла из повышающего и понижающего трансформаторов напряжением 1000/230 в, мощностью по 3 кВА каждый, соединенных кабельной линией.

Преобразование однофазного тока в трехфазный на высоковольтной стороне понижающего трансформатора достигалось путем расщепления одной из его фаз с помощью батареи статических конденсаторов (типа КБГ-СН, напряжением 1500 в, емкостью по 2 мкФ). Ступенчатое регулирование емкости батареи конденсаторов осуществлялось однополюсными рубильниками и ползунковым переключателем тонкой регулировки. Исследования в лабораторной установке сводились к определению влияния регулирования емкости (мощности) конденсаторной батареи на характер изменения коэффициентов асимметрии напряжения (K_u) и тока (K_i), ограничивающих величину длительно развиваемой мощности электродвигателей. Для этого были проведены наблюдения [6] за режимами работы трехфазного асинхронного двигателя мощностью 0,6 кВт (сочлененного с генератором постоянного тока, загружаемым реостатом) при регулируемой мощности конденсаторной батареи, определяющейся условиями наилучшей симметрии напряжения и тока, и при постоянной, величина которой (в квар) определяется согласно имеющимся рекомендациям [9] по формуле

$$Q = (0,9 - 1,1)P,$$

где P — мощность испытываемого двигателя, кВт.

Из кривых на рис. 1, построенных по данным наблюдений, видно, что при нагрузке, изменяющейся в пределах от холостого хода до 70% номинальной мощности двигателя, регулирование мощности конденсаторной батареи позволяет поддерживать напряжения и токи практически симметричными. При этом нагрев двигателя, как показали замеры температуры обмоток статора, не выходит за пределы нормального, несмотря на перегрузку током одной из его фаз. Последнее положение наглядно иллюстрируется кривой превышения температуры нагрева электродвигателя, питаемого по схеме В. А. Терехина, по сравнению с симметричной трехфазной системой (рис. 2).

С дальнейшим увеличением нагрузки асимметрия напряжения и тока резко возрастает, что, как известно, вызывает интенсивное увеличение нагрева двигателя и, следовательно, снижение его длительно развиваемой мощности. Регулирование мощности конденсаторов в этом случае несколько расширяет пределы устойчивой работы электродвигателя, но не оказывает значительного влияния на степень асимметрии полученной трехфазной системы.

Таким образом, при преобразовании однофазного тока в трехфазный (по схеме Терехина) с помощью конденсаторов регулирование их мощности особенно эффективно для недогруженного электродвигателя (при нагрузках, не превышающих 70% от номинальной). Сделанные выводы справедливы не только для одиночных электродвигателей, но и для отдельных их групп при условии постоянства нагрузки и равенства степеней загрузки двигателей.

В остальных случаях эффективность регулирования будет связана с величиной суммарного сопротивления прямой последовательности трансформатора и подключенных токоприемников [7], [8].

Применение схемы Терехина в производственных условиях

Для изучения целесообразности применения схемы В. А. Терехина для электроснабжения лесоразработок в технологической лаборатории

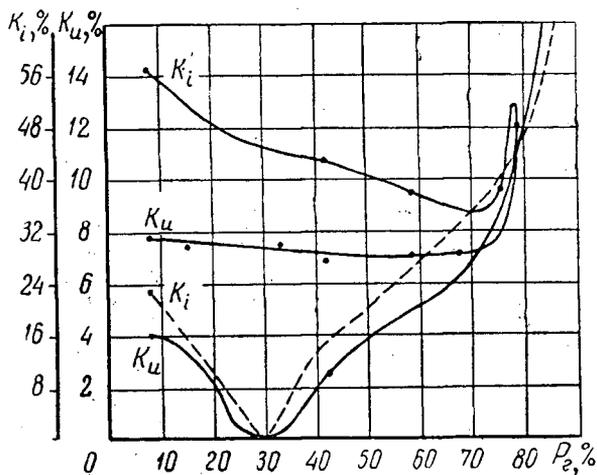


Рис. 1. K' — при постоянной емкости;
 K — при регулируемой емкости.

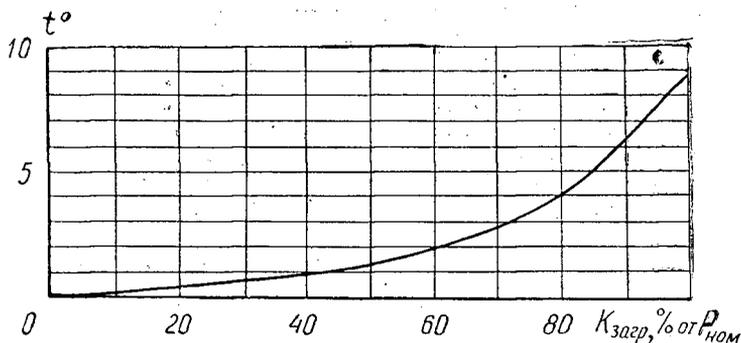


Рис. 2.

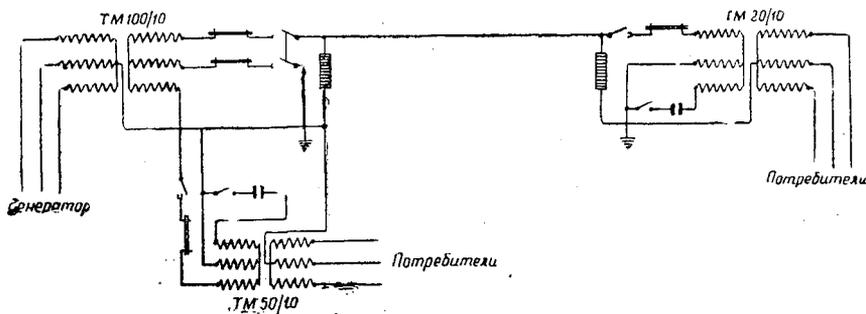


Рис. 3.

института в 1958 г. была сооружена и работает до настоящего времени производственная установка с использованием земли в качестве провода. Ее принципиальная схема приведена на рис. 3.

Источником питания установки является электростанция ПЭС-60 (мощностью 57 квт), соединенная воздушной линией с повышающим трансформатором типа ТМ 100/10, установленным на нижнем складе технологической лаборатории.

Одна из фаз высоковольтной обмотки повышающего трансформатора через трубчатый предохранитель и разъединитель подключена к воз-



Рис. 4.

душной линии длиной 2,5 км, с расстоянием между столбами 100 м, выполненной проводом ПС-25 (рис. 4). В конце линии (на лесосеке) установлена передвижная трансформаторная подстанция с трансформатором мощностью 20 кВА и двумя однофазными статическими конденсаторами по 10 квар каждый. К вторичным зажимам трансформатора была присоединена трехпроводная линия низкого напряжения, от которой питались преобразователь частоты мощностью 6,5 кВт (с четырьмя электропилами ЦНИИМЭ-К5), два двигателя электрокрана 6 кВт и 1 кВт и электродвигатель с тормозом (для исследования максимальных и пусковых моментов) мощностью 7 кВт.

Ко второй фазе повышающей подстанции присоединялся понижающий трансформатор мощностью 50 кВА (ТМ 50/10) с четырьмя конденсаторами по 10 квар, установленный вблизи от повышающего. К вторичным зажимам этого трансформатора были присоединены пилюрама (двигатель с фазовым ротором мощностью 28 кВт), лебедка ТЛ-3 — 20 кВт, балансирующая пила — 8 кВт, преобразователь частоты и электрокран по 6 кВт (работающие периодически).

Третья фаза повышающего трансформатора присоединена к заземлению, совмещенному с рабочим заземлением понижающей подстанции 50 кВА.

Сопротивление заземлений повышающей и понижающих подстанций выбрано в соответствии с требованиями «Правил устройства электрических установок».

Для снижения перенапряжения при холостом ходе трансформатора на обеих понижающих подстанциях были установлены электродвигатели, работающие вхолостую, которые присоединялись наглухо к низковольтным зажимам трансформаторов.

Исследования рабочих характеристик электродвигателей подключенных механизмов в процессе эксплуатации установки в основном сводились к определению величины их пусковых и максимальных вращающих моментов, выяснению условий нагрева и эксплуатационных показателей.

Кроме того, одновременно фиксировался характер изменения асимметрии напряжений и токов в зависимости от нагрузки.

Результаты исследования показали [7], что при питании по схеме В. А. Терехина мелких двигателей, коэффициент соизмеримости (отношение установленных мощностей источника питания и электродвигателя) которых превышает 4—5, величина снижения максимального вращающего момента находится в пределах 4—6% по сравнению с максимальным моментом в обычной трехфазной сети. Пусковой момент этих двигателей снижается почти на 50% против пускового момента в симметричном режиме.

У двигателей с более низкими коэффициентами соизмеримости (2 и меньше) снижение максимального вращающего момента достигает 20—25%, пускового — 65—70% при одновременном увеличении времени разгона в 1,6—1,8 раза.

Емкость конденсаторной батареи при этом выбиралась в зависимости от условий, обеспечивающих оптимальные режимы работы токоприемников в несимметричной системе в момент максимума нагрузки на шинах трансформаторной подстанции. Следует отметить, что при сбросах нагрузки в этом случае возникает перенапряжение, превышающее почти в два раза номинальное напряжение.

При питании по схеме В. А. Терехина перечисленных выше токоприемников (без регулирования емкости) абсолютные значения коэффициентов асимметрии тока и напряжения колеблются в очень широких пределах и в наиболее неблагоприятных случаях достигают нескольких десятков процентов. При этом величина коэффициента асимметрии тока в 3—5 раз превышает коэффициент асимметрии напряжения.

Последнее обстоятельство, как уже отмечалось выше, является причиной перегрева двигателей, работающих с загрузкой, близкой к номинальной, при сравнительно незначительном снижении их максимальных вращающих моментов.

В действительности, при наблюдаемых степенях загрузки производственных механизмов (характерных для потребителей лесозаготовительных предприятий) нагрев их двигателей был практически одинаковым при работе как в симметричном, так и в несимметричном режимах. Это подтверждается кривыми нагрева двигателя пилорамы, работавшей на распиловке бревен диаметром 25—34 см, приведенными на рис. 5 (кривая 1 — симметричный режим, кривая 2 — схема В. А. Терехина).

Опыт работы однопроводной электроустановки в течение 1958 г. показал ее достаточную надежность и экономичность. Производительность питаемых механизмов практически не снижалась по сравнению с их работой в трехфазном режиме.

Система «один провод — земля» предъявляет ряд специфических требований при ее обслуживании.

В связи с тем, что при нарушении изоляции на высоковольтной стороне обслуживающий персонал может оказаться под линейным напряжением, необходимо следить за всеми болтовыми соединениями и

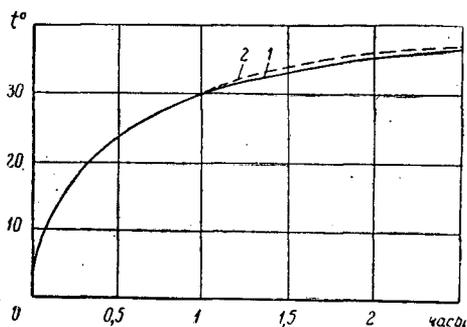


Рис. 5.

местами сварки заземлений и отходящих от них проводов к заземляемым элементам электроустановки (электродвигателям, трансформаторам, приводам выключателей и разъединителей и т. д.).

Высоковольтные конденсаторы должны включаться в сеть и отключаться от нее только при помощи масляных выключателей или разъединителей мощности.

Перед прикосновением к токоведущим частям конденсаторов их выводы замыкаются накоротко.

Во избежание перенапряжения в конденсаторной фазе (и на обкладках конденсаторов) при отключении силовых потребителей к каждой понижающей подстанции должны быть присоединены двигатели (в крайнем случае один), работающие вхолостую, которые подключались и отключались бы одновременно с включением и отключением трансформаторной подстанции с высоковольтной стороны.

На низковольтной стороне обслуживание электроустановок при однопроводной системе передачи должно быть связано с соблюдением более жестких норм и требований техники безопасности, так как при эксплуатации электрифицированных механизмов с резко переменной нагрузкой возможны перенапряжения в конденсаторной фазе, достигающие двойного номинального напряжения.

Учитывая, что в условиях лесоразработок сравнительно редко встречаются подземные металлические сооружения, особые меры для защиты их от коррозии блуждающими токами при эксплуатации однопроводной установки не предусматривались. К тому же интенсивность коррозии, зависящая от полярности тока, при переменном токе частотой 50 гц почти в 100 раз меньше, чем при постоянном токе той же величины.

Экономическая эффективность электроснабжения лесоразработок по системе «один провод — земля»

Как уже отмечалось выше, использование схемы В. А. Терехина при электроснабжении лесозаготовительных предприятий приводит к значительному снижению капиталовложений по строительству линий электропередачи и уменьшению трудозатрат на монтажные и демонтажные работы по сравнению с трехпроводными сетями.

Вследствие отсутствия двух проводов снижается расход металла, лесоматериалов на опоры и на $\frac{2}{3}$ уменьшается расход крючьев и изоляторов.

По этой же причине однопроводные линии обладают и эксплуатационными преимуществами (отсутствие схлестывания проводов, упрощение линейного надзора и др.).

Однако при использовании схемы В. А. Терехина требуются дополнительные капиталовложения на высоковольтные конденсаторы, замену электродвигателей*, генераторов и трансформаторов более мощными. Все эти обстоятельства были учтены при выполнении приводимых в данной статье технико-экономических расчетов эффективности применения схемы В. А. Терехина при централизованном электроснабжении лесозаготовительных предприятий.

Кроме того, в расчетах были использованы технико-экономические показатели работы однопроводной установки в технологической лаборатории института.

Расчет производился на примере предприятия с годовым грузооборотом в 250—350 тыс. м³ в составе развитого нижнего склада и 6 мастерских участков, разрабатывающих на базе сплошных рубок лесной массив с ликвидным запасом древесины, равным 150 м³/га, и с 20% неэксплуатационных площадей.

Все мастерские участки оснащены однотипным оборудованием, имеют одинаковый грузооборот и работают по типовым технологическим схемам [3], применяемым при вывозке древесины с кроной по узкоколейной железной дороге.

Источником питания всех потребителей предприятия является локомотивная электростанция (работающая на древесных отходах), которая расположена на нижнем складе. Магистральные высоковольтные линии (10 кВ) сооружаются по полосам разубра транспортных путей на деревянных одностоечных опорах; временные линии — по растущим деревьям со срубленными вершинами. Электроснабжение потребителей лесосек и погрузочных площадок производится от передвижных трансформаторных подстанций, установленных на лесосеке.

На каждой из шести понижающих подстанций на стороне 10 кВ предусмотрена установка батареи конденсаторов общей мощностью 40 квар (4 однофазных конденсатора по 10 квар каждый).

Расчетные нагрузки отдельных групп потребителей определялись по коэффициентам спроса и мощности, энергопотребление — по удельному расходу электроэнергии на единицу продукции [5].

Сравнение технико-экономических показателей передачи электроэнергии по однопроводной, двухпроводной и трехпроводной системам производится по капиталовложениям (на элементы установки от повышающей до понижающей подстанции включительно), расходу основных материалов и себестоимости передачи 1 кВт-ч (от нижнего склада до лесосеки).

Для однопроводной системы передачи в капиталовложения включены дополнительные затраты, связанные с установкой конденсаторов и заменой генераторов и трансформаторов установками повышенной мощности. При определении капиталовложений во временные линии учитываются 80% стоимости проводов, крючьев и изоляторов. Остальные 20% включены в эксплуатационные расходы. Начисления на зарплату приняты равными 30% от эксплуатационных расходов; амортизационные отчисления — 10% и отчисления на текущий ремонт — 5,7% от капиталовложений.

Результаты технико-экономического расчета для различных систем электроснабжения рассматриваемого лесозаготовительного предприятия приведены в табл. 1.

* Как показали проведенные нами наблюдения [7], при коэффициенте загрузки двигателей $K_3 \leq 0,6$ необходимость замены их на более мощные при питании по схеме В. А. Терехина отпадает.

Таблица 1

Показатели	Единицы измерения	Денежные и материальные затраты для систем		
		«один провод — земля»	«два провода — земля»	трехпроводной
Капиталовложения	тыс. руб.	282	334,3	401,3
в том числе стоимость конденсаторов	.	7,2	—	—
Расход материалов				
а) деловой древесины	м ³	244	315	349
б) проводов алюминиевых	т	2,19	4,37	6,55
стальных	т	13,4	19,6	30
в) крюков с изоляторами	шт.	745	1960	3060
Себестоимость передачи 1 квт-ч	руб.	0,87	10,1	1,12

Приведенная таблица иллюстрирует преимущество схемы В. А. Терехина перед двухпроводной и трехпроводной системами.

Выводы

1. Предложенная В. А. Терехиным схема преобразования однофазного тока в трехфазный может быть применена для электроснабжения потребителей лесосек и верхних складов лесозаготовительных предприятий и электрификации лесозовозного транспорта.

2. Как показал анализ графиков нагрузки и опыт работы электроустановки, обеспечение удовлетворительного режима подавляющего большинства потребителей лесозаготовительных предприятий может быть достигнуто трехступенчатым регулированием емкости батареи конденсаторов.

3. Несмотря на некоторое ухудшение работы электродвигателей по условиям нагрева, при использовании схемы В. А. Терехина отпадает необходимость их замены более мощными, так как при существующей степени загрузки лесозаготовительных механизмов ($K_3 \leq 0,6$) длительно допустимые мощности электродвигателей выше их эквивалентных нагрузок.

4. Экономическое преимущество однопроводной системы перед двух- и трехпроводной при существующих плотностях нагрузок (с учетом дополнительных затрат на конденсаторы и замену генераторов и трансформаторов установками повышенной мощности) сказывается уже на расстоянии передачи порядка 10 км.

С уменьшением плотности нагрузки и увеличением расстояния передачи электроэнергии эффективность применения рассматриваемой системы будет возрастать.

5. При осуществлении электроснабжения лесозаготовительных предприятий по системе «один провод — земля» в качестве источника питания могут быть использованы как местные стационарные электростанции, так и крупные промышленные электростанции и энергосистемы. Целесообразность присоединения к тому или другому источнику должна определяться в каждом конкретном случае технико-экономическими расчетами, однако при этом следует учитывать, что использование второго обуславливает лучший режим работы электродвигателей и уменьшает влияние несимметрии нагрузки на генераторы электростанций.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. В. Губанов. Преобразование однофазного напряжения в трехфазное с помощью феррорезонансных стабилизаторов. «Известия высших учебных заведений», «Энергетика» № 3, 1958. [2]. В. М. Дмитриев, В. А. Шустов. Электропередачи с использованием однопроводных переносных линий. Журн. «Электричество» № 11, 1950. [3]. Б. А. Ильин. Проектирование лесозаготовительных предприятий. Гослесбуиздат, М.-Л., 1956. [4]. В. В. Кулинич. Статическое преобразование однофазного тока в трехфазный со стабилизацией симметрии. «Известия высших учебных заведений», «Электромеханика» № 7, 1959. [5]. МЛП СССР, ЦНИИМЭ. Временная техническая документация по переводу лесозаготовительных предприятий на централизованное электроснабжение. 1955. [6]. В. Е. Печенкин, Д. И. Кодочигов, И. Б. Осипов, Т. Г. Михеева. Применение системы «один провод — земля» (ОПЗ) для электроснабжения лесоразработок. Техническая информация Поволжского ЛТИ им. М. Горького, Йошкар-Ола, 1958. [7]. В. Е. Печенкин, Д. И. Кодочигов, Т. Г. Михеева, Р. Ш. Бакиев. Электроснабжение лесозаготовительных предприятий по системе «один провод — земля» (схема В. А. Терехина). Техническая информация Поволжского ЛТИ им. М. Горького, Йошкар-Ола, 1959. [8]. С. С. Салихов. Преобразование n -фазной системы в m -фазную при помощи статических устройств. Труды Института энергетики АН Узбекской ССР, вып. 5. Ташкент, 1951. [9]. В. А. Терехин. Электрификация лесозаготовок. Изд. НИСа ЛТА им. С. М. Кирова, 1939.

Поступила в редакцию
1 декабря 1960 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРУНТОВ, УКРЕПЛЕННЫХ ВЯЖУЩИМИ МАТЕРИАЛАМИ

П. Г. СЕРГЕЕВ

Доцент, кандидат технических наук

А. Д. ГРЯЗИН

Инженер

(Поволжский лесотехнический институт)

В настоящее время около 65% заготавливаемой древесины вывозится из леса автомобилями. Этот процент с каждым годом будет возрастать. В связи с этим необходимо иметь хорошие дороги. Последней новинкой в области строительства лесовозных автомобильных дорог является обработка грунтов оснований и покрытий вяжущими материалами.

В настоящее время в широких масштабах проводятся научные исследования по изысканию рациональных путей улучшения грунтов в различных лесных районах СССР, а также накапливается практический опыт строительства дорог из стабилизированных грунтов. В 1959 г. в эту работу включились работники кафедры сухопутного транспорта леса Поволжского лесотехнического института.

Вяжущие вносились в песчаные, супесчаные и супесчано-пылеватые грунты новой трассы Ямбаторской автомобильной дороги Моркинского леспромхоза (Марийская АССР), содержащие 10—15% карбонатов (CaCO_3) и 0,2—1,0% гипса (CaSO_4).

В качестве вяжущих материалов использовались битум Б-5, древесная смола местного кустарного производства, а также маломagneзиальная известь III сорта из Ронгинского каменного карьера.

Для испытания грунтов, улучшенных вяжущими материалами, были изготовлены образцы диаметром 30 мм путем двухстороннего прессования в течение 3 мин под давлением 300 кг/см².

В отвешенную пробу грунта, доведенного до оптимальной влажности, вводились вяжущие: известь и смола при комнатной температуре, а также битум, подогретый до 80—110°С. После этого компоненты тщательно перемешивались.

Приготовленные таким образом образцы испытывались на водонасыщение, набухание, твердость и прочность при сжатии.

Для определения полного водонасыщения и набухания они помещались в сосуд с водой, который закрывался под колокол на два часа и содержался там под вакуумом при остаточном давлении в 10—15 мм рт. ст., а затем в течение часа при нормальном давлении.

Насыщенные водой образцы испытывались на твердость при помощи прибора Вика. Определялось погружение в грунт штампа-конуса под нагрузкой 5 кг в течение 20 мин.

Для нахождения прочности на сжатие использовался гидравлический пресс завода «Физприбор», который вместо предохранительного клапана снабжался манометром с ценой деления $0,25 \text{ кг/см}^2$. При этом по возможности обеспечивалась равномерная подача поршня со скоростью около 3 мм/мин . Насыщенные водой образцы доводились до разрушения. По максимальному давлению, которое отсчитывалось по манометру, вычислялось разрушающее напряжение или прочность на сжатие.

Первая серия опытов, была проведена на 320 образцах. После выяснения вопроса, какие сочетания грунтов и вяжущих дают наилучшие результаты при испытаниях, была изготовлена вторая партия образцов в количестве 80 шт. для выявления возможности снижения дозировки и, соответственно, расхода вяжущих материалов.

Результаты лабораторных испытаний приведены в табл. 1.

Таблица 1

Дозировка вяжущего, % к весу грунта	Средние значения физико-механических величин				
	объемный вес, г/см^3	водонасыщение, %	набухание, %	глубина погружения конуса, мм	прочность на сжатие, кг/см^2
Песчано-пылеватый грунт					
5	1,90	16,8	2,8	7,8	3,8
7	1,93	13,2	2,1	7,0	4,2
9	1,97	15,6	3,5	5,6	5,4
12	2,03	10,1	4,75	9,4	4,23
Супесчаный грунт					
5	2,11	15,52	4,4	6,1	3,7
7	2,12	13,3	3,5	4,0	9,5
9	2,14	10,3	4,3	5,7	10,9
12	2,13	6,7	2,3	5,8	10,3
Суглинистый пылеватый грунт					
5	2,06	35,1	23,7	11,4	1,0
7	2,01	32,7	22,0	10,0	1,6
9	2,00	26,1	15,3	10,1	2,16
14	1,92	16,6	7,0	10,3	2,8
Песчаный грунт					
5	1,90	23,8	3,5	7,8	2,95
7	1,92	19,6	3,3	7,1	3,10
9	1,99	14,9	3,5	7,2	4,3
10	2,00	14,7	3,1	7,3	4,5

Примечание. Объемный вес, водонасыщение и набухание определены как средние из четырех значений, глубина погружения конуса и прочность на сжатие — из двух.

Сопоставляя данные табл. 1 с нормативными показателями, установленными Государственным Комитетом Совета Министров СССР по делам строительства*, можно сделать заключение, что грунты не в одинаковой степени поддаются стабилизации битумом Б-5.

Так, в супесчаный грунт достаточно добавлять только 5% битума, в песчано-пылеватый — 7—9%, в песчаный грунт — 9—10%. Пылеватый

* Указания по применению в дорожном и аэродромном строительстве грунтов, укрепленных вяжущими материалами. СН-25-28, М., 1958.

суглинок не удовлетворяет требованиям при внесении в него даже 14% вяжущего.

Результаты лабораторных испытаний образцов, изготовленных из различных грунтов, обработанных негашеной молотой известью, сведены в табл. 2.

Таблица 2

Дозировка извести, % к весу грунта	Средние значения физико-механических величин				
	объемный вес, г/см ³	водонасыще- ние, %	набухание, %	глубина погружения конуса, мм	прочность на сжатие, кг/см ²
Песчано-пылеватый грунт					
8	2,24	29,8	16,0	3,2	4,35
10	2,08	27,9	8,9	3,5	4,7
12	2,14	27,7	10,7	1,7	7,5
14	2,13	27,2	9,6	2,3	7,3
Супесчаный грунт					
8	2,36	Все образцы разрушились при водонасыщении под вакуумом			
10	2,33	—	—	1,9	10,1
12	2,27	32,6	15,3	1,1	12,3
14	2,31	32,2	15,1	1,2	21,5
Суглинистый пылеватый грунт					
8	2,16	—	—	1,4	6,8
10	2,22	17,5	7,4	1,5	18,4
12	2,18	19,7	7,5	1,5	28,8
14	2,20	23,4	9,3	0,6	38,0
Песчаный грунт					
8	2,15	31,5	12,1	4,5	2,6
10	2,28	33,5	18,3	4,7	3,2
14	2,13	28,5	6,8	4,3	5,3

При дозировке извести 8% и выше у всех из перечисленных грунтов объемный вес, твердость и прочность на сжатие выше требуемых, а водонасыщение и набухание значительно ниже. Кроме того, эти образцы плохо сопротивлялись динамическим нагрузкам и легко разрушались при падении с высоты 80 см.

В табл. 3 приводятся результаты исследований образцов, обработанных вначале 2—3% извести, а затем 4—7% битума.

Грунты песчано-пылеватый и супесчаный дают хорошие результаты стабилизации при введении 2%¹ извести и 4% битума. Для песчаных грунтов вяжущих требуется больше — 2 и 8% или 4 и 7%.

Все образцы суглинистого пылеватого грунта, даже с дозировкой вяжущих 2 и 10, а также 4 и 6%, разрушились при водонасыщении под вакуумом.

Примерно такие же результаты получены при обработке грунтов комплексной добавкой извести и древесной смолы (одна древесная смола положительных результатов не дала).

Проведенные опыты подтверждают, что смесь грунта и небольшого количества извести значительно лучше сорбирует битум, чем сам грунт*,

* А. В. Бернштейн и С. В. Фрегер. Процессы взаимодействия при комплексной обработке грунтов известью и битумом. «Автомобильные дороги» № 8, 1957.

Таблица 3

Дозировка вяжущих, % к весу грунта*	Средние значения физико-механических величин				
	объемный вес, г/см ³	водонасыщение, %	набухание, %	глубина погружения конуса, мм	прочность на сжатие, кг/см ²
Песчано-пылеватый грунт					
2/4	2,05	13,5	—	4,4	4,8
2/6	2,07	17,0	2,5	5,8	5,7
2/8	2,10	9,8	—	4,5	6,7
2/10	2,10	8,7	0,25	3,7	12,8
4/3	2,12	22,5	6,4	5,0	3,6
4/5	2,07	15,1	4,0	5,2	5,7
4/6	2,05	14,6	0,4	6,6	11,4
Супесчаный грунт					
2/4	2,13	9,8	1,3	5,1	5,1
2/6	2,12	13,3	0,9	4,5	8,7
2/8	2,13	9,6	0,8	4,6	10,3
2/10	2,14	5,4	—	3,1	14,5
4/6	2,12	9,1	1,3	2,1	18,5
Песчаный грунт					
2/8	2,02	14,7	1,5	7,1	3,5
4/6	2,01	17,6	1,95	5,5	5,4
4/7	2,04	14,7	2,5	6,2	8,1

* В числителе указана дозировка извести, в знаменателе — битума.

поэтому сцепление битума с минеральными частицами сильное; такой образец устойчив по отношению к воде и прочен в водонасыщенном состоянии. Таким же образом, по-видимому, объясняется воздействие на грунт комплексной добавки извести и древесной смолы.

На основании проведенного исследования рекомендуется улучшать грунты Ямбаторской автодороги комплексным введением извести и битума Б-5 при следующих дозировках: для супесчаных грунтов соответственно 2 и 5%; для песчаных — 2 и 8%. Примерно такие же дозировки вяжущих требуются при комплексном внесении извести и древесной смолы. Однако, учитывая высокую стоимость смолы (172 руб. против 23 руб. за 1 т нефтебитума), этот вариант стабилизации не рекомендуется.

Расчетами установлено, что при наличии глины вблизи трассы целесообразно пески переводить в супеси, что позволит сократить денежные затраты на вяжущие примерно на 40—45%.

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СНЕГА КАК ПУТИ ДВИЖЕНИЯ ТРАКТОРА

А. П. МАЕВСКИЙ

Аспирант

(ЦНИИ механизации и энергетики лесной промышленности)

При перемещении трелевочного трактора по снежной целине глубиной 80—90 см возникает значительное сопротивление его движению. Так, при буксировке трактора ТДТ-60 по нетронутому снегу глубиной 90 см оно составило 3270 кг. При таком сопротивлении и скорости 1 м/сек трактор должен расходовать на самопередвижение 75% мощности. Установка на тракторе более мощного двигателя, в данном случае, не даст большого эффекта, так как разница между силами сцепления и сопротивления движению незначительна. Поэтому для повышения эффективности работы трактора в глубокой снежной целине следует, в первую очередь, повысить его снегоходные качества. Несмотря на очень широкое распространение гусеничных машин во всех областях народного хозяйства, проблеме повышения их снегоходных качеств до сих пор не уделялось достаточного внимания, так как только в лесной промышленности тракторы работают на рыхлом или слабо уплотненном снегу.

Начатое нами исследование ставит своей целью поиски путей повышения снегоходных качеств трелевочных тракторов.

Опыт создания машин для работы в условиях Арктики и Антарктики не может быть механически перенесен в область конструирования трелевочных тракторов, ибо механические свойства снежного покрова Арктики, сформированного под действием сильных ветров, резко отличаются от свойств снега под пологом леса, а современный уровень знаний в области механических свойств снежной целины как пути движения механического транспорта не обеспечивает еще решения ряда практических задач конструирования снегоходных движителей. Поэтому первым разделом исследования явилось изучение свойств снежной целины в зависимости от характера приложенных к ней сил, определяемых рядом конструктивных параметров движителей гусеничных машин.

В настоящей статье изложены результаты первого раздела работы и сделана попытка выявить влияние удельного давления и ширины гусеницы на глубину погружения машины в снег.

*Метод исследования, применявшееся оборудование
и условия экспериментов*

Одни и те же параметры в движителях различных современных гусеничных машин могут отличаться друг от друга в десятки раз. Изме-

нять изучаемые параметры в столь широких пределах на одной экспериментальной машине весьма сложно, а вести опыты на различных машинах методически недопустимо, так как их сопротивление движению будет определяться не только одним изучаемым параметром, но и целым рядом других факторов. Поэтому на первом этапе работы нами был принят метод моделирования процесса деформации снежной целины гусеницей — погружение в снег плоских штампов. Этот метод применялся для изучения механических свойств снега многими исследователями (В. Г. Гмошинским [1], З. Иосидой [4] и др.). При этом учитывалось, что в действительности картина взаимодействия гусеницы со снегом будет сложнее, чем в случае погружения штампа, за счет неравномерности распределения давления машины по длине опорной поверхности гусеницы и концентрации давления под опорными катками. Но изучив, как протекает процесс деформации снега под штампом и перейдя к экспериментированию с машинами, можно определить величины поправок для движителей различных конструкций.

Первые эксперименты были начаты в 1958 г. и велись путем фотографирования процесса деформации снега, разделенного рядом горизонтальных прослоек сажи, в ящике со стеклянными стенками. Работы были продолжены в полевых условиях с использованием специального ручного пресса с самописцем, вычерчивавшим зависимость реакции снега от глубины погружения штампа. В 1959 и 1960 гг. работы проводились на передвижном стенде, перемещаемом трактором С-80. Стенд имел устройства для вертикального вдавливания штампов в снег и для их горизонтального сдвига. Регистрация величины и скорости погружения штампа, реакции снега и сдвигающей силы производилась тензометрической установкой ОТ-24.

В статье использованы материалы экспериментов, проведенных в марте 1960 г. на лесных полянах в западной части Свердловской области. Условия опытов характеризуются данными, приведенными на рис. 1 и 2.

На рис. 1 изображены границы послонных колебаний температуры за время экспериментов, а на рис. 2 — послонная плотность снега ρ_0 .

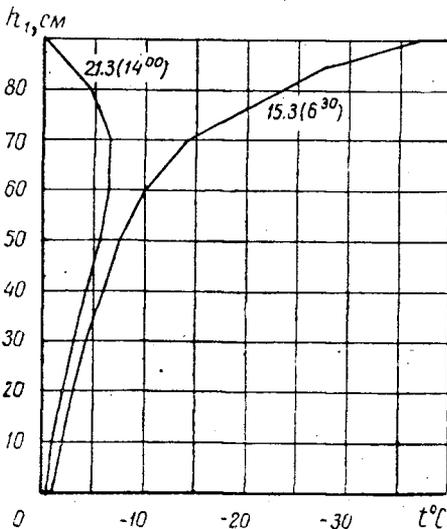


Рис. 1.

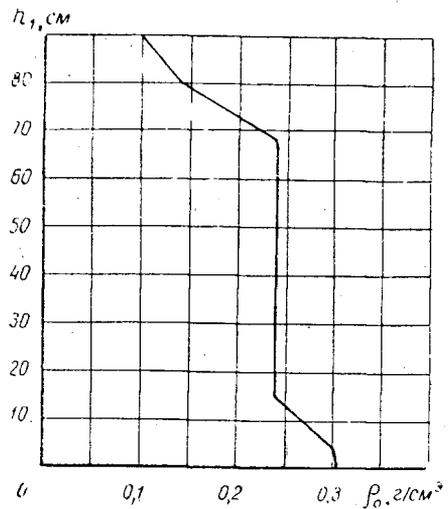


Рис. 2.

В поперечном разрезе снеговой покров представлял собой у земли слой толщиной 6 см и плотностью $0,3 \text{ г/см}^3$. Далее, до высоты 65—70 см следовал пласт фирнового снега с зернами, размеры которых уменьшались от 3—4 мм в поперечнике в нижней части пласта до 1,0—1,5 мм — в верхней.

На высоте 65—70 см находилась прослойка дождевого наста толщиной 8 мм, выше которой располагался частично перекристаллизованный и свежавыпавший снег.

Результаты экспериментов

При достаточно большом отношении глубины снега к ширине вдавливаемого штампа наблюдаются три фазы процесса деформации. На рис. 3, 4 и 5 представлены последовательно фотографии первой, второй и третьей фаз.

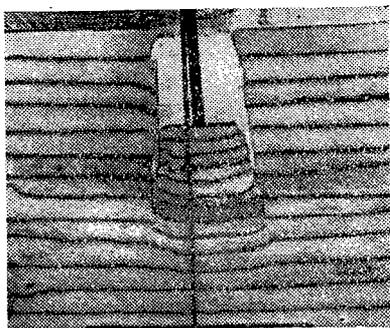


Рис. 3.

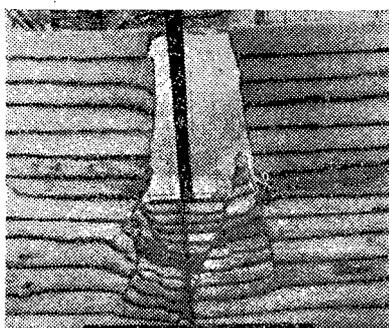


Рис. 4.

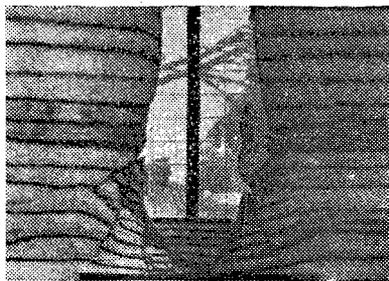


Рис. 5.

Сущность первой фазы заключается в том, что под штампом образуется расширяющаяся книзу зона сжатого снега, отделенная по бокам линиями отрыва от остальной массы снега. По мере погружения штампа площадь основания зоны сжатого снега становится большей, что влечет за собой необходимость увеличения давления. В первой фазе зависимость между глубиной погружения и нагрузкой на штамп близка к прямолинейной. Затем, при определенном давлении, зависящем от плотности снега, внутри сжатой зоны образуется клин, основанием которого служит штамп. Это начало второй фазы. Проф. М. Х. Пигулевский [2], наблюдавший аналогичное явление при вдавливании штампов в песок, назвал этот клин «подплунжерной фигурой». Пользуясь этим термином, укажем, что погружение подплунжерной фигуры сопровождается раздвижением в стороны окружающего ее снега и происходит

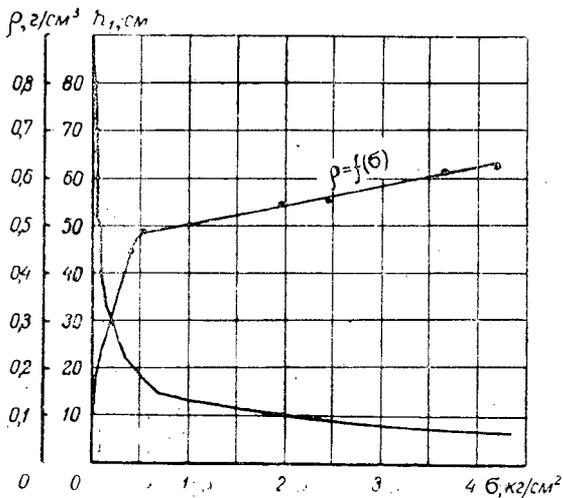


Рис. 6.

при нагрузке, равной или даже меньшей, чем в конце первой фазы, то есть наблюдается процесс «текучести». Если плотность снега возрастает в направлении движения штампа, то процесс погружения из второй фазы может вновь перейти в первую, а затем снова во вторую и т. д.

Третья фаза характеризуется тем, что вершина подплунжерной фигуры достигает твердого основания (земли). В этой фазе погружение происходит как за счет уплотнения подплунжерной фигуры, так и за счет ее разрушения. Прочность подплунжерной фигуры весьма велика, и в третьей фазе кривая погружения $h_1 = f(\sigma)$ (где h_1 — высота слоя снега под штампом, а σ — удельное давление штампа) асимптотически приближается к оси абсцисс. Это хорошо видно на рис. 6, где представлена зависимость $h_1 = f(\sigma)$, полученная для штампа размером 15×15 см на передвижном стенде, а также связь плотности подплунжерной фигуры ρ с удельным давлением σ .

Из механики сыпучей среды известно [3], что углы у основания подплунжерной фигуры равны $45^\circ + \varphi/2$, где φ — угол трения данного грунта.

Проведенные нами эксперименты по деформации насыпанного в ящик со стеклянными стенками снега, имевшего примерно равную плотность по высоте, выявили геометрическое подобие подплунжерных фигур штампов различной ширины. При этом начало третьей фазы во всех случаях характеризовалось отношением $\frac{h_1}{m} \approx 0,7$ (m — ширина штампа), что соответствует углу у основания подплунжерной фигуры, равному 55° . Пользуясь приведенной выше зависимостью, получим угол трения φ для снега, равный 20° . Это хорошо согласуется с данными В. Г. Гмошинского [1], определившего, что φ изменяется под влиянием температуры и плотности снега в пределах 16 — 22° . Это же отношение $\frac{h_1}{m}$ было получено при экспериментах, проведенных ручным штампом с самописцем, а также при замере элементов колеи тракторов С-80 и ТДТ-60 в тех же условиях. Для штампов, меньших 50×50 см, началу третьей фазы соответствовала величина $\frac{h_1}{m} > 0,7$. Она увеличивалась с уменьшением штампа (рис. 7). Причина этого явления, на наш взгляд,

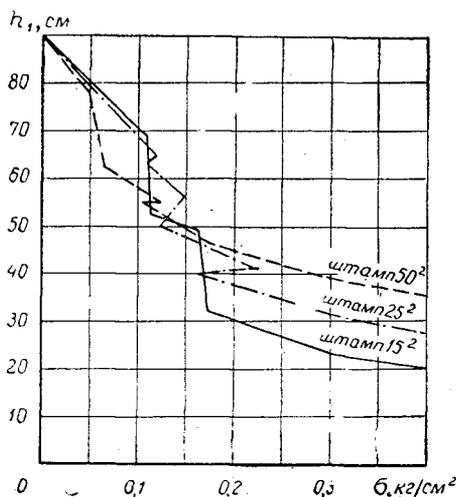


Рис. 7.

заключается в следующем. Подплунжерная фигура, погружаясь, раздвигает и уплотняет окружающий снег. Чем сильнее сопротивление снега, тем большее усилие требуется для ее внедрения. Из рис. 2 видно, что слои снега у земли имели повышенную плотность, а следовательно, и повышенное сопротивление внедрению подплунжерной фигуры. Если у больших штампов только вершина ее в конце пути попадала в слой плотного снега и встречала повышенное сопротивление продвижению, то у меньших штампов относительное внедрение было большим, и следовательно, большим было и сопротивление.

Анализ полученных данных

При вдавливании в снег ряда штампов, каждый последующий из которых шире предыдущего, зависимость $h_1 = f(\sigma)$ выражается рядом кривых, аналогичных кривым, изображенным на рис. 7. При постоянной величине отношения $\frac{h_1}{m}$ расстояние от оси абсцисс до ветки кривой, соответствующей третьей фазе, будет возрастать пропорционально ширине штампа. Одновременно будет уменьшаться путь погружения штампов во второй фазе (рис. 8). Беря все более широкие штампы, мы должны, в конечном счете, получить такой процесс деформации, при котором вторая фаза будет отсутствовать (кривая OA , рис. 8), то есть снег уплотнится лишь в вертикальном направлении (что, в частности, имело место в опытах Иосиды [4]). При этом отношение глубины снежной целины H к высоте слоя сжатого снега h_1 , будет обратно пропорционально отношению плотностей целины ρ_0 и сжатого снега ρ .

$$\frac{H}{h_1} = \frac{\rho}{\rho_0}. \quad (1)$$

Но поскольку высота слоя сжатого снега (подплунжерной фигуры) пропорциональна ширине штампа m , то есть $h_1 = Cm$, то можно написать

$$m_0 = \frac{H\rho_0}{C\rho}, \quad (2)$$

где m_0 — ширина штампа, при которой прекращается вторая фаза.

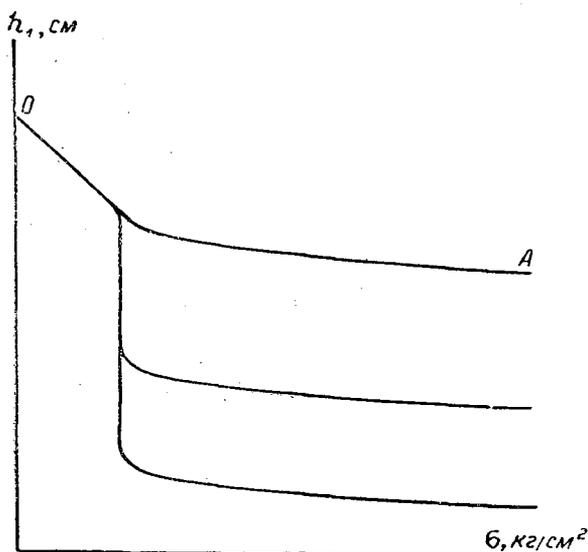


Рис. 8.

При ширине штампа $m > m_0$ и $\sigma = \text{const}$ глубина погружения будет та же, что и при m_0 . Следовательно, уменьшение глубины погружения штампа за счет его уширения (при $\sigma = \text{const}$) возможно в пределах от $m = 0$ до $m = m_0$. Назовем m_0 предельной шириной штампа. Коэффициент C в формуле (2), как указывалось выше, может быть принят $\approx 0,7$. Величина ρ , соответствующая удельному давлению в начале третьей фазы, для снежного покрова в лесу, на основании опытов, примерно равна 0,45; ρ_0 колеблется в пределах от 0,21 до 0,27 (для расчета примем ее равной 0,24). Подставив значения C , ρ_0 и ρ в формулу (2), получим значение предельной ширины штампа

$$m_0 \approx 0,75 H. \quad (3)$$

Проведенные нами в 1960 г. отдельные наблюдения за образованием колеи гусеничной машины, сопровождавшиеся замерами величин элементов колеи и фотографированием на свет вырезанных из нее снежных параллелепипедов, дают основание полагать, что процессы деформации снега гусеницей и штампом тождественны. Поэтому мы покажем, как могут быть использованы данные экспериментов со штампами при определении некоторых параметров снегоходного гусеничного движителя.

Определим необходимую ширину гусеницы, при которой не было бы прессования снега поддоном трактора при заданном клиренсе. Если обозначить ширину гусеницы b , а величину клиренса K , то условием отсутствия прессования снега поддоном будет $H - h_1 \leq K$, заменив h_1 на Cb , получим $H - Cb \leq K$, откуда $b \geq \frac{H-K}{C}$. Подставив вместо C его значение, получим $b \geq 1,4 (H - K)$ (4). «Предельная» ширина гусеницы соответствует примерно $0,75 H$, поэтому формула (4) справедлива лишь для $b \leq 0,75 H$.

Если неравенство (4) не будет соблюдено, то возможно погружение машины в снег на величину, большую клиренса, и прессование снега поддоном. В приведенном в начале статьи примере буксировки трактора ТДТ-60 по целине глубиной 90 см прессование снега поддоном состав-

ляло 8 см. На рис. 7 видно, что погружение на 8 см от поверхности соответствует давлению $0,04 \text{ кг/см}^2$. Площадь поддона трактора ТДТ-60 равна приблизительно $6,5 \text{ м}^2$. Суммарная реакция снега на поддон будет равна $0,04 \times 6,5 \times 10\,000 = 2600 \text{ кг}$, что уменьшит сцепной вес трактора на 27%. Принимая ориентировочно коэффициент трения поддона о снег $\mu = 0,2$, получим силу трения 520 кг. Таким образом, из общего сопротивления движению (3270 кг) 16% приходилось на долю сопротивления трения снега о поддон. Для того чтобы исключить прессование снега поддоном в рассматриваемом случае, сохранив клиренс 500 мм (без учета высоты грунтозацепов), следовало, согласно формуле (4), иметь гусеницу шириной $b = 1,4$ ($H - K$) = $1,4 \cdot 40 = 56 \text{ см}$.

При заданной ширине гусеницы можно сделать аналогичный расчет величины клиренса или рассчитать максимальную глубину снегового покрова, по которому может пройти трактор, не задевая поддоном за снег. Вместе с тем, полученные результаты позволяют дать приблизительную количественную оценку сил, возникающих при прессовании снега поддоном в зависимости от глубины погружения последнего в снег.

Выводы

1. Эксперименты показали, что процесс деформации снега при погружении в него штампа может состоять из одной, двух или трех фаз, в зависимости от ширины штампа, глубины и плотности снега и величины удельного давления на штамп.

2. В процессе, состоящем из трех фаз, глубина погружения штампа при постоянном удельном давлении на него обратно пропорциональна его ширине, а толщина слоя снега под штампом в начале третьей фазы равна приблизительно 0,7 ширины.

3. Увеличение удельного давления в третьей фазе деформации слабо влияет на увеличение глубины погружения штампа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Г. Гмошинский. Проходимость зимних дорог автотранспортом. Труды совещания по проходимости колесных и гусеничных машин по целине и грунтовым дорогам, М., 1948. [2]. М. Х. Пигулевский. Физико-механические свойства рыхлых дорожных материалов. М., 1929. [3]. В. В. Соколовский. Статика сыпучей среды. Госстройиздат, 1954. [4]. Z. Yosida. Physical Studies on Deposited Snow. Contributions from the Institute of Low Temperature Science, N. 9, Sapporo, 1956.

Поступила в редакцию
25 ноября 1960 г.

ИСКУССТВЕННЫЕ НАЛЕДИ КАК РЕГУЛЯТОР СТОКА РЕК С МАЛЫМ ВОДОСБОРОМ

В. Е. СЕРГУТИН

Кандидат технических наук

(Институт леса и древесины СО АН СССР)

Неравномерность распределения стока по времени на реках с малым и средним водосбором в районах Урала, Алтая, Восточной Сибири и Забайкалья часто вызывает дефицит его в летние месяцы и лимитирует его использование для нужд народного хозяйства. В зимние месяцы, наоборот, большая часть воды теряется бесполезно. Это положение может быть исправлено созданием в верховьях рек искусственных наледей, которые, аккумулируя сток в зимнее время, перераспределяют его на лето с целью использования для лесосплава, увлажнения, лесопосадок, обводнения местности и предотвращения засухи, для орошения, создания прудов и водоемов.

В настоящее время известны примеры эффективного использования зимнего стока, накопленного в наледях. Так, искусственные наледи оказывают существенную помощь при проведении лесосплава на реках бассейна Уды-Кудуне, Курбе и др. (Бурятская АССР), притоках Ангары в Иркутской области и в районах Хакасии Красноярского края. Р. Киндерлык (приток Большого Кебежа), протекающая по территории Танзыбейского леспромхоза треста «Хакаслес», до 1959 г. считалась несплавной. Сплавные глубины на ней в бытовом состоянии сохраняются всего 5—6 дней. В 1949 г. сплав на этой реке, имеющей ширину в межень 5—7 м, был проведен с большими трудностями и потерями, хотя на расстоянии 30 км сплавлялось всего 14 тыс. м³, а для поднятия горизонтов воды использовались переносные брезентовые плотины. После этого река была признана непригодной к сплаву. И только в 1959 г., когда в ее верховьях были устроены искусственные наледи, по ней удалось сплавить сразу более 70 тыс. м³ древесины на расстояние 50 км [5].

В последнее время искусственные наледи начали применяться в Хакасии также и для нужд сельскохозяйственной мелиорации — орошения полей в степных маловодных районах в летние засушливые месяцы.

Экономическая эффективность устройства искусственных наледей в сравнении с другими мероприятиями, регулирующими сток на реках с малым водосбором, достаточно высока. Так, по данным Бурятского совнархоза, эксплуатационные затраты на устройство искусственных наледей в верховьях рек бассейна Уды составляют 0,07 коп.* на 1 м³ воды, то есть значительно ниже затрат на строительство средних и даже круп-

* В старом масштабе цен.

ных водохранилищ. Аккумуляция зимнего стока путем намораживания не требует капиталовложений, расхода строительных материалов и затрат квалифицированной рабочей силы.

Несмотря на очевидные преимущества, метод аккумуляции зимнего стока искусственными наледями применяется мало. Причины этого следует искать, прежде всего, в том, что он мало разработан, а устройство наледей проводится без достаточного обоснования.

В специальной литературе имеется лишь несколько работ, где в той или иной мере затрагиваются вопросы целесообразности устройства наледей как регулятора стока рек с малым водосбором. Так, Д. С. Громан [2] утверждает, что возможность создания и длительного хранения ледохранилищ в верховьях рек в летнее время обуславливается основными закономерностями теплового баланса поверхности суши. Составленные по результатам его работ карты норм возможного слоя зимнего намораживания и слоя летнего стаивания доказывают целесообразность создания сезонных и даже многолетних ледохранилищ для большей части территории СССР. По мнению Д. С. Громана, положительное влияние искусственных наледей отразится и на других факторах: выгодном изменении микроклиматических условий засушливых районов, уменьшении максимальных уровней и расходов воды в период половодья, местных повышении уровней грунтовых вод и т. д.

В работе Л. И. Журавлева [3], наряду с описанием устройства искусственных наледей, приводится методика их расчета на сплавных реках. Суть ее в том, что по дополнительному расходу потока, необходимому для сплава заданного объема древесины, определяют объем наледей, которые должны дать недостающий объем воды в реке. Таяние наледей должно соответствовать времени, в течение которого будет сплавляться древесина в объеме, недостающем до планового. Дополнительный расход воды, необходимый для образования наледей, автор предлагает определять как разность между сплавным расходом, при котором возможен сплав без задержек, и бытовым расходом реки для маловодного года 90% обеспеченности.

В. М. Лыло [4] впервые сделал попытку количественного учета объема естественных наледей и определения их влияния на формирование половодья и паводков в горной местности Восточной Сибири. Отметив причины, характер образования и места задегания наледей, автор на примере р. Зун-Мурун (бассейн Ангары, площадь водосбора 4160 км²) установил, что потери воды в наледях, даже без их искусственного намораживания, довольно значительны и могут составлять до 70% общего зимнего стока реки.

Отметим, что для рек Восточной Сибири (бассейны Енисея, Ангары, озера Байкал) зимний сток, который может быть использован в наледях, колеблется в достаточно большом диапазоне. Так, по данным А. Е. Черкасова [6], внутригодовое распределение стока в бассейне Енисея вследствие сложности физико-географических условий территории отличается большим разнообразием. Подземное питание для всех рек этого бассейна составляет от 7 до 42%, зимний сток составляет примерно половину, изменяясь от 3 до 20%. Например, р. Мана (отроги Восточных Саян) имеет зимний сток около 20% от годового и, наоборот, реки Красноярской и Канской лесостепи отличаются низкой зимней меженью в пределах 10% годового стока. В целом для рек бассейна Енисея в отдельные зимние месяцы (с ноября по март) сток составляет от 0,002 до 0,54 среднемесячной нормы.

Анализ существующей литературы показывает, что в ней совершенно не освещен вопрос о том, достаточен ли объем зимнего стока для

увеличения расходов воды в летнее время в зависимости от площадей водосбора реки, среднегодовых расходов, модулей стока и климатических условий местоположения бассейна.

Для решения этого вопроса в лаборатории мелиорации и болото-ведения Института леса и древесины СО АН СССР были проведены расчеты по обоснованию целесообразности устройства наледей на реках с малым водосбором, протекающих на территории Красноярского края, Иркутской области и Бурятской АССР. В расчетах использовался фактический материал Гидрометслужбы по многолетним характеристикам режима рек, летняя межень которых характерна низкой водностью [1].

Методика расчетов заключалась в следующем. На основе средних многолетних данных о расходах реки вычислялся объем зимнего стока, проходящий в выбранном створе с ноября по март. Вычисленный объем накладывался (суммировался) по схематизированному гидрографу на период летней межени в двух вариантах: в течение всего летне-осеннего периода (июнь — октябрь) и только в течение двух месяцев (июнь — июль). Считалось, что во время пика весеннего половодья (конец апреля — май) таяния наледей не происходило. Такой прием несколько схематичен, зато он достаточно просто позволяет выявить возможный объем искусственных наледей в зависимости от объема зимнего стока реки.

Всего в обработку было включено 30 малых рек с водосборами от 4 до 4000 км², среднегодовыми расходами от 0,15 м³/сек (р. Вторая Шестипалиха, Иркутская область, площадь водосбора 1,10 км², среднегодовой модуль стока 37,3 л/сек с 1 км²) до 50 м³/сек (р. Снежная, Иркутская область, площадь водосбора 3000 км², среднегодовой модуль стока 16,9 л/сек с 1 км²). В табл. 1 указываются результаты расчетов по трем рекам Красноярского края и Иркутской области.

Таблица 1

Показатели	Реки		
	Рыбная, Красноярский край	Солбя, Красноярский край	Оса, Иркутская область
Площадь водосбора, км ²	110	446	3550
Среднегодовой модуль стока, л/сек. с 1 км ²	5,7	7,6	2,9
Среднегодовой расход, м ³ /ек.	0,63	3,41	10,5
Зимний сток, % от годового	18,2	14,6	16,3
Годы наблюдений	1946—1955	1946—1955	1933—1955
Расходы, м ³ /сек			
Ноябрь	0,40	1,98	6,07
Декабрь	0,29	1,38	4,67
Январь	0,26	0,90	3,80
Февраль	0,22	0,89	2,98
Март	0,20	0,81	3,13
Апрель	1,00	3,46	18,1
Май	1,38	7,55	24,4
Июнь	0,95	5,80	9,66
Июль	0,73	4,77	13,0
Август	0,76	4,63	14,3
Сентябрь	0,75	5,26	13,3
Октябрь	0,57	3,51	12,4
Отношение зарегулированного рас- хода в июне — июле к бытовому меженному июня — октября	1,90	1,70	2,02
Отношение зарегулированного рас- хода в июне — октябре к бытовому меженному июня — октября	1,36	1,25	1,41

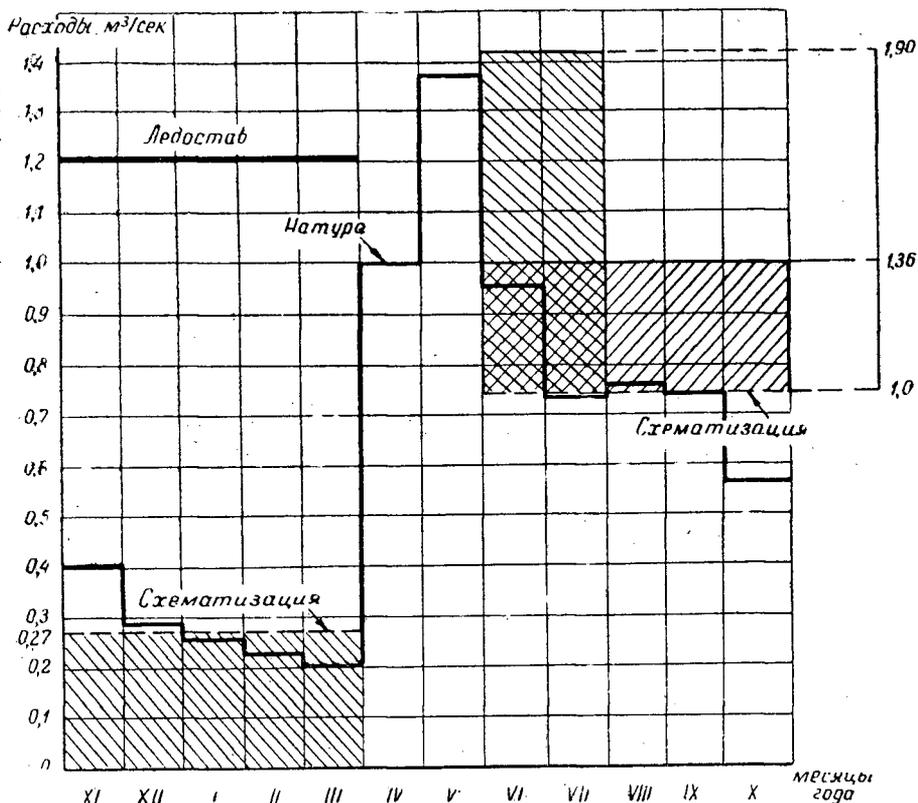


Рис. 1. Схема наложения (суммирования) расходов зимнего стока с расходами летнего периода р. Рыбной по многолетнему гидрографу (створ в с. Вершино-Рыбное, Красноярский край).

На рис. 1 и 2 изображены гидрографы двух рек, типичных для остальных рек этих районов по величинам площадей водосборов, среднегодовым расходам, расходам и модулям стока. В целом результаты регулирования стока рек путем его перераспределения с зимнего периода на летний будут весьма эффективными, даже если относительная доля зимнего стока в его годовом балансе сравнительно невелика (10—15%).

Таким образом, аккумуляция зимнего стока искусственными наледями и последующее распределение стока на лето для рек восточно-сибирского типа создает условия для увеличения меженных расходов на весь летний сезон на 25—50%.

При сохранении во время весеннего половодья запасов льда в наледях возможно выравнивание меженных расходов и доведение их до величин расходов половодья в течение одного — двух месяцев (рис. 1 и 2).

Задачами дальнейших исследований по вопросу эффективности применения искусственных наледей как регулятора стока рек с малым водосбором, по нашему мнению, должны быть: а) определение условий возможности длительного сохранения запасов льда в верховьях рек на территории различных климатических районов путем дальнейшей теоретической разработки и постановки натуральных экспериментов; б) определение эффективности применения дешевых термоизоляционных материалов (хвои, хвороста, соломы и т. д.) для регулирования интенсивности таяния наледей.

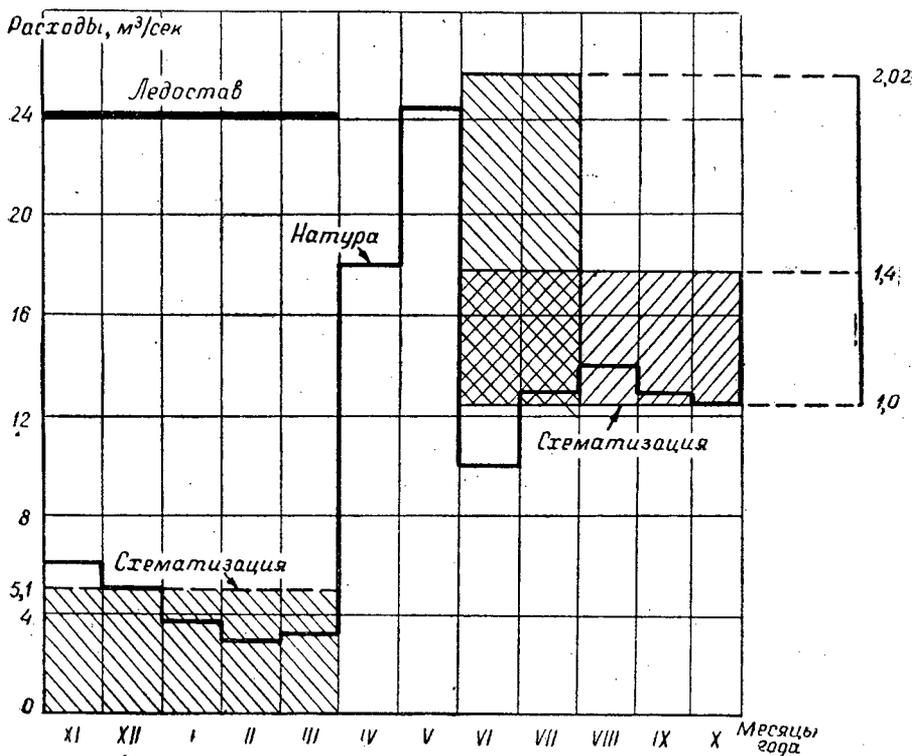


Рис. 2. Схема наложения (суммирования) расходов зимнего стока с расходами летнего периода р. Осы по многолетнему гидрографу (створ в с. Усть-Оса, Иркутская область).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гидрологический ежегодник 1955 г., т. 7, вып. 2—4, Красноярский край, Иркутская область, Бурятская АССР, Гидрометеоздат, Л., 1959. [2]. Д. С. Громан. Регулирование стока рек путем создания естественных ледохранилищ. Тезисы докладов III Всесоюзного гидрологического съезда, секция гидрофизики, Л., 1957. [3]. Л. И. Журавлев. Аккумуляция зимнего стока рек для лесосплава путем намораживания. «Лесная промышленность» № 11, 1951. [4]. В. М. Лыло. Влияние наледей на формирование половодья и лаводков в горной местности Восточной Сибири. Тезисы доклада на конференции по проблемам прогнозов вод суши, ГУГМС при СМ СССР, Гидрометеоздат, (отделение), М., 1959. [5]. В. Е. Сергутин. О сплавных путях в Красноярском крае. Техничко-экономический бюллетень Красноярского совнархоза, 2, 1960. [6]. А. Е. Черкасов. Средний годовой сток, его изменчивость и внутригодовое распределение в бассейне реки Енисей (без Ангары). Труды Ленинградского гидрометеорологического института, вып. 7, изд-во Ленинградского университета, Л., 1958.

Поступила в редакцию
16 февраля 1960 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

**НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ
НА ЛЕСОПИЛЬНО-ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ
ПРЕДПРИЯТИЯХ КАРЕЛЬСКОГО СХ****В. Е. ЛЕВАНОВ**

Аспирант

(Ленинградская лесотехническая академия)

Опыт наиболее развитых капиталистических стран показал, что технологическая щепка из отходов лесопиления и деревообработки может с успехом применяться для получения различных волокнистых материалов. В связи с этим в США для производства технологической щепы в 1957 г. было использовано 10,2 млн. м³ твердых отходов, что составило 10% общей потребности в сырье целлюлозно-бумажных предприятий. В Канаде в 1957 г. из отходов лесопиления было изготовлено 3,76 млн. м³ варочной щепы. В Швеции ежегодно около 2,5 млн. м³ таких отходов употребляется для производства сульфатной целлюлозы и древесно-волоконных плит. Во Франции 36% всех древесных плит получают из отходов лесопиления, а в Западной Германии на эти цели идет 22% общего количества отходов. Кроме того, в Западной Германии около 13,1% твердых отходов лесопиления используется для производства целлюлозы.

В СССР изготовлять технологическую щепку из кусковых отходов на лесопильных и деревообрабатывающих предприятиях и использовать ее как сырье для производства целлюлозы, древесно-волоконных плит и других видов продукции начали только в последние два — три года.

Значительных успехов в этой области достигли предприятия Карельского совнархоза, опыт работы которых показал целесообразность и эффективность организации такого производства. Быстрое развитие технологии древесины и возможность замены балансового сырья (при производстве целлюлозы) и дров (при изготовлении древесно-волоконных плит) технологической щепкой, полученной из кусковых отходов лесопиления и деревообработки, привели к широкому развитию производства щепы на многих предприятиях республики. Кроме того, организация переработки кусковых отходов лесопиления в технологическую щепку позволила упорядочить их удаление из лесопильных цехов, сократила значительное количество рабочих и механизмов, занятых на этой операции, снизила простой лесопильных рам и послужила источником снижения себестоимости производства продукции на предприятиях, использующих щепку как технологическое сырье.

На лесопильных и деревообрабатывающих предприятиях Карельского совнархоза для производства сульфатной целлюлозы в 1958 г.

было использовано всего лишь 7,6 тыс. м³ щепы, а в 1965 г. намечается употребить 622,0 тыс. м³ щепы. Общее количество перерабатываемых отходов лесопиления за 1965 г. составит 830 тыс. м³, из которых 325,0 тыс. м³ пойдет для производства древесных плит.

Об эффективности организации и внедрения такого производства можно судить по следующим данным.

Для производства несортированной технологической щепы на Кемском и Беломорском лесозаводах используются кусковые отходы лесопильных цехов, полученные от распиловки неокоренного пиловочника, по цене 20 руб. за 1 м³ (установлена Управлением целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности Карельского совнархоза). Себестоимость изготовления 1 м³ технологической щепы по данным этих заводов за первое полугодие 1959 г. приведена в табл. 1.

Таблица 1

Статьи затрат	Затраты на производство 1 м ³ щепы по лесозаводам в руб.-коп.	
	Кемскому	Беломорскому
1. Сырье и основные материалы	16—49	20—00
2. Зарплата основная и дополнительная	1—74	3—72
3. Отчисления на соцстрах	0—08	0—17
4. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	1—25	0—97
5. Цеховые расходы	—	0—10
Итого цеховая себестоимость	19—56	24—96
6. Общезаводские расходы	0—85	1—26
Итого фабрично-заводская себестоимость	20—41	26—22
7. Внепроизводственные расходы	3—28	4—15
Всего, полная себестоимость	23—69	30—37

При отпускной цене одного кубометра несортированной технологической щепы 65 руб., рассматриваемые предприятия получили от реализации готовой продукции за этот же период следующую прибыль (см. табл. 2):

Таблица 2

Показатели	Единицы измерения	Лесозаводы	
		Кемский	Беломорский
Отпускная цена единицы готовой продукции	руб.	65,0	65,0
Затраты на производство и реализацию 1 м ³ технологической щепы в том числе железнодорожные расходы	руб.-коп.	35—19	39—77
Прибыль на 1 м ³ реализованной продукции	"	11—50	9—40
на весь объем реализованной продукции	"	29—81	25—23
Рентабельность	тыс. руб.	333,9	375,9
	%	128	83

При этом мы должны заметить, что эффективность производства технологической щепы на лесозаводах еще более подчеркивается незначительным количеством занятых здесь рабочих и малым объемом капиталовложений на его организацию. При различных условиях отгрузки продукции, общее количество занятых на этом производстве рабочих на Кемском лесозаводе 35 чел., на Беломорском 25 чел. Фактические капиталовложения на организацию производства несортированной технологической щепы из отходов неокоренного пиловочника на Беломорском лесозаводе составили 343,2 тыс. руб.

Таким образом, мы видим, что с точки зрения эффективности самого производства щепы целесообразность этого мероприятия совершенно бесспорна. Однако с народнохозяйственной точки зрения целесообразность изготовления любого продукта определяется не только эффективностью его производства, но и эффективностью его производственного потребления. Замена одной формы перерабатываемого сырья другой при любых условиях не может не отразиться в какой-то мере на экономических показателях производственной деятельности предприятий-потребителей.

Главным потребителем технологической щепы в республике является Сегежский ЦБДК. До недавнего времени основная масса древесины, предназначенная для переработки на этом предприятии, поступала исключительно сплавом. Однако за последние годы положение изменилось (см. табл. 3).

Таблица 3

Транспортировка сырья	Поступление древесины на переработку, %	
	1958, фактическое	1959, плановое
I. Балансовая древесина		
железной дорогой	8,0	2,5
водным путем	81,8	41,5
автотранспортом	4,0	—
II. Технологическое сырье		
железной дорогой	—	15,9
водным путем	—	23,3
III. Технологическая щепка		
железной дорогой	6,2	16,8
В с е г о	100,0	100,0
В том числе:		
железной дорогой	14,2	35,2
водным путем	81,8	64,8
автотранспортом	4,0	—

Наблюдается резкое изменение состава сырья, перерабатываемого в целлюлозу. В табл. 4 приведен фактический расход сырья на производство целлюлозы Сегежским ЦБДК.

В табл. 5 показано количество и источники поступления технологической щепы на Сегежский ЦБДК за первое полугодие 1959 г.

При наметившейся тенденции замены балансов другими видами древесины, для нас особый интерес представляет сравнение показателей себестоимости производства целлюлозы по статье «Сырье и основные материалы».

В табл. 6 приводятся затраты комбината на подготовку к переработке на целлюлозу различных видов сырья...

При использовании в качестве сырья привозной щепы комбинат несет дополнительные расходы, которые составляют 5,81 руб. на каждый

кубометр щепы. С учетом этих затрат общие расходы на сырье для производства 1 т целлюлозы составили следующие величины:

При переработке балансов	679,66 руб.
» » технологической щепы	440,16 »
» » технологических дров	614,60 »

Таблица 4

Вид сырья	Расход сырья					
	1958 г.		1959 г.			
	тыс. м ³	%	I квартал		II квартал	
тыс. м ³			%	тыс. м ³	%	
Балансы	544,9	98,6	97,8	53,5	49,6	28,6
Технологические дрова	—	—	15,5	8,5	61,0	35,2
Технологическая щепы	7,6	1,4	17,2	9,5	7,6	4,4
Дрова	—	—	52,0	28,5	54,9	31,8
Итого	552,5	100,0	182,5	100,0	173,1	100,0
То же на 1 т целлюлозы	4,3	—	5,5	—	5,5	—

Примечание. Выработано целлюлозы за 1958 г. — 128 348 т, за I квартал 1959 г. — 33 156 т и за II квартал 1959 г. — 31 389 т.

Таблица 5

Поставщики	Поступило щепы, тыс. м ³		
	всего	на переработку	в отходы
Кемский лесозавод	11,4	10,4	1,0
Беломорский лесозавод	14,5	13,3	1,2
Ильинский лесозавод	8,4	7,5	0,9
Медвежьегорский лесозавод	0,6	0,6	—
Итого	34,9	31,8	3,1

Таблица 6

Показатели	Единицы измерения	Виды сырья		
		баланси	технологическая щепы	технологические дрова
Средняя стоимость 1 м ³ сырья франко-станция Сегежа	руб.	133,31	79,0	85,0
в том числе железнодорожный тариф	"	—	14,0	—
Расходы комбината на подготовку 1 м ³ сырья к переработке	"	—	—	—
лосбиржевые работы	"	11,61	—	11,61
рейдовые работы	"	5,67	—	5,67
подача в древесный цех	"	3,17	—	3,17
подача и уборка вагонов	"	—	3,28	—
выгрузка вагонов	"	—	1,54	—
подача щепы в производство	"	—	2,07	—
Итого себестоимость щепы франко-бункер-варочного котла	руб.	153,76	85,89	105,45
Расход сырья на производство 1 т целлюлозы по действующим нормам	м ³	4,3	4,8	5,6
Стоимость сырья, расходуемого на производство 1 т целлюлозы	руб.	679,66	412,27	614,60

Рассмотрим, как отразилась замена балансового сырья технологической щепой и технологическими дровами на показателях себестоимости производства целлюлозы (см. табл. 7).

Таблица 7

Показатели	Фактические затраты на производство 1 т целлюлозы, руб.-коп.		
	1958 г.	1959 г.	
		I квартал	II квартал
Полная себестоимость 1 т товарной продукции	—	1050—55	789—37
Фабрично-заводская себестоимость 1 т целлюлозы	—	1025—40	777—38
Цеховая себестоимость	849—43	851—46	754—88
В том числе			
1. Сырье и основные материалы			
а) балансы	578—98	412—13	217—85
б) технологические дрова	—	—	170—53
в) технологическая щепка	—	13—56	16—32
г) технологическое сырье	—	47—95	—
д) гидролизная щепка	3—76	23—08	—
е) дрова	—	92—01	106—93
ж) расходы по подаче сырья в цеха	27—47	26—02	22—45
з) прочие основные материалы	127—85	118—44	119—56
Итого по статье 1	738—06	733—19	653—64
2. Используемые отходы	157—08	155—35	146—92
В том числе отходы древесины	2—06	9—53	6—38
Всего за вычетом отходов	580—98	577—84	506—72

Рассматривая структуру переработанного сырья, мы видим, что удельный вес балансовой древесины в общем объеме расходуемого сырья для производства 1 т целлюлозы снизился с 98,5 до 28,6%. При этом средняя стоимость единицы сырья в связи с заменой балансов технологической щепой и технологическим сырьем снизилась с 135,37 руб. до 92,77 руб.

Несмотря на некоторое увеличение удельного расхода сырья, это позволило снизить затраты на производство 1 т целлюлозы по статье «Сырье и основные материалы» с 580,98 руб. до 506,72 руб., или на 12,8%. Экономия от замены балансового сырья технологической щепой будет еще более значительной, если учесть, что постановлением Карельского СНХ от 26/ХІІ-1959 г. № 213 предусмотрено с 1960 г. использование технологической щепы для варки целлюлозы с зачетом 1 м³ щепы за 1 м³ балансов. Если будет организовано производство технологической щепы на лесопильных, деревообрабатывающих и лесозаготовительных предприятиях (кстати, возможности последних в этой области очень велики), то в условиях планового ведения социалистического хозяйства, обеспечивающего ритмичность в снабжении сырьем и сбыте продукции, не будет экономически оправдано сохранение бирж сырья и рейдов, рассчитанных на одновременное хранение большого количества балансовой и дровяной древесины, а также сырьевых цехов по переработке круглой древесины в щепу. Так, в настоящее время на лесобиржевых и рейдовых работах Сегежского комбината, а также на работах

по измельчению балансов и технологических дров в щепу занято 638 рабочих, ИТР и служащих, количество которых при замене балансов щепой может быть значительно сокращено. Кроме того, при переводе комбината на работу с использованием привозной щепы, отпадает необходимость крупных капиталовложений (объем которых по Сегезскому ЦБДК составляет 31252,8 тыс. руб.) на организацию и строительство рейда, лесной биржи и древесно-подготовительного цеха, так как на организацию приемных устройств для привозной щепы требуется всего лишь 1602,5 тыс. руб. Общий же объем капиталовложений, потребный для организации цехов по производству технологической щепы на 14 лесозаводах Карельского совнархоза, составляет 19,9 млн. руб.

Точно такое же положение мы наблюдаем и на Петрозаводском домостроительном комбинате при производстве древесно-волоконистых плит. Замена дров технологической щепой дала возможность сократить затраты по сырью на производство 1 м² изоляционных древесно-волоконистых плит на 0,08 руб. Если при этом еще учесть, что на строительство отделения по переработке дров в технологическую щепу при цехе древесно-волоконистых плит было затрачено 935,1 тыс. руб., а на устройство дробильной станции (при лесопильном цехе) и строительство пневмотранспорта от нее к цеху древесно-волоконистых плит израсходовано 236,6 тыс. руб., то эффективность перевода этого производства на использование технологической щепы будет еще более показательна.

Однако целесообразность изготовления технологической щепы из отходов лесопиления не может определяться только эффективностью ее производства и потребления. Известно, что необходимость внедрения этого производства продиктована появившимися на современном этапе возможностями, использование которых позволяет при неизменных объемах лесозаготовок значительно расширить масштабы деревоперерабатывающих производств, или, что то же самое, при тех же масштабах деревопереработки сократить объемы лесозаготовок (см. табл. 8).

Т а б л и ц а 8

Виды продукции	Единицы измерения	Расход древесных отходов, м ³	Заменяется пиломатериалов, м ³	Сокращается развитие мощностей лесозаготовительных предприятий, м ³
Древесно-стружечные плиты	м ³	1,45	2,5	4,5— 5,0
Древесно-волоконистые плиты	т	2,5	4,0	7,0— 8,0
Строительный картон	"	3,5—4,0	4,0—4,5	7,0— 9,0
Тарный картон	"	3,5—4,0	12,0	18,0—20,0

При этом удельные капиталовложения на создание производства технологической щепы на лесозаводах составляют 20—40 руб. на 1 м³ щепы, а на организацию предприятий по заготовке круглого леса и его переработку в щепу достигают 130—160 руб. на 1 м³ щепы.

Таким образом, из приведенных выше данных видно, какие огромные резервы таит в себе организация производства технологической щепы из отходов древесины и ее использование для получения различных видов продукции.

ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА ЛИНЕЙНОГО РАСШИРЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ОТ ЕЕ ВЛАЖНОСТИ

Т. В. ОГАРКОВА

Кандидат технических наук

(Воронежский сельскохозяйственный институт)

Многие деревянные детали работают в условиях переменного температурного режима, под влиянием которого деформируются.

Древесина увеличивает свои размеры при нагревании и уменьшает при охлаждении. Температурная деформация характеризуется коэффициентом линейного расширения, который определяется по формуле

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l \cdot \Delta T}, \quad (1)$$

где Δl — изменение длины при нагревании его на ΔT° ;

l — первоначальная длина образца до нагревания.

Значения коэффициентов линейного расширения, приведенные в справочниках, даны для древесины, находящейся в абсолютно сухом состоянии. Однако древесина обладает свойством гигроскопичности, поэтому с изменением температуры изменяется и ее влажность. Для нахождения коэффициента линейного расширения влажной древесины была разработана методика, учитывающая поправку на усушку при нагревании. На рис. 1 дана схема прибора для измерения коэффициента линейного расширения древесины. Он представляет собой небольшую кварцевую колбу 1, в двух противоположных стенках которой вырезаны окна 2 для того, чтобы можно было свободно вставить образец. В центре дна колбы имеется выступ в виде кварцевого конуса 3, на который помещается образец древесины. Сверху на образец ставится заостренным концом кварцевый стержень 4; второй конец его упирается в ножку индикатора 5; который винтом 7 с помощью муфты 6, охватывающей горлышко колбы, устанавливается неподвижно по отношению к ней. При помощи этого устройства деформация образца через измерительный стержень передается индикатору.

Прибор со вставленным образцом подвешивается к весам. Во время опыта можно следить за изменением веса образца (а следовательно, и за изменением его влажности) и одновременно за изменением размеров (по индикатору с ценой деления 1 мк).

Во избежание смятия древесины по концам образца впрессовывались металлические кнопки. Кварцевая колба, измерительный стержень и образец находились в термостате, индикатор и весы — вне его. Колба и стержень, хотя и в малой степени, от нагревания также расширились.

Ранее [2] это обстоятельство не учитывалось, что сказывалось на определенных значениях коэффициентов.

Для большей точности опыта температурная деформация прибора была устранена при помощи латунного компенсатора δ , выполненного в виде конусообразного латунного наконечника, приклеенного к концу измерительного стержня. Длина компенсатора подбиралась так, чтобы при определенной разности температур общая температурная деформация прибора равнялась нулю. Правильность показания прибора проверялась тем, что вместо древесины помещались образцы из меди и алюминия, коэффициенты линейного расширения которых известны. Температура воздуха в термостате измерялась термометром, а температура в центре образца — медно-константановой термопарой. Образцы имели длину 3 см, площадь поперечного сечения 1 см². Нагрев производился на 75—80° в течение 15—20 мин.

Для определения действительного значения коэффициента линейного расширения с учетом усушки древесины, полную деформацию образца в процессе нагревания Δl_1 необходимо рассматривать как алгебраическую сумму температурной и влажностной деформаций.

$$\Delta l_1 = \alpha \cdot \Delta T \cdot l + \beta \cdot \Delta W_1 \cdot l, \quad (2)$$

где β — коэффициент усушки древесины;

ΔW_1 — изменение влажности древесины в процессе нагревания.

Если после нагрева поддерживать температуру древесины постоянной, не препятствуя изменению влажности, то будет происходить только лишь влажностная деформация:

$$\Delta l_2 = \beta \cdot l \cdot \Delta W_2, \quad (3)$$

где ΔW_2 — изменение влажности древесины в процессе сушки, когда температура остается постоянной.

Определив β из уравнения (3) и подставив в уравнение (2), получим формулу для определения коэффициента линейного расширения влажной древесины

$$\alpha = \frac{\Delta l_1 + \Delta l_2 \frac{\Delta W_1}{\Delta W_2}}{l \cdot \Delta T}. \quad (4)$$

Отношение изменений влажности $\frac{\Delta W_1}{\Delta W_2}$ можно заменить отношением изменений веса образца в процессе нагрева и сушки древесины (то есть достаточно следить за изменением веса образца во время испытания, не определяя его веса в абсолютно сухом состоянии).

В табл. 1 приведены значения коэффициента линейного расширения древесины с влажностью 8—10%, полученные по описанной методике.

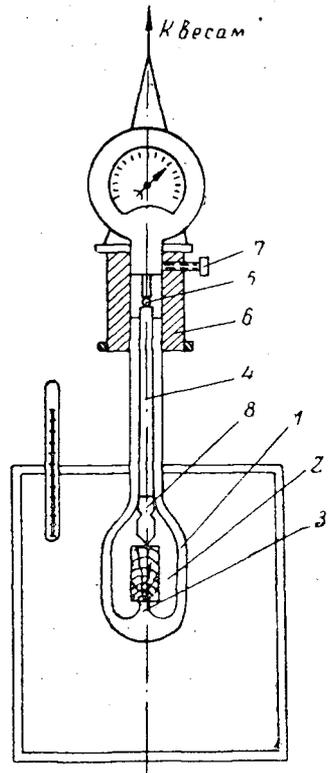


Рис. 1.

Т а б л и ц а 1

Порода	Коэффициент линейного расширения поперек волокон в направлении	
	радиальном	тангентальном
Береза	$27,9 \cdot 10^{-6}$	$33,7 \cdot 10^{-6}$
Сосна	$29,7 \cdot 10^{-6}$	$31,3 \cdot 10^{-6}$
Осина	$26,0 \cdot 10^{-6}$	$35,9 \cdot 10^{-6}$

Для отыскания зависимости коэффициента линейного расширения древесины от влажности ее использовались образцы березы, влажность которых колебалась от нуля до влажности, соответствующей точке насыщения волокна. Коэффициент линейного расширения определялся в направлениях вдоль и поперек волокон (радиальном и тангентальном); для каждого направления испытывалось по 55 образцов.

Требуемая влажность достигалась путем длительного (4—5 месяцев) выдерживания образцов в эксикаторах, в которых за счет различной концентрации серной кислоты поддерживалась определенная влажность воздушной среды.

Так, влажность древесины 5% получалась при выдерживании образцов над 57,8%-ным раствором кислоты в воде, влажность 8—9% — над 43,5%-ным и влажность 26—28% — над 2%-ным раствором.

Для работы применялась кислота с удельным весом $1,84 \text{ г/см}^3$. Температура поддерживалась постоянной около 20°C .

Наблюдение велось путем периодического взвешивания контрольных образцов, влажность и вес которых перед помещением в эксикатор были определены. Для большей точности определялась впоследствии влажность каждого образца весовым способом. Нагревание осуществлялось в термостате в интервале от 20° до 70°C .

В результате статистической обработки данных 55 измерений для натуральной березы в радиальном направлении получено корреляционное уравнение зависимости коэффициента линейного расширения от влажности древесины

$$\alpha = 35 \cdot 10^{-6} - 59 \cdot 10^{-6} W,$$

где W — влажность древесины.

Коэффициент корреляции равен 0,854. Поэтому можно сделать вывод, что между коэффициентом линейного расширения древесины и влажностью ее имеется весьма тесная связь. Отношение коэффициента корреляции к своей средней ошибке равно 22,6 (то есть больше 3), что указывает на достоверность связи, а отрицательная величина его говорит о том, что с возрастанием влажности α убывает.

Результаты измерений коэффициента линейного расширения березы в зависимости от влажности в тангентальном направлении по отношению к годичным слоям представлены корреляционным уравнением

$$\alpha = 41 \cdot 10^{-6} - 45 \cdot 10^{-6} W.$$

Коэффициент корреляции равен 0,721, отношение его к средней ошибке равно 11, что также указывает на достоверность связи.

В табл. 2 даны значения коэффициента линейного расширения березы для различной влажности, вычисленные по приведенным уравнениям.

Анализируя данную таблицу, видим, что с увеличением влажности древесины ее коэффициент линейного расширения уменьшается. Эта

Таблица 2

Влажность древесины в %	Коэффициент линейного расширения поперек волокон в направлении	
	радиальном	тангентальном
0	$35 \cdot 10^{-6}$	$41 \cdot 10^{-6}$
5	$32 \cdot 10^{-6}$	$39 \cdot 10^{-6}$
10	$29 \cdot 10^{-6}$	$36 \cdot 10^{-6}$
15	$26 \cdot 10^{-6}$	$33 \cdot 10^{-6}$
20	$23 \cdot 10^{-6}$	$32 \cdot 10^{-6}$
25	$20 \cdot 10^{-6}$	$30 \cdot 10^{-6}$

зависимость α от влажности существует только в пределах изменения содержания гигроскопической влаги в древесине, то есть от нуля до влажности, соответствующей точке насыщения волокна при конечной температуре нагрева. Выше этой влажности характер изменения размеров древесины при нагревании будет иным.

Одну из причин уменьшения α при увеличении влажности можно объяснить, исходя из строения древесины.

Стенки клеток ее имеют большую внутреннюю поверхность. Гигроскопическая влага существует в древесине в виде молекулярной пленки, образующейся вокруг мицелл, и в виде субмикроскопических жидких прослоек между мицеллами.

Максимальная толщина межмицеллярных прослоек соответствует точке насыщения волокна. Согласно исследованию М. Д. Бойко [1], при увлажнении сухой древесины вода проникает только в межмицеллярные пространства (а не в середину самой мицеллы), что способствует раздвиганию мицелл и разбуханию древесины.

При увеличении влажности древесины мицеллы удаляются друг от друга, и на единицу образца приходится меньшее количество древесинного вещества; отсюда и меньшая температурная деформация единицы длины и, следовательно, меньшее значение коэффициента линейного расширения.

Аналогично изменению механических свойств (прочность, твердость и др.) коэффициент линейного расширения древесины в направлении поперек волокон уменьшается с увеличением влажности. В направлении же волокон, как показали наши опыты [3], коэффициент линейного расширения древесины березы не зависит от влажности. Мицеллы целлюлозы образуют непрерывные ряды, направленные под небольшим углом к оси волокна. При увеличении количества гигроскопической влаги изменяется расстояние между мицеллярными рядами, а в направлении мицеллярных рядов оно остается примерно одинаковым. Следовательно, количество древесинного вещества на единицу длины в направлении волокон не меняется, что обеспечивает независимость от влажности коэффициента линейного расширения в этом направлении.

Несмотря на то, что коэффициент линейного расширения древесины мал по сравнению с коэффициентом усушки, знание его необходимо во многих случаях.

Для сосны в тангентальном направлении при коэффициенте усушки $3000 \cdot 10^{-6}$ и коэффициенте термического расширения $30 \cdot 10^{-6}$ нагреванию на 100° соответствует деформация, которая равна по величине деформации при увлажнении древесины на 1%. В тех отраслях производства, где влажность древесины не должна изменяться больше, чем на 1—2%, для расчета деформаций деталей, подверженных нагреванию или

охлаждению в процессе обработки и эксплуатации, температурной деформацией пренебречь нельзя.

При среднем модуле упругости $10\,000 \text{ кг/см}^2$ охлаждение образца сосны (находящегося в закрепленном состоянии) на 100° вызовет растягивающие напряжения

$$\sigma = E \cdot \alpha \cdot \Delta T = 10^4 \cdot 30 \cdot 10^{-6} \cdot 100 = 30 \text{ кг/см}^2.$$

Это значение близко к пределу прочности сосны при растяжении поперек волокон (33 кг/см^2). При сравнении коэффициента усушки березы вдоль волокон — $5\text{С} \cdot 10^{-6}$ [3] и коэффициента линейного расширения — $10 \cdot 10^{-6}$ видим, что деформация в случае увлажнения древесины на 1% соответствует по величине нагреванию древесины лишь на 5° .

Если производить нагрев закрепленного образца березы на 100° , то в нем возникнут напряжения сжатия (при модуле упругости $100\,000 \text{ кг/см}^2$).

$$\sigma = E \cdot \alpha \cdot \Delta T = 10^5 \cdot 10 \cdot 10^{-6} \cdot 100 = 100 \text{ кг/см}^2.$$

Напряжения будут равны допускаемому при сжатии вдоль волокон (100 кг/см^2).

Таким образом, изучение вопроса о температурных деформациях может иметь практическое значение при разработке систем допусков на обработку деревянных деталей; при разработке систем посадок в случае сопряжения деревянных деталей между собой и в сочетании с другими материалами (представляет интерес расчет зазора между деревянным вкладышем подшипника и валом, а также натяга между деревянным вкладышем и металлическим корпусом подшипника [4]); при расчете температурных и влажностных деформаций и напряжений, возникающих в процессе высыхания или увлажнения древесины и деревянных изделий; при расчете температурных напряжений в растущем дереве. Наблюдаемые морозобоины деревьев указывают, что эти напряжения могут достигать большой величины.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. Д. Бойко. Влияние температурно-влажностного состояния древесины на ее прочность. Гос. изд-во литературы по строительству и архитектуре, 1952.
 [2]. Т. В. Огаркова. Температурные деформации древесины при нагревании. «Деревообрабатывающая промышленность» № 5, 1956. [3]. Т. В. Огаркова. Коэффициент линейного расширения березы. Записки Воронежского сельскохозяйственного института, т. XXVIII, вып. 2, 1959. [4]. Т. В. Огаркова. Температурные и влажностные напряжения и деформации в подшипниковых вкладышах из древесины. «Научные доклады высшей школы», «Лесонинженерное дело» № 4, 1958.

Поступила в редакцию
30 января 1961 г.

ОБ АВАРИЙНОМ РАСХОДЕ РАМНЫХ ПИЛ НА ЛЕСОЗАВОДАХ АРХАНГЕЛЬСКОГО СОВНАРХОЗА

Н. Е. КОНДРАТОВИЧ

Доцент, кандидат технических наук

Ю. И. ЮРЬЕВА

Доцент, кандидат технических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Лесопильные заводы Архангельского совнархоза испытывают систематический недостаток в рамных пилах. В 1957 г. была установлена норма расхода рамных пил при распиловке хвойных пород, равная 0,22 шт. на рамосмену. Однако фактический расход пил значительно превышал эту величину, в связи с чем позднее норма расхода была изменена, и в настоящее время лесопильные заводы снабжаются рамными пилами из расчета 0,28 шт. на рамосмену. Но даже и эта норма практически оказывается недостаточной. Фактический расход рамных пил по всей группе лесопильных заводов Совнархоза (в шт. на рамосмену) выражается следующими цифрами:

Год	1955	1956	1957	1958	1959
Расход пил на рамосмену	0,295	0,340	0,313	0,274	0,280

Можно указать на следующие причины, создавшие такой разрыв между нормируемым и фактическим расходом рамных пил:

1) действовавшие ранее нормы были составлены для пил с разведенными зубьями и таким образом не учитывали особенности работы пил с плющеными зубьями;

2) несколько изменились условия выкатки и хранения пиловочных бревен на складах сырья.

О характере влияния плющения зубьев на расход рамных пил мнения противоречивы. Согласно исследованиям Д. С. Рожкова* расход рамных пил при плющении по сравнению с разводом зубьев снижается на 35%. Производственные данные говорят об обратном.

Изменение условий выкатки и хранения пиловочного сырья могло сказаться на изменении величины непроизводительного, так называемого аварийного расхода (обрыв пил, обрыв и фуговка зубьев пил). Аварийный расход определен ЦНИИМОДом** в размере 15% от нормального расхода. В последние годы случаи аварий с пилами значи-

* Д. С. Рожков. Плющение зубьев рамных пил. Ж. «Лесная промышленность» № 6—7, 1952.

** Д. С. Рожков. Научный отчет по теме № 66 «Нормы расхода режущего инструмента в лесопильном и ящичном производствах», ЦНИИМОД, 1936.

тельно участились. Однако фактический размер аварийного расхода известен не был. Кафедра «Станки и инструменты» АЛТИ в связи с работой по нормированию расхода дереворежущего инструмента занималась этим вопросом. В течение 1959—1960 гг. были проведены наблюдения за аварийным расходом рамных пил на ряде лесозаводов Архангельска, причем для получения более достоверных данных наблюдения на каждом заводе велись в течение шести месяцев.

Обработка результатов наблюдений позволила установить, что аварийный расход рамных пил значительно выше нормативов, установленных ЦНИИМОДом. Результаты, характеризующие аварийный расход по отдельным заводам, приведены в табл. 1, а по причинам, вызывающим износ, — в табл. 2.

Таблица 1

Лесопильный цех	Аварийный расход рамных пил в %	
	к общему расходу	к нормальному расходу
СБДК	45,0	90,0
ЛДК № 4	23,2	33,9
ЦЛДК	22,4	29,8
ЛДК № 1	28,7	45,5
Л/з № 2	33,6	55,4
В среднем	30,0	51,0

Таблица 2

Лесопильный цех	Аварийный расход (в % к общему аварийному расходу) по причине		
	обрыва пил	обрыва зубьев	фуговки зубьев
СБДК	15,3	73,0	11,7
ЛДК № 4	54,5	27,3	18,2
ЦЛДК	19,3	75,8	4,9
ЛДК № 1	34,5	58,0	7,5
Л/з № 2	59,2	34,0	6,8
В среднем	36,6	53,6	9,8

Анализ результатов показывает, что аварийный расход рамных пил вызывается, в основном, обрывом полотен и зубьев пил. Установлено, что основной причиной аварий инструмента является наличие в бревнах инородных металлических предметов — скоб, гвоздей и т. п. При этом необходимо отметить, что наибольшее число аварий падает на октябрь—ноябрь, когда осуществляется переход с летней распиловки на зимнюю, и февраль—март, в течение которых в лесопильный цех поступает пиловочник, собираемый со всей территории биржи при ее подчистке (в том числе прокладки).

Кроме того, аварии происходят в результате появления трещин в основании впадин зубьев, вызываемых глубокими следами зажимов ручных плющилок или плющильного станка, несоблюдения профилировки зубьев, определяемой ГОСТом 5524—55 (увеличенная высота зубьев и т. п.), чрезмерного натяжения пил, а также применением узких (до 70 мм) полотен пил.

Пилы шириной ниже нормальной приходится ставить из-за перерасхода фондов, который происходит вследствие повышенного аварийного расхода.

Из-за частой замены пил постава лесопильные рамы простаивают, в результате чего значительно снижается производительность цехов.

В связи с этим необходимо обратить серьезное внимание на устранение причин, вызывающих аварии инструмента.

В первую очередь следует исключить возможность подачи в лесопильную раму бревен с металлическими включениями. Это может быть обеспечено применением металлоискателей, которые уже выпускаются нашей промышленностью. Окорка бревен перед распиловкой, осуществляемая на отдельных заводах, также позволит уменьшить непроизводительный расход пил. Большое значение в сокращении аварийного расхода пил имеет правильная организация работ по выкатке бревен и раскатке штабелей.

Необходимо изменить существующие способы выкатки бревен и раскатки штабелей, исключив применение для этой цели крепежных сксб, которые при небрежной работе отламываются и остаются в бревне.

Для уменьшения возможности аварий необходим также строгий контроль за подготовкой инструмента и установкой его в раму. Профилировка зубьев и вальцовка полотна должны осуществляться в соответствии с существующими нормативами. Натяжение пил не должно быть чрезмерным, так как помимо обрыва их это может привести к поломке поперечин пильной рамки.

Действующая в настоящее время норма расхода рамных пил сложилась, исходя из фактической потребности лесопильных заводов в пилах и включает в себя полную величину аварийных потерь.

В создавшихся условиях простое уменьшение нормы расхода пил без осуществления соответствующих мероприятий ничего, кроме увеличения простоев рам из-за недостатка пил, лесопильным заводам не даст.

Однако такое положение дальше продолжаться не может. Лесопильные заводы должны приложить усилия к снижению своих потребностей в пилах и доведению их до нормальных размеров.

Из всех перечисленных выше мероприятий, направленных на сокращение аварий с пилами, улучшение организации инструментального хозяйства может быть осуществлено без особых затрат силами самих лесопильных заводов.

Остальное же потребует уже затрат и средств, и времени.

Сейчас невозможно указать, какой эффект обеспечит внедрение того или иного мероприятия.

В норму расхода пил должна быть включена минимальная величина аварийного расхода, без которого заводы действительно не смогут обойтись.

Для того, чтобы установить истинную величину неизбежных аварийных потерь пил, на каждом лесопильном заводе вместе с мероприятиями, направленными на снижение аварий с пилами, следует организовать и учет этих аварий. Наличие такого учета поможет более точно обосновать норму аварийного расхода и норму расхода в целом. Это, в свою очередь, позволит обеспечить правильное планирование изготовления рамных пил и снабжения ими лесопильных заводов и изжить систематическую нужду заводов в этом инструменте.

Поступила в редакцию
24 декабря 1960 г.

ДИНАМОМЕТР С ИНДУКТИВНЫМ ДАТЧИКОМ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УСИЛИЯ РЕЗАНИЯ ПРИ ЛУЩЕНИИ И ТОЧЕНИИ ДРЕВЕСИНЫ

В. Н. ФЕЛЕЩУК

Ассистент

(Львовский лесотехнический институт)

Для измерения усилий при обработке древесины резанием в настоящее время все шире используются электрические способы.

В данной статье описывается разработанный автором сравнительно простой электрический метод измерения вертикальной составляющей усилия резания при лущении и точении древесины. Сущность его состоит в следующем.

1. Механическая величина (усилие резания) измеряется непосредственно динамометром ДК-1.

2. Механическая величина преобразуется в электрическую при помощи дифференциального индуктивного датчика с мостовой измерительной схемой.

3. Электрическая величина регистрируется в шлейфном магнито-электрическом осциллографе МПО-2.

Общий вид модернизированного автором динамометра ДК-1 представлен на рис. 1. Корпус 1 динамометра связан с державкой 2 торсионным бруском 3 квадратного сечения. В державке закрепляется резец или резцедержатель 5 с резцами.

Под действием вертикальной составляющей усилия резания, приложенной к резцу, торсионный брусок закручивается, а конец планки, приваренной к державке в ее нижней части, приподымается. У динамометра ДК-1 это перемещение фиксируется через гидравлический демпфер индикатором.

В модернизированном динамометре к планке прикрепляется якорь дифференциального индуктивного датчика 4, размещаемого с торца динамометра.

Если лезвие резца установлено по центру торсионного бруска и в процессе резания весьма незначительно отклоняется от этого положения, то вертикальное перемещение планки с якорем вызывается действием вертикальной составляющей усилия резания. Все другие составляющие вызывают только горизонтальное перемещение планки от изгиба бруска. При значительных сечениях бруска и малых усилиях величиной этого перемещения можно пренебречь.

Для исследования процесса лущения был изготовлен специальный резцедержатель. На его передней постели закрепляется нож, отклоненный от вертикали на угол резания, на верхней — прижимная линейка. Угол между ними составляет 84° ; при необходимости этот угол можно

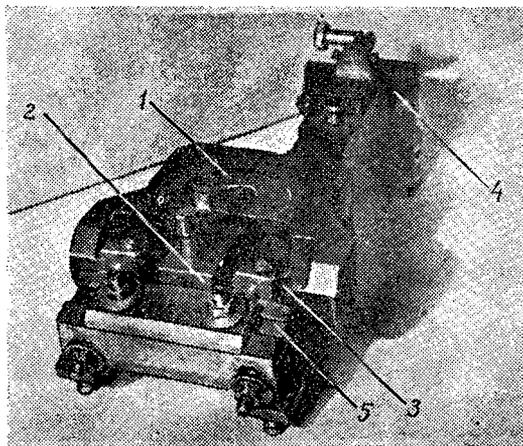


Рис. 1. Динамометр с резцедержателем для замера усилий при лущении.

изменить. Ребро между постелями устанавливается по центру торсионного бруска, а нож — на одном уровне с ребром резцедержателя. Положение лезвия ножа относительно оси шпинделей регулируется при установке динамометра на суппорте станка.

Для исследования использовался токарный станок по металлу; образцы древесины закреплялись в специальных кулачках.

При выбранном способе измерения усилия резания конструкция динамометра должна обеспечить соблюдение следующих условий.

1. Смещение ножа от закручивания бруска под действием силы резания должно быть весьма незначительным. В противном случае это вызвало бы искажение заданных условий (положение лезвия ножа относительно оси шпинделей, угловые параметры резания, толщина стружки и степень обжима при лущении).

2. Вертикальное перемещение якоря индуктивного датчика, связанного планкой с торсионным бруском, не должно превышать 0,10—0,15 мм (то есть величину, допустимую для нормальной работы данного типа датчиков).

3. Частота собственных колебаний упругой подвижной части динамометра (торсионного бруска с планкой и резцедержателя с резцом) должна в 5—10 раз превышать частоту внешнего возмущения от усилия резания или упругий элемент должен обладать высокой степенью успокоения собственных колебаний.

При использовании динамометра ДК-1 с поперечным сечением торсионного бруска 20×20 мм, вылетом резца 40 мм и усилием резания 80 кг первые два условия соблюдаются, так как смещение лезвия ножа не превышает 0,02 мм, а вертикальное перемещение планки у торца динамометра — 0,10 мм.

С используемым при лущении резцедержателем и с измененной планкой частота собственных колебаний подвижной системы динамометра была доведена до 400 гц.

При других усилиях резания величину смещения резца и перемещения планки с якорем можно подобрать соответствующим изменением сечения торсионного бруска или длины планки. Так, например, при использовании динамометра ДК-1 для исследования процесса точения древесины сечение торсионного бруска следует уменьшить до размера 12×12 мм, сохранив длину установленной планки.

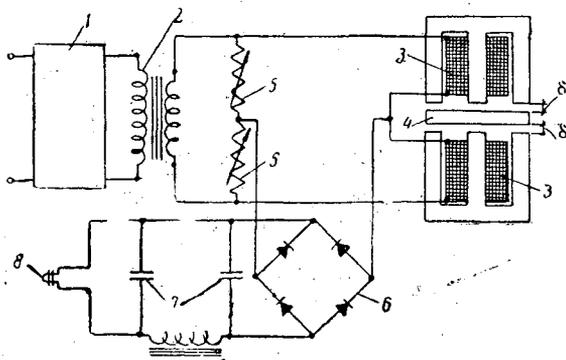


Рис. 2. Электрическая схема динамометра (вариант с питанием от сети в 50 гц).

1 — стабилизатор напряжения; 2 — трансформатор;
3 — катушка дифференциального датчика; 4 — якорь датчика; 5 — переменные сопротивления; 6 — выпрямитель;
7 — фильтр; 8 — вибратор.

В качестве электрического преобразователя динамометра выбран индуктивный дифференциальный датчик с мостовой измерительной схемой. Этот тип датчика и измерительная схема обеспечивают достаточно большое выходное напряжение, не требующее последующего усиления для записи на шлейфном осциллографе; взаимную компенсацию влияния на датчик окружающей среды (температуры и влажности воздуха), частоты питающего напряжения и электромеханических усилий, действующих на якорь; прямолинейность тарировочного графика при достаточной чувствительности и стабильности.

Два плеча измерительного моста (рис. 2) составляют катушки дифференциального датчика, а в двух других установлены активные переменные сопротивления. Мост можно питать напряжением от генератора звуковой частоты или напряжением промышленной частоты в 50 гц через стабилизатор. В первом случае при достаточной несущей частоте тока возможны записи быстро протекающих неустановившихся процессов резания. При лущении с обжимом процесс резания можно считать установившимся. (Это допускало использование для данного случая варианта с питанием датчика напряжением частотой 50 гц).

Сердечники и якорь датчика набирались из пластинок трансформаторной стали. От катушек были сделаны выводы для подключения различного числа витков. Особое внимание обращалось на симметричность датчика (равенство активных сопротивлений и индуктивностей, одинаковые соединительные провода).

Способ крепления датчика давал возможность с большой точностью изменять воздушные зазоры между якорем и сердечниками. Эти зазоры устанавливались в пределах от 0,1 до 0,5 мм. Перемещение якоря составляло не больше 20—30% от начального зазора (что и требуется для данного типа датчика).

Чувствительность датчика для различных диапазонов нагрузки регулировалась изменением числа витков катушки, питающим напряжением или воздушным зазором.

Для записи усилия резания в магнитоэлектрическом осциллографе МПО-2 напряжение, получаемое при выходе измерительного моста, выпрямлялось купроксными выпрямителями двухполупериодной мостиковой схемы Греча. Фильтр, введенный в схему, уничтожает мелкие пульсации записи, не искажая модулирующих частот. Записи осуществлялись с помощью вибраторов типа V и VIII с частотой собственных колебаний в

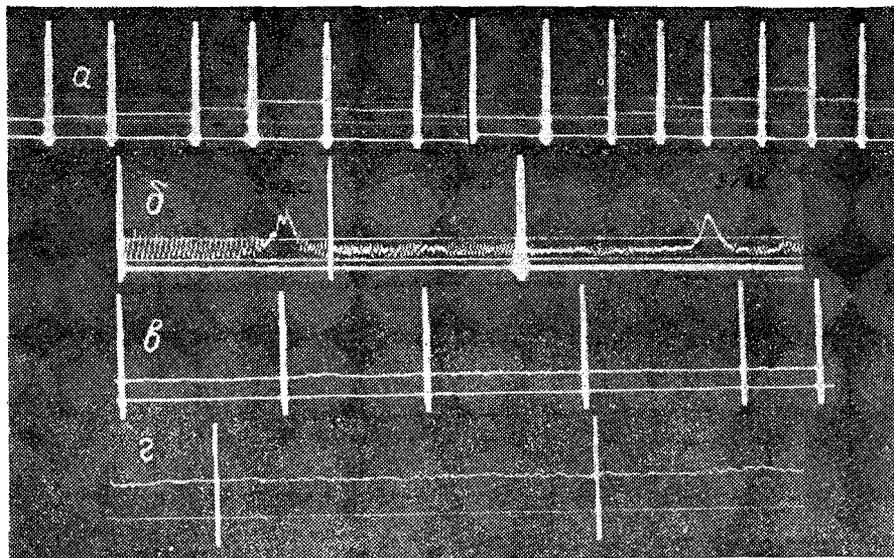


Рис. 3. Осциллограммы усилия резания при лущении древесины.

а — тарировка усилия резания; *б* — усилие резания при лущении без обжима березового шпона толщиной 1,5; 2,0 и 3,0 мм; *в* — лущение березового шпона толщиной 1,5 мм с обжимом 20%; *г* — то же, букowego шпона.

воздухе соответственно 2000 и 1200 гц и максимальной амплитудой тока 6 и 1,6 ма.

На рис. 3 показаны образцы осциллограмм, полученных с использованием описанного выше динамометра при исследовании процесса лущения. (На осциллограмме *б* пики усилия вызваны резанием сучка).

Тарировка динамометра (в начале и в конце каждого эксперимента) осуществлялась непосредственно на станке. Это устраняло дополнительный источник погрешностей, связанный с переустановкой датчика при его отдельной тарировке. Схема тарировки показана на рис. 4.

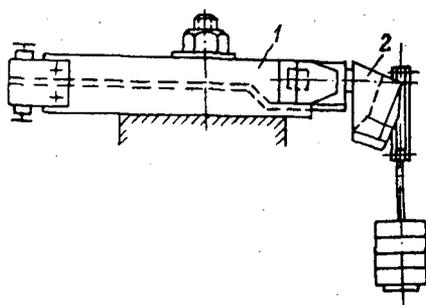


Рис. 4. Схема тарировки динамометра.

1 — динамометр; 2 — резцедержатель с тарировочной планкой.

Тарировочный график представлен на рис. 5. Нелинейность графика вблизи положения баланса объясняется неуравновешенностью сопротивлений и влиянием выпрямителей. Но это обстоятельство не имеет существенного значения, так как рабочий диапазон измерения располагается значительно выше точки баланса на прямолинейном участке графика.

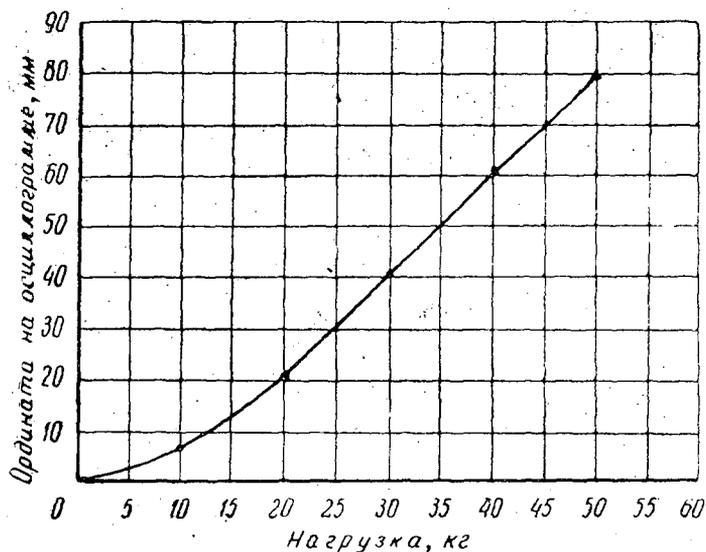


Рис. 5. Тарировочный график.

Работа схемы возможна также и с некоторой начальной разбалансировкой, что позволяет иметь прямолинейный график и в области малых нагрузок.

Для практических расчетов необходимо знать средние значения усилия резания, то есть средние значения ординат из записываемых графиков. Средняя ордината определялась по увеличенным в 10 раз отдельным кадрам полученных осциллограмм. Для этого площади исследуемых графиков, замеренные планиметром, делились на основание графика. По полученным ординатам и тарировочным графикам определялись значения усилия резания.

Описанный метод применялся во Львовском лесотехническом институте для замера усилий при лущении и точении древесины и точении металлов.

Поступила в редакцию
30 ноября 1960 г.

ИСПЫТАНИЕ ПРИБОРА ДЛЯ КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРА АНТИСЕПТИКА

В. Д. ИВАНОВ

Доцент, кандидат технических наук

Н. П. ФЕДЫШИН

Старший преподаватель

(Архангельский лесотехнический институт)

На лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях значительная часть пиломатериалов проходит атмосферную сушку на открытых складах (биржах). Для предохранения древесины от поражения грибами синевы (опасность которого возникает в теплый летний период года) пиломатериалы следует подвергать защитной обработке — антисептированию.

В СССР в качестве антисептика для поверхностной обработки используется предложенный ЦНИИМОДом препарат ГР-48-Ф, выпускаемый в виде порошка.

Антисептирование производится путем погружения пиломатериалов в ванну с водным раствором антисептика.

В зависимости от времени антисептирования и состояния погоды ЦНИИМОДом рекомендуются следующие концентрации раствора (см. табл. 1).

Таблица 1

Время антисептирования	Концентрация раствора в % при		
	устойчивой сухой погоде	проходящих дождях	затяжных дождях
Май, июнь	0,5	0,8	1,0
Июль, август	0,5	1,0	1,5
Сентябрь, октябрь	0,5	0,8	1,4

При особо неблагоприятных условиях крепость раствора может быть доведена до 2%.

С величиной концентрации раствора, помимо степени его защитного действия, связан расход антисептика.

Поэтому очень важным является контроль концентрации как при приготовлении раствора, так и при его использовании.

Особенно необходим контроль концентрации тогда, когда рабочий раствор готовится непосредственно в ванне антисептирования. Рас-

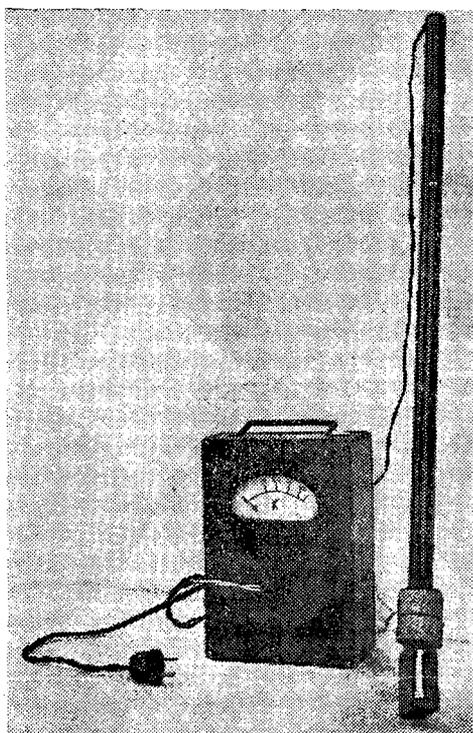


Рис. 1. Общий вид переносного прибора для контроля концентрации раствора антисептика ГР-48-Ф.

вод проходит внутри трубки из винилпласта и заканчивается вилкой, вставляемой в гнезда, смонтированные в корпусе прибора. В качестве измерительного прибора использован миллиамперметр на 1500 *ма*, шкала которого заменена другой — градуированной в процентах концентрации раствора (от 0 до 1,5%).

На рис. 2 показана электрическая схема прибора, из которой видно, что принцип действия его основан на изменении силы тока, протекающего через раствор различной концентрации.



Рис. 2. Электрическая схема прибора для контроля концентрации раствора.

1 — ванна с раствором антисептика;
2 — датчик; 3 — измерительный прибор (миллиамперметр);
2 — трансформатор.

ход раствора антисептика в этих случаях (например, СБДК, ЛДК-6 и др. Архангельского совнархоза) выполняется добавлением в ванну определенного количества препарата. Для определения потребного количества препарата на предприятиях пользуются вспомогательными таблицами. Однако величина фактической концентрации раствора из-за отсутствия средств контроля не проверяется.

Студентом-дипломантом факультета механической технологии древесины Архангельского лесотехнического института Б. Л. Фейгенбергом совместно с работником Соломбальского бумажно-деревообрабатывающего комбината П. А. Поткиным разработан и изготовлен прибор для контроля концентрации раствора антисептика (в двух вариантах: один — переносный, второй — стационарного типа; схемы их аналогичны), общий вид его дан на рис. 1.

Прибор состоит из двух частей: датчика и измерительного узла. Датчик выполнен в виде двух стальных пластин, к которым припаяны концы двужильного провода. Пластины закреплены на конце, а провод проходит внутри трубки из винилпласта и заканчивается вилкой, вставляемой в гнезда, смонтированные в корпусе прибора. В качестве измерительного прибора использован миллиамперметр на 1500 *ма*, шкала которого заменена другой — градуированной в процентах концентрации раствора (от 0 до 1,5%).

Для градуировки и проверки прибора подобраны нагрузочные сопротивления.

Переносный и стационарный приборы для контроля концентрации раствора антисептика были опробованы в производственных условиях на СБДК в летний сезон 1959 г. В связи с рядом вопросов, возникших при этом, в октябре — ноябре 1959 г. кафедрой лесопиления АЛТИ были организованы лабораторные испытания прибора.

Прибор для контроля концентрации раствора антисептика ГР-48-Ф испытывался в конструктивном исполнении, применявшемся

ся на заводе *. Раствор антисептика ГР-48-Ф приготавливался по весовому способу (в соответствии с инструкцией ЦНИИМОДа) из различных партий препарата, изготовленных в феврале 1956 г., августе 1958 г. и марте 1959 г. Для приготовления растворов использовалась водопроводная вода. При приготовлении и перед измерением концентрации раствор перемешивался. Растворимость препарата проверялась визуально. Объем пробы для опыта был от 1 до 3 л. Для проверки прибора применялись растворы с концентрациями 0,75; 1,0 и 1,25 %.

Пробные растворы сохранялись в течение семи дней и подвергались ежедневному контролю с помощью прибора. На основании предварительных опытов производилась проверка влияния температуры на растворимость антисептика и концентрацию его раствора. При измерении прибором концентрации раствора одновременно контролировалась термометром его температура. Для обеспечения постоянства напряжения прибор включался в сеть через автотрансформатор с вольтметром.

Проведенные опыты показали, что при создании прибора авторы не учли влияния чистоты пластин датчика и температуры раствора антисептика на точность его показателей. Чтобы избежать ошибок, необходимо систематически очищать пластины от налета, протирая их бумагой и тряпочкой; при определении концентрации раствора следует одновременно измерять температуру его, а к прибору приложить график поправочных коэффициентов на температуру.

При измерении растворов одинаковой концентрации, полученных из препаратов, изготовленных в разное время, обнаружилась некоторая разница в показаниях прибора. Поэтому при измерении концентрации растворов каждой новой партии препарата рекомендуется сверять показания прибора по раствору известной концентрации и вносить соответствующие поправки.

На основании проведенных испытаний можно сказать, что прибор для контроля концентрации раствора препарата ГР-48-Ф, разработанный тт. Поткиным и Фейгенбергом, обеспечивает достаточную для практических целей точность показаний концентрации раствора и может быть рекомендован для промышленного использования.

Проведенные испытания одновременно указали на необходимость некоторого усовершенствования прибора. Следует заменить луженые пластины датчиков пластинами из нержавеющей стали, изменить параметры трансформатора, ввести в прибор дистанционный термометр. К прибору необходимо приложить график поправочных коэффициентов на температуру раствора, инструкцию по подготовке и применению прибора и т. п.

Считаем, что базируясь на конструкции прибора, предложенного тт. Фейгенбергом и Поткиным, необходимо создать новый, с учетом предложений авторов данной статьи.

Так как принципиальная схема прибора может быть применена и для контроля растворов ряда минеральных антисептиков (в частности, фтористого натрия), необходимо провести дополнительные опыты, а результаты их также учесть при проектировании нового прибора.

* В работе по испытанию прибора принимали участие зав. кафедрой лесопиления АЛТИ доц. В. Д. Иванов, ст. преподаватель кафедры древесиноведения АЛТИ Н. П. Федышин, член студенческого научно-технического кружка при кафедре лесопиления студ. Темкина и авторы прибора П. А. Поткин и Б. Л. Фейгенберг.

ДЛИТЕЛЬНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ ПРИ СКАЛЫВАНИИ ВДОЛЬ ВОЛОКОН

Н. Л. ЛЕОНТЬЕВ

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук
(ЦНИИ механической обработки древесины)

Экспериментальное исследование длительного сопротивления древесины ели при скалывании вдоль волокон (по радиальной плоскости) проводилось в ЦНИИМОДе с 1950 г. до 1960 г. За десятилетний период были выдержаны до разрушения образцы под нагрузкой 90, 80, 70, 60, 50 и 40% от разрушающей.

Методика исследования длительного сопротивления древесины описана ранее*, поэтому здесь сообщаются только основные результаты экспериментальных работ**.

Данные о физико-механических свойствах древесины образцов (средние по группам нагрузки) приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Нагрузка, % от разрушающей	Объемный вес		Предел прочности	
	г/см ³	%	кг/см ²	%
90	0,37	97,0	65	100,0
80	0,38	99,4	67	103,0
70	0,38	99,4	60	92,3
60	0,38	99,4	65	100,0
50	0,40	104,6	69	106,1
40	0,38	99,4	61	93,8
Среднее . . .	0,382	100,0	65	1,000

Из таблицы видно, что отклонения от среднего значения того или иного свойства в пределах отдельных групп не превышает 5% для объемного веса и 5—8% для предела прочности. Отклонения находятся в пределах допускаемых, и поэтому древесину ели, взятую для испытаний, в среднем можно считать по своим свойствам практически одинаковой.

Данные о времени разрушения образцов при скалывании вдоль волокон в результате длительного действия нагрузки приводятся в табл. 2.

* Н. Л. Леонтьев. Длительное сопротивление древесины. Гослесбумиздат, М.-Л., 1957.

** Все экспериментальные работы выполнены при непосредственном и постоянном участии младших научных сотрудников ЦНИИМОДа А. И. Иванова и В. К. Енговатовой, которым автор выражает глубокую благодарность за помощь.

Таблица 2

Нагрузка, % от разрушающей	Время выдержки образцов под нагрузкой, сут		Влажность %	
	среднее	колебания	в начале опыта	в конце опыта
90	0,07	0,00—0,24	13,7	13,7
80	0,13	0,00—0,60	13,8	13,8
70	23,4	0,11—72,0	14,0	14,8
60	68,9	20,1—102,5	16,0	14,1
50	272,7	193,9—499,9	11,1	9,9
40	754,8	209,0—1644,0	9,7	10,3

Несмотря на то, что образцы для испытаний были взяты с предельно возможной степенью однородности, время с момента их нагрузки до момента разрушения сильно колеблется.

Различное поведение образцов при длительном действии нагрузки объясняется, во-первых, большой изменчивостью физико-механических свойств древесины парных образцов и, во-вторых, влиянием атмосферных условий.

Обработка данных табл. 2 способом наименьших квадратов показала, что кривая длительного сопротивления древесины ели при скалывании вдоль волокон хорошо выражается уравнением

$$\sigma = -10,43 \lg t + 77,0, \quad (1)$$

где σ — коэффициент длительного сопротивления, %;
 t — время действия нагрузки, сут.

Разница между опытными и вычисленными по уравнению значения коэффициентов длительного сопротивления не превышает 8% и практически не имеет особого значения.

О том, в какой степени кривая длительного сопротивления древесины ели при скалывании вдоль волокон в полулогарифмических координатах приближается к прямой, ясное представление дает коэффициент корреляции между продолжительностью действия силы и коэффициентом длительного сопротивления: $r = -0,956 + 0,035$, то есть прямолинейная зависимость между коэффициентом длительного сопротивления и продолжительностью действия силы для древесины ели при скалывании вдоль волокон близка к математической.

Ранее нами было предложено предел длительного сопротивления древесины определять, пользуясь данными ГОСТа 4631—49 «Показатели физико-механических свойств древесины», по формуле

$$\sigma_t = \sigma_{ст} + \alpha (\lg t_{ст} - \lg t), \quad (2)$$

где σ_t — предел прочности древесины в кГ/см^2 для заданного времени;
 $\sigma_{ст}$ — предел прочности древесины при том или ином виде действия силы по ГОСТу 4631—49 в кГ/см^2 ;
 α — поправочное число кГ/см^2 ;
 $t_{ст}$ — время, необходимое для испытания образцов при стандартной скорости нагружения $t_{ст}$, подсчитывается по формуле $t_{ст} = \frac{P}{v_{ст}}$, где P — разрушающая нагрузка; $v_{ст}$ — стандартная скорость нагружения.

В связи с этим представляет известный интерес сравнение данных, полученных по формулам (1) и (2). Как видно из табл. 3, эти данные оказались близкими.

Таблица 3

Продолжительность действия силы, лет	Значения σ %, вычисленных по формулам		Разница, %
	1	2	
10	39,9	42,5	+2,6
20	36,7	40,2	+3,5
30	34,9	38,7	+3,8
50	33,6	37,8	+4,2
100	29,4	34,6	+5,2

При продолжительности действия силы от 10 до 100 лет разница в величинах коэффициентов длительного сопротивления не превышает 5% и практически не имеет значения.

Таким образом, формула (2), как основанная на большем экспериментальном материале, вполне может быть принята для определения предела длительного сопротивления древесины ели при скалывании вдоль волокон в тех случаях, когда продолжительность действия силы находится в практически применяемом интервале.

Поступила в редакцию
1 марта 1961 г.

К ВОПРОСУ О СТРОЕНИИ И ПРОЧНОСТИ РАННЕЙ И ПОЗДНЕЙ ДРЕВЕСИНЫ ГОДИЧНОГО СЛОЯ ХВОЙНЫХ ПОРОД

В. П. ЛЕВЧЕНКО

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Украинская академия сельскохозяйственных наук)

Вопросам строения и механических свойств древесины посвящено много работ [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10].

В настоящей статье приводятся результаты исследований зависимости механических свойств ранней и поздней зон годичного слоя от микроскопического строения древесины, а также результаты определения прочности стенок трахеид главнейших хвойных пород.

Материалом для работы послужила древесина деревьев I класса роста из свежей субори Тростянецкого лесхоза, Сумской области. Возраст деревьев лиственницы европейской, сосны веймутовой и ели обыкновенной — 53 года, сосны обыкновенной 57 лет. У каждого дерева на высоте 1,3 м от почвы исследовалась древесина пяти годичных слоев (считая от периферии ствола), для чего отбирались образцы на северной, южной, восточной и западной сторонах ствола. Микроскопический анализ древесины проведен на поперечных срезах образцов, изготовленных для определения механических свойств древесины. Такой отбор образцов дал возможность получить сравнимые данные о размерах трахеид, слагающих древесину, определить предел прочности ранней и поздней зон годичных слоев при статическом изгибе и растяжении вдоль волокон, выявить зависимость прочности от микроскопического строения древесины, а также установить предел прочности стенок трахеид при растяжении вдоль волокон.

Измерения трахеид были произведены по негативным фотографиям микроскопических поперечных срезов древесины. Площадь трахеид и площадь их стенок, а также полостей клеток определялись планиметром. Результаты приведены в табл. 1.

Из таблицы видно, что радиальный диаметр трахеид ранней зоны годичного слоя у лиственницы в 1,5—2 раза больше, чем у других пород; в поздних зонах его различие меньше. Толщина стенок трахеид ранней зоны у всех пород одинакова, но между толщиной стенок трахеид ранней и поздней зон имеются значительные различия. Площадь стенок трахеид у лиственницы больше, чем у других пород. Поверхностная порозность ранних зон древесины лиственницы почти такая же, как у сосны и ели, а поздних зон — меньше. Различие в поверхностной порозности поздних зон обуславливает различную прочность и объемный вес древесины.

Таблица 1

Показатели	Единица измерения	Зона годичного слоя	Лиственница европейская		Сосна обыкновенная		Сосна веймутова		Ель обыкновенная	
			n	M ± m	n	M ± m	n	M ± m	n	M ± m
Диаметр трахеид	μ	ранняя	324	61,3 ± 0,43	320	43,1 ± 0,342	348	43,1 ± 0,404	316	34,1 ± 0,258
			324	23,5 ± 0,220	320	22,0 ± 0,191	302	16,7 ± 0,223	316	17,8 ± 0,167
тангентальный	"	ранняя	324	42,8 ± 0,362	320	35,6 ± 0,305	348	38,3 ± 0,291	316	34,1 ± 0,253
			324	39,3 ± 0,343	370	34,1 ± 0,204	302	35,9 ± 0,290	316	29,2 ± 0,288
Толщина стенок трахеид	"	ранняя	324	3,35 ± 0,034	320	3,12 ± 0,032	348	3,45 ± 0,040	316	2,95 ± 0,345
			324	11,59 ± 0,129	320	8,48 ± 0,091	302	6,55 ± 0,074	316	6,35 ± 0,071
тангентальных	"	ранняя	324	3,45 ± 0,026	320	3,45 ± 0,032	348	3,69 ± 0,035	316	2,96 ± 0,031
			324	9,45 ± 0,068	320	7,43 ± 0,087	302	4,70 ± 0,069	316	5,74 ± 0,036
Площадь трахеид	μ ²	ранняя	324	2415 ± 20,50	320	1379 ± 14,702	318	1447 ± 17,368	316	1075 ± 11,701
			324	839 ± 10,611	320	751 ± 7,882	302	590 ± 8,025	316	520 ± 7,122
* полостей трахеид	"	ранняя	324	1774 ± 29,667	320	931 ± 12,578	348	1017 ± 19,65	316	729 ± 8,888
			324	72,8 ± 1,588	320	134 ± 3,903	302	158 ± 3,592	316	85,8 ± 1,566
* стенок трахеид	"	ранняя	324	650 ± 7,611	320	450 ± 5,714	348	427 ± 5,976	316	345 ± 4,666
			324	769 ± 10,333	320	615 ± 7,614	302	439 ± 7,164	316	434 ± 6,581
Поверхностная порозность трахеид	%	ранняя	324	72,7 ± 0,240	320	67,4 ± 0,306	348	70,1 ± 0,302	316	67,6 ± 0,328
			324	8,57 ± 0,204	320	19,7 ± 0,462	302	26,6 ± 0,440	316	16,5 ± 0,409

Испытания на статический поперечный изгиб и растяжение вдоль волокон производились на малых чистых образцах, изготовленных из ранних и поздних зон годовичных слоев после их разделения.

На статический изгиб испытывались образцы длиной 40 мм, шириной 2,8—3 мм и толщиной 0,75—0,90 мм, а на растяжение — длиной 90 мм (длина рабочей части 14 мм), шириной 1,2—1,4 мм, толщиной 0,75—0,90 мм. Переходная часть образца выполнялась как часть окружности с радиусом 10 мм длиной в 3 мм. Головки образцов определенным образом усиливались. Свободная часть головки равнялась 15 мм.

Испытания на изгиб производились на специально сконструированном приборе. Расстояние между центрами опор принято 15 мм. Диаметр закругления опор и ножа 1,8 мм. Нагрузка прикладывалась посредине между опорами со скоростью 85 кг в минуту в радиальном направлении. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Таблица 2

Порода	Ранняя зона			Поздняя зона				
	количество образцов, шт.	поверхностная порозность, %	средняя толщина стенок трахеид, м	предел прочности при статическом изгибе, кг/см ²	количество образцов, шт.	поверхностная порозность, %	средняя толщина стенок трахеид, м	предел прочности при статическом изгибе, кг/см ²
Лиственница обыкновенная	27	72,7	3,40	658 ± 11,20	26	8,57	10,52	2902 ± 38,68
Сосна обыкновенная	22	67,4	3,29	765 ± 12,03	25	19,7	7,96	1915 ± 42,55
Сосна веймутова	25	70,1	3,57	753 ± 14,16	22	26,6	5,63	1108 ± 40,72
Ель обыкновенная	24	67,6	2,96	754 ± 30,15	26	16,5	6,06	1844 ± 46,81

Снижение предела прочности ранней зоны лиственницы по сравнению с другими породами вызвано, главным образом, уменьшением общей площади стенок трахеид на единицу площади сечения образца (то есть увеличением поверхностной порозности).

Это подтверждает зависимость прочности древесины от количества древесинного вещества в единице объема, то есть от объемного веса. Толщина стенок ранних трахеид не оказала существенного влияния на прочность древесины (толщина стенок трахеид ели на 15% меньше, чем у лиственницы, а предел прочности ранней зоны на 13% выше).

Прочность древесины поздней зоны значительно выше, чем ранней. Отношение предела прочности поздней зоны к пределу ранней зоны составляют следующие величины:

- для лиственницы 4,4
- для сосны обыкновенной 2,5
- для сосны веймутовой 1,5
- для ели 2,5.

Наши данные совпадают с результатами исследований, проведенных В. Е. Вихровым, Ю. М. Ивановым и К. В. Панферовым. Высокая прочность древесины поздней зоны слоя прежде всего обуславливается большим количеством древесинного вещества в единице объема. Кроме этого, прочность древесины зависит от характера размещения и соотношения компонентов, слагающих клеточные стенки (пектиновых веществ, целлюлозы, лигнина и гемицеллюлоз). Сравнение показывает, что прочность поздней зоны у лиственницы выше, чем у сосны обыкновенной.

венной в 1,8, сосны веймутовой в 2,6, ели в 2 раза. Это вызвано различным количеством древесинного вещества в единице объема и разным соотношением слагающих его компонентов.

Действительно, если мы примем поверхностную порозность поздней зоны лиственницы за единицу; то для сосны обыкновенной, сосны веймутовой и ели получим следующие величины: 2,3; 3,1 и 1,9, а принимая толщину стенок у лиственницы за 100%, получим для сосны обыкновенной — 75%, сосны веймутовой — 54% и ели 57%. Приведенные цифры говорят о влиянии строения древесины на прочность поздних зон годовых слоев.

Испытание на растяжение вдоль волокон (при влажности 9—10%) проводилось на разрывной машине РМП-500 № 218 выпуска 1952 г. при средней скорости нагружения 325 кг в минуту. Разрывное усилие определялось по 100-килограммовой шкале с точностью до 0,2 кг. При разрушении образцов за пределами их рабочей части показатели прочности не учитывались. Результаты испытаний приведены в табл. 3.

Таблица 3

Порода	Ранняя зона		Поздняя зона	
	количество образцов, шт.	предел прочности при растяжении вдоль волокон, кг/см ² $M \pm m$	количество образцов, шт.	предел прочности при растяжении вдоль волокон, кг/см ² $M \pm m$
Лиственница европейская	20	611 ± 19,25	22	4114 ± 108,80
Сосна обыкновенная	25	692 ± 27,02	19	2326 ± 89,99
Сосна веймутова	22	671 ± 20,96	25	1562 ± 40,76
Ель обыкновенная	26	888 ± 35,16	26	2060 ± 45,24

Предел прочности при растяжении вдоль волокон древесины ранней зоны лиственницы, сосны обыкновенной и сосны веймутовой почти одинаков.

Древесина поздней зоны в несколько раз прочнее ранней.

Для определения прочности вещества стенок клеток нами был подсчитан предел прочности не по площади поперечного сечения рабочей части образца, а по площади сечения только стенок трахеид (см. табл. 4).

Таблица 4

Порода	Предел прочности древесины при растяжении вдоль волокон, кг/см ²	
	ранняя зона	поздняя зона
Лиственница европейская	2238	4500
Сосна обыкновенная	2173	2897
Сосна веймутова	2244	2128
Ель обыкновенная	2741	2467

Следует отметить, что прочность стенок ранних трахеид у лиственницы, сосны обыкновенной и сосны веймутовой почти одинакова, а у ели значительно больше.

Отношение предела прочности стенок поздних трахеид к пределу прочности ранних для лиственницы 2,01, для сосны обыкновенной 1,33, для веймутовой 0,95 и для ели 0,90. Как видим, у лиственницы прочность

стенок поздних трахеид выше ранних в два раза. (Такое же различие ранее было обнаружено у лиственницы сибирской В. Е. Вихровым [3].) Это вызвано тем, что на прочность стенок трахеид оказывают влияние особенности породы дерева, толщина межклеточного вещества, степень одревеснения, особенности субмикроскопического строения и химического состава стенок клеток и т. д.

В результате проведенных исследований можно сделать следующее заключение.

Количественный микроскопический анализ древесины хвойных пород деревьев одного возраста, выросших в одинаковых условиях произрастания, показал, что древесина у этих пород слагается из трахеид, имеющих различные размеры и различные механические свойства.

Прочность анатомических элементов, слагающих древесину, в очень большой степени зависит от породы деревьев, что обуславливается разным соотношением компонентов и углом наклона фибрилл.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Е. Вихров. Микроскопическое строение годичного слоя сибирской лиственницы. Доклады АН СССР, т. VIII, № 8, 1947. [2]. В. Е. Вихров. Изменение крепости древесины в зависимости от процента поздней части годичного слоя и влажности. Труды Архангельского лесотехнического института, т. XIII, 1949. [3]. В. Е. Вихров. Строение и физико-механические свойства ранней и поздней древесины сибирской лиственницы. Труды Института леса АН СССР, т. IV, 1949. [4]. В. Е. Вихров, В. Е. Москалева. О технической анатомии древесины. Труды Института леса АН СССР, т. IX, 1953. [5]. Ю. М. Иванов, В. Е. Вихров. О прочности и упругости оболочек трахеид древесины сосны при сжатии поперек волокон. Труды Института леса АН СССР, т. IV, 1949. [6]. И. С. Мелехов. Древесина северной ели. Гослесбумиздат, 1934. [7]. В. Е. Москалева. Строение древесины и его изменение при физических и химических воздействиях. Известия АН СССР, М., 1957. [8]. К. В. Панферов. Упругость и прочность ранней и поздней древесины при сжатии поперек волокон. Труды Института леса АН СССР, т. IV, 1949. [9]. И. Д. Пахомов. Исследование некоторых физико-механических свойств древесины сибирской лиственницы. Труды Лесотехнической академии, т. 53, 1938. [10]. Л. М. Перелыгин. О причинах различия между радиальной и тангентальной усушкой дерева. Лесная индустрия, 2, 1939.

Поступила в редакцию
25 июля 1960 г.

К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОЙ ГИГРОСКОПИЧНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ

Л. А. БАЖЕНОВА

Ассистент

(Ленинградская лесотехническая академия)

Определение максимального содержания гигроскопической влаги в древесине представляет большой интерес. Советские ученые пользовались наиболее распространенным весовым методом определения влажности после длительного увлажнения образцов древесины в воздушной среде, насыщенной парами воды.

Много внимания разработке методов определения максимальной гигроскопичности уделил американский ученый Стемм [2], [3]. Наиболее интересным является его метод, основанный на взаимосвязи между величинами объемной усушки, объемным весом древесины и пределом насыщения волокна.

Опыты Стемм проводил на тонких микротомных срезах. Он считал, что объемная усушка небольших, тонких образцов древесины, высушенных при минимальном внутреннем напряжении, пропорциональна объемному весу лишь с небольшими отклонениями для разных древесных пород. Постоянная пропорциональности, отмечает Стемм, фактически равна максимальному содержанию гигроскопической влаги в древесине, выраженному в процентах. Определяя данным методом предел насыщения волокон древесины, Стемм свои величины дает с учетом контракции, то есть с учетом увеличения плотности (на 2—5%) воды, связанной в межмицеллярных пространствах и свободной.

Этим методом Стемма пользовались многие исследователи, в частности, Тренделенбург [4] и Винтиля [5], которые получили интересные результаты. Немецкий ученый Крпан [1], наряду с использованием формулы Стемма, определял максимальное содержание гигроскопической влаги в древесине по величине наименьшей механической прочности при сжатии вдоль волокон. Это определение основано на том, что с увеличением количества гигроскопической влаги прочность древесины падает. Наименьшее сопротивление наступает при полном насыщении древесины. Таким образом, по влажности древесины при наименьшем сопротивлении механическим нагрузкам можно установить максимальное содержание гигроскопической влаги.

Крпан считает, что оба метода определения предела насыщения древесины гигроскопической влагой равноценны (см. табл. 1).

Определение влажности древесины при максимальном насыщении волокон гигроскопической влагой проводилось в нашей работе следующим образом:

Т а б л и ц а 1

Древесная порода	Метод определения		Расхождения, %
	по величине наименьшей механической прочности	по уравнению $Y_0 = \gamma_{усл} W_s$	
Бук	30,5	31,8	+1,3
Дуб (ядро)	25,4	23,5	-1,9
Пихта	35,1	33,7	-1,4
Ель	36,1	39,4	+2,7

1. Весовым методом после длительного увлажнения образцов древесины в воздушной среде, насыщенной парами воды.

2. По величине наименьшей механической прочности при сжатии вдоль волокон.

3. По взаимосвязи между объемной усушкой древесины, условным объемным весом и влажностью насыщенных волокон, которая выражается уравнением

$$Y_0 = \gamma_{усл} W_s.$$

Для опытов использовались образцы древесины сосны и березы; при этом строго соблюдалась однородность материала во всех случаях.

По первому методу опыты проводились следующим образом. 15—20 образцов размером $30 \times 30 \times 10$ мм помещались на металлические сетки в эксикаторы, в которые была налита вода. Образцы не касались друг друга. Наблюдения велись в течение 150 суток. Взвешивание и обмер вначале производились через короткие промежутки времени, а затем через более длинные.

Образцы взвешивались на аналитических весах с точностью до 0,001 г, обмерялись микрометром с точностью до 0,01 мм в трех точках: по тангентальному и радиальному направлениям и в пяти точках по длине волокна.

После увлажнения образцы древесины просушивались сначала в комнатных условиях, затем в сушильном шкафу при $t = 105^\circ \text{C}$.

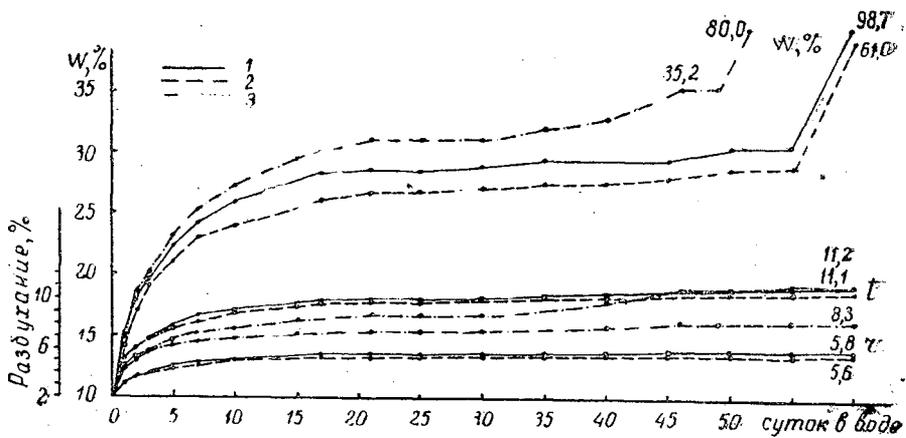


Рис. 1. 1 — сосна (заболонь); 2 — сосна (ядро); 3 — береза.

Числовые величины экспериментального материала были подвергнуты статистической обработке. Результаты представлены на рис. 1. Из графика видно, что наибольшей влажности соответствует наибольшее

разбухание. Следовательно, по максимальной величине этих компонентов можно установить предельное насыщение древесных волокон гигроскопической влагой.

Величины максимальной влажности и максимального разбухания, полученные при длительном увлажнении древесины в воздушной среде, насыщенной парами воды, и соответствующего им предела насыщения волокна приведены в табл. 2.

Таблица 2

Древесная порода	Влажность, %	Разбухание, %		Предел насыщения волокна, %
		в тангентальном направлении	в радиальном направлении	
Сосна (ядро)	28,74 ± 0,15	10,56 ± 0,05	5,52 ± 0,03	28,74
Сосна (заболонь)	30,42 ± 0,15	10,90 ± 0,06	5,83 ± 0,08	30,42
Береза	35,23 ± 0,12	10,82 ± 0,06	8,19 ± 0,06	35,23

По второму методу опыты проводились на стандартных образцах $20 \times 20 \times 30$ мм с влажностью в пределах от 15 до 40%.

Для каждого из них предварительно подсчитывался вес, соответствующей определенной влажности. Затем образцы увлажнялись до получения необходимого веса и в течение одной — двух недель выдерживались в соответствующей среде для равномерного распределения в них влаги, после чего подвергались испытанию на механическую прочность. Результаты приведены на рис. 2.

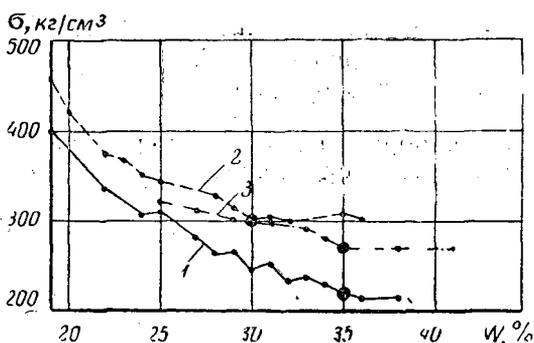


Рис. 2. 1 — сосна (заболонь);
2 — сосна (ядро); 3 — береза.

Как видно из рисунка, наименьшую прочность имеет древесина, содержащая максимальное количество гигроскопической влаги.

В третьем случае использовалось уравнение Стемма

$$Y_0 = \gamma_{\text{усл}} W_s$$

Левая часть уравнения Y_0 показывает, на сколько процентов происходит сокращение древесины в объеме при исчезновении межмицеллярных прослоек в связи с удалением из древесины всей влаги, заключенной между мицеллами.

Эта величина соответствует объему прослоек между мицеллами при полном насыщении древесины гигроскопической влагой.

Количество гигроскопической влаги, заключенное в межмицеллярных прослойках, выраженное в объемных процентах, соответствует второй части уравнения, где $\gamma_{\text{усл}}$ — условный объемный вес, определяемый отношением веса абсолютно сухой древесины к объему древесины, насыщенной гигроскопической влагой; W_s — весовой процент влаги, наполняющей межмицеллярные пространства в волокнах при полном насыщении древесины гигроскопической влагой (то есть влага, находящаяся в момент насыщения волокон в единице объема древесины).

Отсюда следует, что объемная усушка соответствует объемному количеству влаги, которая находится в единице объема древесины при полном насыщении ее гигроскопической влагой.

Следовательно, процент влажности древесины при полном насыщении древесных волокон гигроскопической влагой будет определяться таким образом:

$$W_s = \frac{Y_0}{\gamma_{\text{усл}}}.$$

Практическая работа в этом случае сводилась к определению объемной усушки и условного объемного веса образцов древесины. В качестве опытного материала были взяты образцы размером $30 \times 30 \times 10$ мм, $20 \times 20 \times 3$ мм, $20 \times 20 \times 30$ мм (10; 3; 30 мм по длине волокна) и микротомные срезы.

Часть образцов размером $30 \times 30 \times 10$ мм исследовалась сразу после их разделки, когда влажность древесины была высокой. Другая часть этих образцов (а также образцы других размеров) сначала подсушивалась до комнатно-сухого состояния, а затем перед исследованием вымачивалась в воде и в таком виде подвергалась первоначальным обмерам и взвешиваниям. Обмерялись образцы так же, как при работе по первому методу.

Обмеренные и взвешенные образцы, во избежание их растрескивания, сначала просушивались в комнатных условиях, а затем в сушильном шкафу при $t = 105^\circ \text{C}$. Абсолютно сухие образцы вновь обмерялись и взвешивались.

В результате были определены начальная влажность опытных образцов, объем образцов влажной и высушенной древесины, усушка объемная (относительная) по формуле $y_0 = \frac{v_1 - v_2}{v_1} 100$, условный объемный вес. По данным двух последних показателей определялась влажность, соответствующая полному насыщению клеточных оболочек древесины гигроскопической влагой.

Микротомные образцы для таких же исследований брались толщиной 0,25—0,30 мм.

Пластинки вырезались в виде прямоугольников размером $6 \div 8 \times 8 \div 10$ мм.

Поперечные замеры этих пластинок были сделаны при помощи бинокулярного микроскопа в пяти положениях по радиальному и по тангентальному направлениям.

Замерялись и взвешивались образцы мокрые и абсолютно сухие. Образцы, получившие в процессе сушки трещины, отбраковывались. Определение объемной усушки велось по обмерам площади поперечного сечения, так как усушка продольная на таких срезах ничтожна.

Результаты опытов приводятся в табл. 3, из которой можно видеть, как влияют размеры образцов древесины на точность определения максимального количества влаги при полном насыщении древесины гигроскопической влагой.

Таблица 3

Образцы	Усушка объемная, %	Условный объемный вес	Влажность насы- щенных волокон, %
Сосна (ядро)			
20×20×30 мм	16,50±0,70	0,500±0,006	33,00±1,33
30×30×10 "	14,64±0,06	0,502±0,004	29,28±0,31
20×20×3 "	14,90±0,15	0,505±0,004	29,54±0,36
Микротомные срезы . .	12,79±0,61	0,466±0,016	28,40±2,13
Сосна (заболонь)			
20×20×30 мм	15,74±0,27	0,471±0,016	33,40±0,49
30×30×10 "	14,74±0,10	0,466±0,004	31,64±0,14
20×20×3 "	14,08±0,23	0,448±0,008	31,47±0,40
Микротомные срезы . .	15,00±0,63	0,464±0,019	32,50±1,07
Береза			
20×20×30 мм	18,00±0,17	0,468±0,005	38,50±0,58
30×30×10 "	17,21±0,20	0,466±0,002	36,96±0,15
20×20×3 "	17,08±0,16	0,447±0,001	38,33±0,35
Микротомные срезы . .	15,50±0,39	0,388±0,007	40,10±1,26

На основании данных таблицы для дальнейших исследований следует считать более приемлемыми образцы размером 30×30×10 мм или 20×20×3 мм.

Опыты, проведенные этим же методом с образцами древесины свежей разделки и с образцами, предварительно доведенными до комнатно-сухого состояния, а затем перед исследованием вновь замоченными, показали, что результаты в том и другом случае одинаковы (см. табл. 4).

Таблица 4

Порода	Влажность насыщенного волокна древесины	
	свежесрубленной	вымоченной
Сосна (заболонь)	31,86±0,16	31,64±0,14
Береза	36,36±0,17	36,94±0,149

Следовательно, для опытных работ можно пользоваться как свежесрубленной древесиной, так и древесиной, предварительно просохшей, но перед опытом вымоченной в воде.

Сравнение также показывает, что при определении влажности весовым методом после длительного увлажнения древесины в воздушной среде, насыщенной парами воды, и по уравнению Стемма, результаты получились близкими, а метод определения по наименьшей прочности дал некоторые отклонения.

Показатели, характеризующие влажность в момент предельного насыщения, полученные различными методами, приведены в табл. 5.

Рассматривая достоинства и недостатки методов определения влажности при предельном насыщении клеточных оболочек древесного волокна следует отметить следующее.

1. Определение после длительного увлажнения древесины в воздушной среде, насыщенной парами воды, является довольно точным, но требует продолжительного времени для наблюдений и большой затраты труда на обработку экспериментального материала. Поэтому данный метод нельзя рекомендовать для широких, массовых исследований.

Таблица 5

Метод определения	Влажность в момент насыщения волокна, %								
	сосна						береза		
	заболонь			ядро					
	количе- ство образ- цов, п	среднее арифме- тическое, м	сред- няя ошибка т	количе- ство образ- цов, п	среднее арифме- тическое, м	средняя ошиб- ка, т	количе- ство образ- цов, п	среднее арифме- тическое, м	средняя ошибка, т
По наименьшей проч- ности древесины	6—12	35,0	—	5—11	30,0	—	4—12	35,0	—
По увлажнению парами воды	18	30,42	±0,15	14	28,74	±0,15	19	35,23	±0,12
По уравнению древесина свежей раз- делки									
образцы 30×30×10 мм	20	31,86	±0,16	—	—	—	19	36,36	±0,17
древесина вымоченная									
образцы 30×30×10 мм	26	31,64	±0,14	20	20,28	±0,31	20	36,94	±0,15
20×20×3 "	13	31,47	±0,40	12	29,54	±0,36	15	38,33	±0,35
20×20×10 "	7	33,40	±0,49	8	33,0	±1,33	9	38,50	±0,58
микротомные образцы	6	32,50	±1,07	6	28,40	±2,13	12	40,10	±1,26

2. Метод определения предела насыщения древесного волокна путем исследования сопротивления сжатию древесины с различной влажностью очень громоздок, трудоемок, требует длительного времени для равномерного распределения влаги в исследуемых образцах. Для широких исследований этот метод также не рекомендуется.

3. Определение предела насыщения волокна с помощью уравнения $Y_0 = Y_{\text{усл}} W_s$ является наиболее приемлемым. В этом случае сокращается объем работы и длительность наблюдений. Показатели же характеризуются достаточной точностью.

Рекомендуя этот метод для определения влажности при предельном насыщении волокна следует указать, что исследование можно производить на свежесрубленной древесине, а также на древесине, предварительно просушенной, а затем вымоченной. Образцы при этом рекомендуется брать размером $30 \times 30 \times 10$ мм (10 мм по длине волокна). так как они удобны для обмеров и, благодаря небольшой величине по длине волокна, быстро увлажняются и высушиваются.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. I. K r p a n. Untersuchungen über den Fasersättigungspunkt des Buchen-, Eichen-, Tannen- und Fichtenholzes. Holz als Roh- und Werkstoff Jg. 12, Heft 3, März, 1954. [2]. A. I. S t a m m. The Fiber-Saturation Point of Wood as Obtained from Electrical Conductivity Measurements. Industrial and Engineering Chemistry Analytical Edition. Vol. — 1, pp. 94—97, 1929. [3]. A. I. S t a m m. Shrinking and Swelling of Wood. Industrial and Engineering Chemistry. Vol. 27, N. 4, april, 1935 [4]. R. T r e n d e l e n b u r g. Das Holz als Rohstoff, 1939. [5]. K. V i n t i l a. Untersuchungen über Raumgewicht und Schwindmass von Früh- und Spätholz bei Nadelhölzern. Holz als Roh- und Werkstoff. Bd. 2, Hf. 10, 1939.

Поступил в редакцию
29 декабря 1959 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСНОГО УГЛЯ

Сообщение 1

В. Н. КОЗЛОВ

Профессор, доктор технических наук

О. В. БРОНЗОВ

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник

Ф. Я. ВЕКШЕГОНОВ

Младший научный сотрудник

(Уральский лесотехнический институт)

Древесный уголь в настоящее время является одним из основных продуктов пиролиза древесины. Он находит разнообразное применение в народном хозяйстве: для черной и цветной металлургии, в химической и фармацевтической промышленности, в сельском хозяйстве и т. д.

Различные потребители предъявляют к углю и различные требования; основными из них являются следующие.

1. Высокое отношение содержания нелетучего углерода к золе.
2. Незначительное количество фосфора и почти полное отсутствие серы.
3. Большая внутренняя поверхность на единицу веса и объема угля.
4. Большая реакционная способность и горючесть.
5. Равномерность по содержанию нелетучего углерода, величине кусков и высокая механическая прочность угля.

Физико-химические свойства древесного угля, удовлетворяющего указанным требованиям, зависят от качества и породы исходной древесины, конечной температуры обугливания и темпов ее повышения, метода нагрева древесины и прокаливания угля, конструкции аппарата и способа его действия. Путем изменения условий пиролиза можно из одной и той же породы древесины получить уголь различных физико-химических и механических свойств.

По исследованию древесных углей имеется значительное число научных работ [1], [4], [5], [6], [8]. Однако почти во всех этих работах древесный уголь исследовался только как сырье для доменного процесса. Вопросам же изучения физико-химических свойств древесного угля как сырья для других производств уделялось мало внимания.

Объект исследования

Исследовались угли, полученные в лабораторных условиях из сосновой и березовой древесины. Пробы отбирались в Верхотурском (сос-

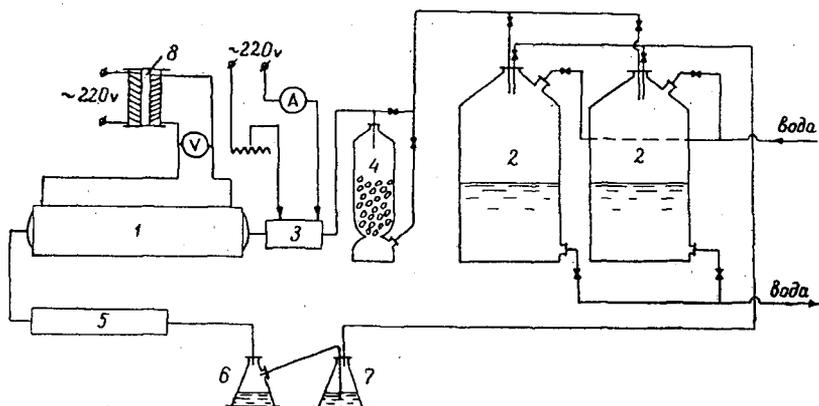


Рис. 1. Схема лабораторной установки для переугливания древесины в циркуляционном потоке газообразных продуктов пиролиза древесины.

1 — печь; 2 — газометры; 3 — подогреватель; 4 — осушительная колонка; 5 — холодильник; 6 — смолосборник; 7 — промывка газов; 8 — латр.

на) и Алапаевском (береза) леспромхозах (Средний Урал) из деревьев в возрасте 115 лет на высоте 1,5 м.

Образцы хранились в комнатных условиях в течение одного года, поэтому древесина имела установившуюся влажность 6,6%. Для обугливания древесина разделялась на бруски размером $20 \times 20 \times 100$ мм, которые перед загрузкой в печь замерялись и взвешивались.

Обугливание проводилось в трубчатой электрической печи типа Т-40/600 в условиях непрерывной циркуляции газовой смеси, состоящей из продуктов пиролиза (очищаемых при выходе из печи от смол и конденсирующихся соединений) и подогреваемой до соответствующей температуры перед входом в печь (рис. 1). Скорость циркуляции газов выдерживалась постоянной и равнялась $0,1$ л/мин, где V — рабочий объем печи. Всего проведено по 14 обугливаний для каждой породы при конечных температурах от 250° до 900° с интервалами через 50° . Продолжительность процесса во всех случаях была одинаковой и равнялась 3 час. По истечении 3 час и достижении заданной температуры печь выключалась и подвергалась естественному охлаждению. Вместе с печью в герметических условиях остывал и уголь. Через 18 час печь вскрывалась, и уголь выгружался.

Исследовались следующие свойства углей: усадка при обугливании вдоль волокон, в радиальном и тангентальном направлениях (в %); весовой и объемный выход (в %); содержание летучих веществ, нелетучего углерода, золы и влаги (в %); механическая прочность по сопротивлению раздавливанию (в кг/см²); температура воспламенения; кажущийся и истинный удельный вес (в г/см³); суммарная пористость и объем микро- и конденсирующихся пор (см³/г); сорбция йода (в мг/г); кислотные свойства (в мг-экв/г КОН); элементарный состав; поглощение кислорода воздуха. Кроме того, были поставлены опыты для обнаружения степени наружного обгара, то есть уменьшения размеров чурки за счет сгорания ее поверхностных слоев в процессе переугливания.

Метод исследования

Для определения усадки на прямоугольных образцах по осям X , Y , Z делались метки, по которым производились замеры образцов дре-

веса и полученного из нее угля. Для выявления наружного обгара на поверхностях чурки намечались контрольные линии. После обугливания замерялись расстояния как между этими линиями, так и между гранями образца; затем вычислялась усадка отдельно для всей стороны и для части ее, заключенной между линиями. При сходимости результатов измерений делался вывод об отсутствии наружного обгара. Замеры проводились на компараторе ИЗА-2. Весовой и объемный выходы угля определялись взвешиванием на аналитических весах и замерами геометрических размеров пробы, имеющей форму параллелепипеда, до и после переугливания. При этом учитывалась влажность древесины и угля, и расчеты велись на абсолютно сухое вещество.

Технический анализ (содержание летучих веществ, нелетучего углевода и зольность) проводился по общепринятым методикам.

Гигроскопическая влага определялась после выдерживания угля в эксикаторе над серной кислотой удельного веса 1,28—1,30 в продолжение 48 час при температуре $20 \pm 2^\circ$ и относительной влажности воздуха $\varphi = 60\%$. Для определения прочности угля пробы размером $10 \times 10 \times 10$ мм, раздавливались на прессе вдоль волокон, в радиальном и тангентальном направлениях; по каждому направлению испытывалось 4—5 проб.

Суммарный объем пор угля $V_{\Sigma} = \frac{1}{\gamma} - \frac{1}{d}$ находился как разность обратных величин кажущегося и истинного удельных весов, определяемых пикнометрическим методом. Уголь измельчался и рассеивался на ситах с отверстиями $1,5 \times 1,5$; $1,0 \times 1,0$ и $0,5 \times 0,5$ мм. Для опытов отбирался уголь класса $1,0 \times 1,5$.

Истинный удельный вес d определялся по формуле

$$d = \frac{g}{P_1 - (P_2 - g)}, \quad (1)$$

где g — навеска сухого угля $g = \frac{a(100 - W)}{100}$;

P_1 — вес пикнометра с водой;

P_2 — вес пикнометра с водой и углем;

a — навеска угля;

W — содержание влаги в угле, %.

Кажущийся удельный вес γ зерненого угля измерялся также пикнометрическим методом. Поры закрывались парафиновой пленкой, наносимой на уголь в обогревательной воронке. При вычислении удельного веса учитывался объем нанесенного парафина.

Объем микро- и конденсирующих пор угля измерялся по предельной сорбции паров бензола эксикаторным методом при 20° . Объем сорбирующих пор $V_{\text{м.и+к}}$ определялся как произведение количества сорбированного пара в виде жидкости a мм/г на молярный объем $V_{\text{м}}$ мл/мм.

Во многих процессах при промышленном использовании древесного угля явление сорбции имеет существенное значение, в связи с чем объем сорбирующих пор является одним из важнейших свойств его.

Бензол является хорошо адсорбирующимся на угле веществом, при высоких относительных давлениях пара хорошо заполняющим объем микропор; причём сорбция бензола не зависит от структурной характеристики угля, то есть от размера микропор, а определяется преимущественно их суммарным объемом [2]. Процесс капиллярной конденсации начинается в порах с радиусом порядка 10^{-7} см, а эффективные радиусы конденсирующих пор находятся в пределах $20 - 200 \text{ \AA}$, так что измерения пористости даже по одной только предельной сорбции паров бензола

при сравнительном методе изучения углей может дать ценные сведения о их свойствах. Если принять концепцию Дубинина о разветвленной структуре пор [3], согласно которой микропоры сообщаются с поверхностью через систему переходных и макропор (что, в свою очередь, обеспечивает полноту заполнения сорбционного пространства), то преимущества метода становятся еще очевиднее.

Для измерения сорбции йода углями было приготовлено 16 водных растворов йода с концентрациями от 3,3 до 114,2 мМ/л; для каждого угля определялся интервал активности, обычно охватывающей около 8—10 растворов, так что каждая изотерма сорбции из раствора строилась по 8—10 точкам. 8—10 навесок измельченного и тщательно просеянного угля класса $1,0 \times 1,5$ мм точно по 0,1 г (в пересчете на абсолютно сухое беззольное вещество) помещались в колбы с притертыми пробками емкостью 100 мл; туда же приливались растворы йода возрастающей концентрации точно по 25 мл. Колбы встряхивались по 3 мин и оставлялись на 48 час в темноте при температуре $20 \pm 1^\circ$. Через 24 часа колбы подвергались повторному встряхиванию. По истечении 48 час растворы из колб отбирались пипеткой и переносились в кюветы фотоэлектроколориметра, на котором определялась концентрация раствора после поглощения из него части йода углем.

Зная оптическую плотность D исходного раствора и пользуясь составленными графиками зависимости D от концентрации раствора для разных кювет и соответствующих светофильтров прибора, можно найти конечную концентрацию, а по ней и количество сорбированного йода:

$$a = \frac{(C_0 - C) 25}{1000 \cdot 0,1}, \quad (2)$$

где C_0 и C — исходные и конечные концентрации растворов йода, определяемые по оптической плотности.

Для определения содержания фенольных и карбоксильных гидроксидов навески измельченного угля (около 0,5 г) после высушивания заливались 25 мл спиртового раствора КОН и периодически взбалтывались; через 48 час 10 мл раствора, отделенного от угля центрифугированием, титровалось 0,1н. раствором соляной кислоты.

Кислотность угля K в мг-экв/г вычислялась таким образом:

$$K = \frac{(V_1 - V_2) V_4 \cdot 0,1}{V_3 \cdot G}, \quad (3)$$

где V_1 — количество мл точно 0,1 н. раствора HCl, пошедшего на титрование 10 мл исходного раствора КОН;

V_2 — объем раствора HCl в мл, пошедшего на титрование исследуемого раствора;

V_3 — объем испытуемого раствора, взятого для титрования, мл;

V_4 — объем раствора КОН, прилитого к навеске угля, мл;

G — навеска угля, г.

Элементарный состав углей определялся методом микроанализа [7]; процентное содержание элементов рассчитывалось на абсолютно сухое беззольное вещество.

Результаты исследования

Усадка древесины. Специальными измерениями образцов древесины и полученного из нее угля установлено, что применяемый лабораторный способ переугливания древесины не вызывает сгорания поверхностных слоев и, следовательно, все изменения размеров опытных образцов надо относить за счет усадки древесины. Как видно из рис. 2

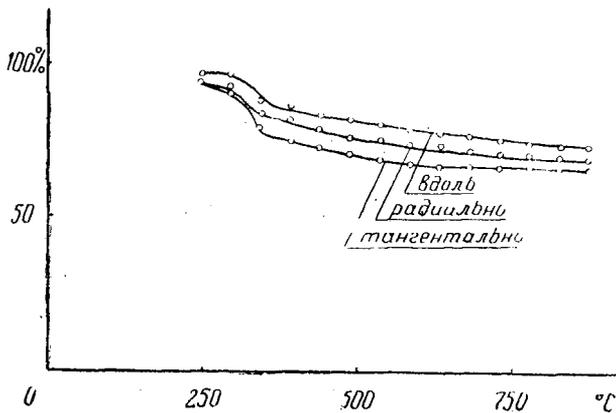


Рис. 2. Усадка сосновой древесины при перегливлении.

и 3 относительная усадка древесины во всех трех направлениях при изменении температуры обугливания имеет примерно одинаковую зависимость: наибольшей интенсивности усадка достигает при температурах 300—450°, что можно объяснить наибольшим выходом летучих и жидких продуктов в этих условиях; после 450° усадка замедляется, однако выход продуктов перегонки, (главным образом, неконденсирующихся газов) и сопутствующее ему незначительное сжатие образца продолжает-

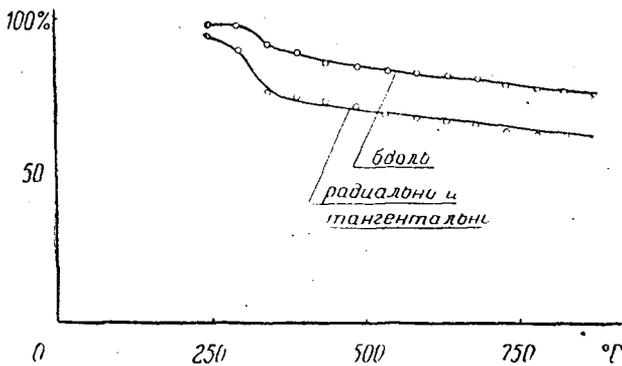


Рис. 3. Усадка березовой древесины при перегливлении.

ся вплоть до 900°. Рис. 3 показывает, что наибольшая усадка древесины происходит в тангентальном направлении; однако почти во всей области температур соблюдается известная пропорциональность в усадке по всем трем направлениям. Это обстоятельство, наряду с достаточно низкой влажностью исходной древесины, предохраняло уголь от растрескивания и деформации.

Весовой и объемный выход угля наблюдается в пределах температур 300°—450°, после чего выход, хотя и продолжает изменяться, но значительно медленнее (рис. 4). На участке температур от 350° и выше наблюдается стремление к параллелизму обеих кривых; следовательно, здесь уменьшение объема бруска угля при обугливании в первом приближении пропорционально уменьшению веса. Следствием этого является-

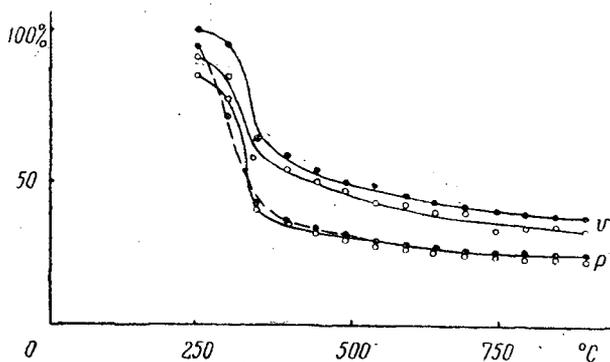


Рис. 4. Выход угля в % от абс. сухой древесины.

p — весовой; *v* — объемный; • — сосна; о — береза.

ся известное постоянство в изменении кажущегося удельного веса образцов угля по сравнению с удельным весом исходной древесины.

Элементарный состав угля зависит, главным образом, от конечной температуры обугливания древесины и способа ее нагрева и для различных пород может быть принят, при прочих равных условиях, одинаковым. Из рис. 5 а и б видна закономерность изменения содержания углерода в угле с повышением температуры обугливания. По содержанию общего углерода в угле можно судить о конечной температуре обугливания древесины: чем выше температура выжига, тем больше содержится в угле общего углерода. В противоположность этому определению принадлежности угля к той или иной древесной породе по его элементарному составу совершенно невозможно. В обоих случаях содержание углерода равнозначно изменяется от 73 до 96% (при изменении температуры выжига от 350 до 900°) и содержание водорода от 5 до 1% (округленно). Такое же явление отмечено ранее упоминавшимися исследователями и для углей из других древесных пород.

Нелетучий углерод. Под нелетучим углеродом принято считать остаток после прокаливания угля по методу Мука, определяемый по формуле.

$$C_{н.у} = 100 - (L + z),$$

где $C_{н.у}$ — содержание нелетучего углерода в абсолютно сухом угле, %;

L — содержание летучих веществ в абсолютно сухом угле, %;

z — содержание золы в абсолютно сухом угле, %.

Из рис. 5 а и б видно, что чем выше температура выжига, тем меньше выход угля по весу из абсолютно сухой древесины и тем выше содержание в нем нелетучего углерода. Уголь, выжженный при низкой температуре, содержит значительное количество кислорода и тем больше его, чем ниже температура выжига угля. При дальнейшем прокаливании углерод выделяется в виде кислородных соединений углерода CO и CO_2 и только частично в виде углеводородов, главным образом, CH_4 . При быстром прокаливании угля получается больше CO , а при медленном — CO_2 . В последнем случае унесено будет меньшее количество углерода, и вес остатка увеличится. Так выход нелетучего углерода (в пересчете на исходную древесину) у соснового угля, полученного при температуре 250°, составил следующие величины: при определении методом прокаливания до 900° в течение 5 мин (метод Мука) — 18,17%, в течение 180 мин — 21,01% (то есть при медленном прокаливании выход нелетучего углерода оказался в 1,15 раза больше). При повышении температуры выжига

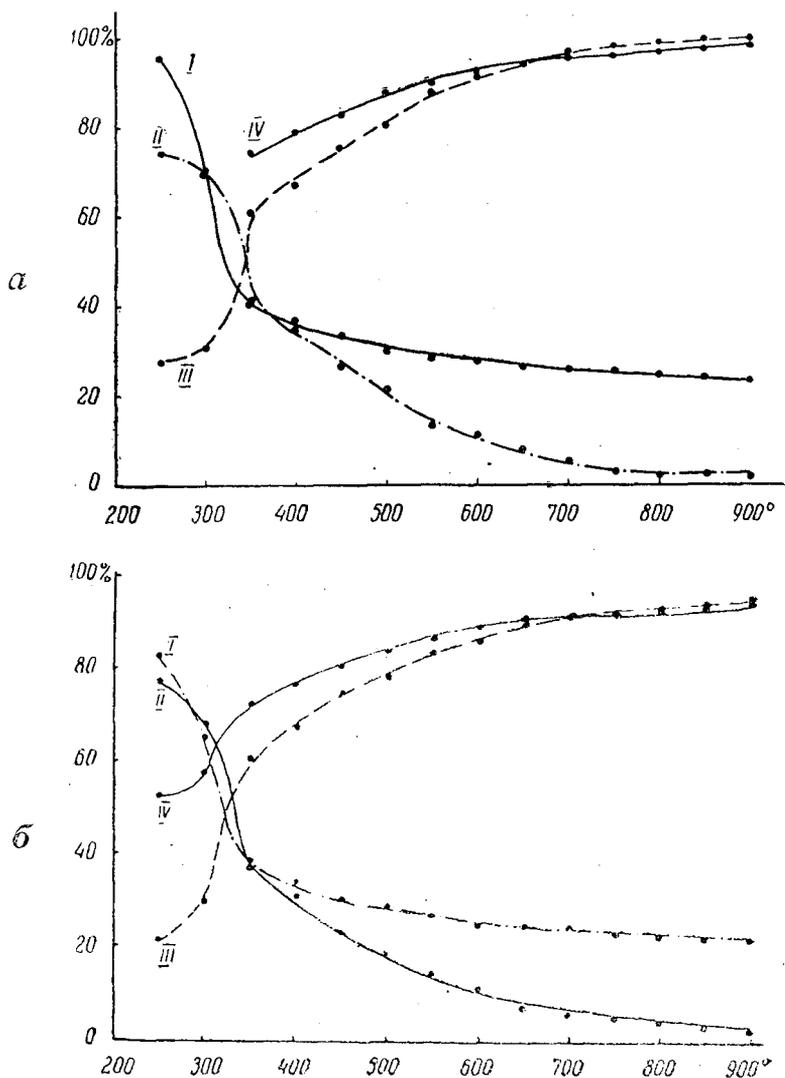


Рис. 5. Изменение содержания углерода и летучих веществ в сосновом (а) и в березовом (б) углях в зависимости от температуры переугливания.

I — весовой выход угля; II — содержание летучих; III — нелетучего углерода; IV — общего углерода.

угля разница между выходом нелетучего углерода при медленном (в течение 3 час) и быстром нагревании постепенно уменьшается.

Летучие вещества угля. Количество летучих веществ определялось прокаливанием угля в платиновом тигле по методу Мука. Выход летучих в пересчете на сухой уголь вычислялся по формуле

$$L = \frac{l - W}{100 - W}, \quad (5)$$

где L — содержание летучих веществ в абсолютно сухом угле, %;
 l — содержание летучих веществ и гигроскопической влаги в угле, %;
 W — содержание влаги в угле, %.

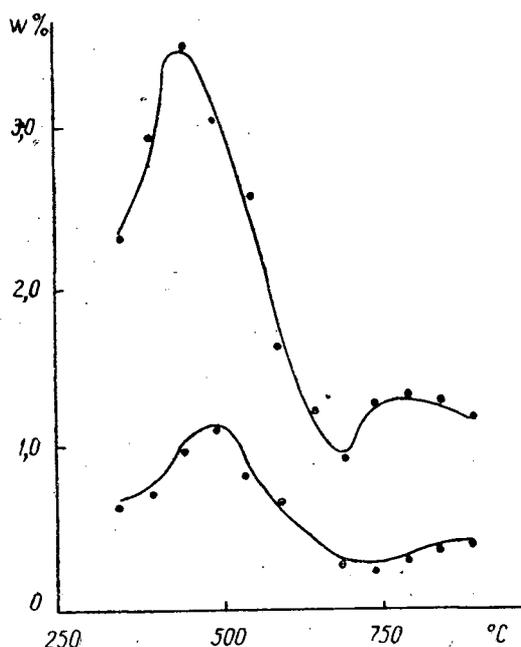


Рис. 6. Содержание гигроскопической влаги.

• — сосновый уголь; о — березовый уголь.

Количество летучих веществ в исследованных углях, как это видно из рис. 5 и 6, тем больше, чем ниже температура его выжига. Излишнее содержание летучих веществ в угле нежелательно для большинства производств (кристаллического кремния, металлического магния, сероуглерода, карбида кальция, ферросплавов и др.). Поэтому в ряде случаев древесный уголь подвергают предварительному прокаливанию при температуре 500—600°. Как видно из рис. 5 а и б содержание летучих в угле при этой температуре незначительно и не может оказать заметного влияния на упомянутые процессы.

Влага в угле. Влажность угля, как показали результаты измерений, не имеет прямой зависимости от температуры выжига (рис. 6). Объяснение роста влажности увеличением количества мелких пор в угле [9] не подтверждается, так как объем микропор исследуемых углей закономерно, хотя и незначительно, возрастает с повышением температуры обугливания вплоть до 800°. Следовательно, кроме структурных свойств угля здесь могут оказать влияние такие факторы, как изменение гидрофильных свойств его поверхности в зависимости от условий температурной обработки, образование свободных радикалов на поверхности и др. Например, обработка угля влажным воздухом при температуре 450° приводит к образованию окисленной поверхности, а при 950° и в отсутствие окислителей — к восстановленной и т. д. [12].

В случае обжига органических веществ при температуре до 650° на поверхности углей могут образовываться свободные радикалы [10] за счет разрыва связей в углеродных кольцах. Количество радикалов непостоянно и снижается при адсорбции углем кислорода за счет взаимодействия между неспаренными электронами углеродных колец и молекул кислорода. Число неспаренных электронов зависит в свою очередь от количества углерода в угле [11]. Содержание влаги в угле, получае-

мом в производственных условиях, зависит также от способа его охлаждения и относительной влажности воздуха в окружающей атмосфере.

Зола в угле. Из табл. 1 видно, что содержание золы в зависимости от температуры выжигания колеблется в березовом угле от 0,26 до 1,90%, в сосновом — от 0,21 до 0,67%. Как правило, чем выше температура выжигания угля, тем больше в нем золы. Содержание золы в сосновом угле из заболони больше, чем в угле из ядра. Поэтому из древесины сосны брались для пиролиза пробы при одинаковом соотношении между древесиной заболони и ядра. Этим и можно объяснить то, что содержание золы в сосновом угле с повышением температуры обжига закономерно увеличивается. Для березового угля такой закономерности не наблюдается. Это вызвано тем, что в образцах березовой древесины зола неравномерно распределяется по сечению (в периферийном слое ее значительно больше, чем во внутренних слоях). Поэтому в различных пробах угля, полученных из одного и того же образца древесины, наблюдается и различное содержание золы, так как в этом случае для переугливания брались чурки без учета принадлежности их к какому-либо определенному слою ствола.

Таблица 1

Температура выжигания угля	Сосновый уголь		Березовый уголь	
	зола, %	отношение $C_{н.у}$ к золе	зола, %	отношение $C_{н.у}$ к золе
300	0,21	141,2	0,26	116,3
350	0,38	155,2	0,93	66,3
400	0,44	149,2	1,00	67,1
450	0,48	152,1	0,76	99,9
500	0,51	154,5	1,25	63,4
550	0,53	164,5	0,87	97,2
600	0,56	158,4	0,75	117,1
650	0,58	159,1	1,19	77,1
700	0,61	154,8	1,90	48,5
750	0,62	155,8	0,81	116,8
800	0,63	153,8	0,94	101,6
850	0,65	149,4	1,23	78,2
900	0,67	145,8	1,24	78,3

Механическая прочность угля зависит от его влажности, породы древесины, способа и температуры переугливания и определяется по истиранию угля или по сопротивлению раздавливанию.

Таблица 2

Температура выжигания угля	Прочность угля по сопротивлению раздавливанию кг/см ² от — до					
	вдоль волокон		радиально		тангентально	
	сосна	береза	сосна	береза	сосна	береза
350	218—236	186—372	39—45	49—72	37—45	—
400	206—220	215—294	35—48	49—78	38—47	—
450	166—185	156—274	44—45	49—59	36—45	—
500	143—200	226—372	37—47	39—68	40—41	—
550	182—196	187—244	43—44	39—68	42—47	—
600	160—195	98—274	39—44	39—68	29—46	—
650	198—208	284—324	45—50	49—107	35—39	—
700	167—185	137—314	43—49	29—68	43—49	—
750	145—175	167—294	39—47	49—68	35—47	—
800	98—100	236—264	48—50	49—78	45—48	—
850	78—89	216—352	62—70	39—117	52—67	—
900	176—191	176—332	75—76	88—107	74—76	—

В табл. 2 приведены результаты определения прочности исследуемых углей по сопротивлению раздавливанию. Из таблицы видно, что прочность углей вдоль волокон в 2—4 раза выше прочности в радиальном и тангентальном направлениях и что изменение прочности угля мало зависит от конечной температуры обжига.

Выводы

1. Пиролиз древесины в токе газообразных продуктов разложения, не содержащих смолистых и других конденсирующихся веществ, не вызывает сгорания поверхностного слоя угля даже в условиях прокалывания его при высоких температурах.

2. Закономерность изменения относительной усадки древесины по всем направлениям при повышении температуры пиролиза одинакова, причем наибольшая усадка наблюдается в тангентальном направлении и наименьшая — по длине волокон.

3. Весовой и объемный выход, элементарный состав и содержание нелетучего углерода в угле находятся в прямой зависимости от конечной температуры выжигания угля.

4. Содержание гигроскопической влаги в угле зависит не только от температуры пиролиза, но и от состояния и свойств его поверхности, обусловленных другими факторами.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Х. Бергстрем и Э. Веселев. Углежжение, Уралмет, Свердловск, 1928. [2] М. М. Дубинин, Е. Д. Заверина, Д. П. Тимофеев. Известия АН СССР, ОХН, 1957, № 6, 670—677. [3] М. М. Дубинин, Г. С. Жук, Е. Д. Заверина. Журнал физической химии, 1957, 31, № 5, 1126—1135. [4] В. Н. Козлов. Пиролиз древесины. АН СССР, М., 1952. [5] В. Н. Козлов, А. А. Нимвицкий. Технология пирогенетической переработки древесины. Гослесбуиздат, 1954. [6] В. А. Коробкин. Углежжение. Metallurgizdat, 1948. [7] М. О. Коршун и Н. Э. Гельман. Новые методы элементарного микроанализа, М.-Л., Госхимиздат, 1949. [8] И. А. Соколов, Д. З. Лебедев, К. Ф. Оленев. Вопросы углежжения на Урале. ОГИЗ, С.-М., 1931. [9] А. Н. Фридман. Кокс и химия 1958, № 6, 54. [10] D. E. G. Austen, D. J. E. Inggram. Chemistry and Industry, 1956, N 37, 981—982. [11] D. J. E. Inggram. London, Butterworths. Scient. Publs., 1957, 260—271. [12] Jodko Czeslaw, Roczn. chem., 1955, 29, N. 2—3, 730—745.

Поступила в редакцию
3 мая 1961 г.

РЕЗЕРВЫ И ПУТИ СНИЖЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ КОРМОВЫХ ДРОЖЖЕЙ НА ГИДРОЛИЗНЫХ И СУЛЬФИТНО-СПИРТОВЫХ ЗАВОДАХ

Г. В. ДУДОРОВ

Научный сотрудник

(Северный научно-исследовательский институт промышленности)

В настоящее время производство кормовых дрожжей в нашей стране организовано, главным образом, на основе переработки гидролизной и сульфитно-спиртовой барды.

К началу 1960 г. на гидролизных и сульфитно-спиртовых заводах действовало 12 дрожжевых цехов, использующих в качестве сырья для производства дрожжей послеспиртовую барду; из них семь — на предприятиях по гидролизу древесины и пять — на сульфитно-спиртовых заводах. Данные о выработке кормовых дрожжей и себестоимости их приведены в табл. 1.

Таблица 1

Заводы	Объем производства дрожжей, т			Себестоимость 1 т, руб.		
	1957 г.	1958 г.	1959 г.	1957 г.	1958 г.	1959 г.
Гидролизные	4844,4	5638,8	6610,6	3755	3582	3535
Сульфитно-спиртовые	3032,0	3669,6	3942,0	2761	2463	2208

Как видно из таблицы, выработка дрожжей на гидролизных заводах за последние два года увеличилась на 36,5% и составила в 1959 г. 6610,6 т. По сравнению с 1958 г. общий объем производства дрожжей на этих заводах увеличился на 17,2%, себестоимость же снизилась всего лишь на 1,3%. Это объясняется ростом накладных расходов и затрат на заработную плату в связи с переходом предприятий гидролизной промышленности на сокращенный рабочий день.

Необходимо отметить, что гидролизные заводы, имеющие дрожжевые цехи, до сих пор еще не полностью используют резервы для увеличения выпуска дрожжей и снижения их себестоимости. Это является одной из основных причин убыточности производства кормовых дрожжей на гидролизных заводах в целом. В 1959 г. только на четырех предприятиях себестоимость дрожжей была ниже отпускной цены, равной 3500 руб.* за 1 т (на Лобвинском заводе — 2993 руб./т, Красноярском — 2994 руб./т, Канском — 3013 руб./т и Бирюсинском —

* Здесь и далее стоимость выражена в старом масштабе цен.

3026 руб./т) — и это в условиях, когда по действующей методике калькулирования общие РВ в послеспиртовой барде оцениваются по условной низкой стоимости — 100 руб. за 1 т.

Выработка сульфитных дрожжей в 1959 г. возросла против 1957 г. на 30% и составила 3942 т. Средняя себестоимость дрожжей на сульфитно-спиртовых заводах снизилась в 1959 г. до 2208 руб. за 1 т и была ниже, чем на гидролизных заводах на 37,5%.

Это снижение себестоимости в значительной степени обусловлено более низкой стоимостью исходного сырья, более высокой концентрацией РВ в дрожжевых субстратах, а также наличием большего количества органических кислот.

На отдельных предприятиях себестоимость сульфитных дрожжей в 1959 г. была почти в 1,5—2 раза ниже отпускной цены: на Приозерском заводе 1807 руб./т, на Выборгском — 2061 руб./т, на Соликамском — 2202 руб./т.

Тем не менее дрожжевые цехи этих предприятий, так же как и гидролизных заводов, имеют еще весьма значительные резервы для увеличения выработки дрожжей и снижения их себестоимости.

Представление о том, какое значение имеют отдельные затраты в издержках производства гидролизных и сульфитных дрожжей, дает структура себестоимости их по отчетным данным за 1959 г. (см. табл. 2).

Таблица 2

Статьи расхода	Дрожжи	
	гидролизные	сульфитные
I группа		
Сырье	7,3	4,3
Химикаты	21,6	23,9
в том числе:		
Сульфат аммония	7,5	11,9
Пеносгаситель	9,7	8,3
Пар технологический	6,8	16,7
Электроэнергия силовая	18,1	13,3
Вода для производственных нужд	2,8	0,8
Итого по I группе	58,4	59,0
II группа		
Зарплата производственных рабочих и накладные расходы	42,1	41,0
Всего	100,5	100
Реализация отходов	-0,5	—

Из табл. 2 видно, что существенное снижение себестоимости кормовых дрожжей может быть достигнуто как за счет дальнейшего совершенствования технологии, так и за счет увеличения производительности дрожжевых цехов.

О наличии крупных резервов роста выработки дрожжей можно судить по количеству товарных дрожжей, полученных на заводах в 1959 г. на 1 т переработанного абс. сухого древесного сырья в сравнении с проектной нормой.

Согласно нормам технологического проектирования для предприятий гидролизной промышленности, разработанным в 1956 г. б. Гипрогидролизом, выход дрожжей 8%-ной влажности на 1 т абс. сухого сырья должен быть на уровне 35 кг. Фактически же средний их выход на

гидролизных заводах составил в 1959 г. всего 15,1 кг и даже максимальный (достигнутый Канским заводом) — лишь 19,7 кг, то есть 56,3% проектной нормы.

Сопоставление этих показателей дает основание утверждать, что достижение проектной нормы выхода дрожжей означало бы увеличение производительности дрожжевых цехов в среднем в 2,2—2,4 раза.

Основными путями реализации этого мощного резерва улучшения экономики дрожжевого производства являются полное использование ресурсов послеспиртовой барды и повышение выхода товарных дрожжей из 1 т общих РВ.

В 1959 г. на гидролизных заводах, имеющих дрожжевые цехи, из 5680 тыс. м³ было переработано лишь 2960 тыс. м³, или 52,3% барды. Следовательно, только за счет использования всего количества барды производство дрожжей могло быть увеличено на этих заводах в 1,9 раза, что позволило бы снизить их себестоимость на 15—17%.

В 1965 г. производство спирта, а, следовательно, и ресурсы барды на гидролизных заводах этой группы возрастут и достигнут примерно 6400 тыс. м³ против 2960 тыс. м³ в 1959 г. За счет полного использования этого количества барды выработка дрожжей к 1965 г. может быть увеличена по сравнению с 1959 г. в 2,2 раза.

Для увеличения производительности дрожжевых цехов на некоторых заводах в перерабатываемую барду можно добавлять в небольшом количестве гидролизат.

Крупным резервом увеличения выработки дрожжей и эффективным путем снижения их себестоимости является повышение выхода дрожжей из 1 т общих РВ перерабатываемой барды.

В настоящее время на гидролизных заводах этому важному вопросу не уделяется достаточного внимания. В течение 1957, 1958, 1959 гг. выход дрожжей из 1 т общих РВ продолжал заметно уменьшаться: в 1956 г. он был равен 317 кг, а в 1959 г. — лишь 294,9 кг.

В то же время передовой опыт отдельных предприятий показывает, что имеющиеся в этой области резервы весьма и весьма значительны. На основе анализа показателей работы отделений дрожжевых цехов и обобщения их передового опыта с учетом результатов опытных работ НИИГСа, на предприятиях установлено, что в ближайшие годы выход дрожжей из 1 т РВ может быть повышен до 470 кг, или на 59,3% по сравнению с 1959 г., что снизит себестоимость дрожжей примерно на 30—35%. Решить эту задачу помогут следующие мероприятия:

1. Совершенствование применяемых на заводах режимов гидролиза, которое должно обеспечить максимальный выход ксилоты, минимальное содержание неинвертированных сахаров в гидролизатах и повысить содержание истинных сахаров в общих РВ барды.

2. Применение разрабатываемых способов повышения концентрации РВ в дрожжевых субстратах.

3. Совершенствование и строгое соблюдение технологического режима выращивания дрожжей.

4. Широкое распространение передового опыта.

5. Внедрение в производство более устойчивых урожайных видов и рас дрожжей, обладающих высокой утилизирующей способностью органических веществ барды и обеспечивающих наибольший выход биомассы.

6. Постоянное культивирование активной чистой культуры дрожжей.

Весьма значительные резервы снижения себестоимости дрожжей заложены и в уменьшении расхода химикатов, электроэнергии, пара.

Удельный расход суперфосфата и сульфата аммония может быть снижен при внедрении в производство рациональной схемы подготовки и подачи химикатов.

Практика работы некоторых предприятий показывает, что солевой раствор должен добавляться в питательную среду не только в зависимости от объема поступающей в переработку барды, но также с учетом содержания в ней сахаров.

Четкое регулирование дозировки питательных солей позволит снизить удельный расход их на производство дрожжей примерно до проектного уровня, то есть по суперфосфату — до 360 кг, а по сульфату аммония — до 520 кг, вместо 498,8 кг и 653,0 кг по отчету за 1959 г.

Резко может быть сокращен также удельный расход химического пеногасителя.

По расчетам Московского отделения НИИГСа, в ближайшее время для дрожжевых цехов гидролизных заводов вполне достижимым является снижение расхода пеногасителя против среднего уровня 1959 г. (40,7 кг/т) примерно в 2 раза. Отдельные предприятия уже в 1959 г. были близки к решению этой задачи. Так, Лобвинский завод расходовал 26,6 кг, а Бирюсинский завод — 29,1 кг пеногасителя на тонну дрожжей. Следовательно, снижение в ближайшее время удельного расхода пеногасителя до 20 кг — вполне реальная задача.

Достигнуть этого можно совершенствованием технологического режима выращивания дрожжей, недопущением инфекций и посторонних примесей, вызывающих излишнее пенообразование, сокращением по возможности буферных емкостей, переходом на выращивание культур дрожжей, не дающих большого и устойчивого пенообразования, улучшением аэрационных систем. Большое значение может иметь также использование опыта хлебопекарной промышленности по применению водной эмульсии олеиновой кислоты, что должно снизить расход ее в 5—7 раз*. Значительно может быть снижен и удельный расход электроэнергии.

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что однотипные предприятия, имеющие одинаковые по мощности дрожжевые цехи, расходуют далеко не одинаковое количество электроэнергии на производство 1 т дрожжей.

Это объясняется нерациональным расходом ее на некоторых заводах. Нередко мощность установленных в дрожжевых цехах электродвигателей значительно превышает потребную; на отдельных участках производства, где по условиям работы можно обойтись без применения электроэнергии, часто действуют мощные электродвигатели.

Все это указывает на большие возможности снижения расхода электроэнергии. Некоторые предприятия уже в 1959 г. добились этого: так, Канский завод снизил расход до 2684,7 кВт·ч, а Хорский — до 3074 кВт·ч на тонну дрожжей.

Приведенные данные позволяют поставить перед дрожжевыми цехами задачу — снизить в ближайшее время удельный расход электроэнергии до уровня среднепрогрессивного фактического показателя (2775 кВт·ч/т) вместо 3259,5 кВт·ч/т по отчету за 1959 г. Для этого, прежде всего, необходимо упростить и рационализировать электрические схемы дрожжевых цехов и привести в соответствие фактические и потребные мощности электродвигателей.

* А. И. Козлов, С. А. Кан. Резервы и пути снижения себестоимости продукции на Канском гидролизном заводе. Ж. «Гидролизная и лесохимическая промышленность» № 8, 1959.

На отдельных участках можно вообще избежать расходования электроэнергии, если заменить принудительную перекачку жидкости из одних емкостей в другие самотеком; применять воздух для вращения шайбовых воздухораспределителей; внедрить флотационный метод выделения дрожжей.

Расчеты показывают, что при использовании выявленных резервов, даже при оценке общих РВ барды по средней стоимости полуфабрикатов гидролиза (250 руб./т), себестоимость кормовых дрожжей на гидролизных заводах в ближайшие годы будет в пределах 2500—2600 руб. за 1 т. Аналогичными резервами увеличения выпуска дрожжей и снижения их себестоимости располагают сульфитно-спиртовые заводы.

По проектным нормам (нормы б. Гипрогидролиза), выход дрожжей на 1 т абс. сухого сырья должен быть равным 23 кг. В 1959 г. на этих заводах выход товарных дрожжей составил всего лишь 4,7 кг. Даже максимальный выход дрожжей, достигнутый Выборгским заводом, составил 6,9 кг, или 30% проектной нормы. Следовательно, достижение проектной нормы выхода дрожжей дало бы возможность увеличить производительность дрожжевых цехов сульфитно-спиртовых заводов в среднем в 4,9 раза. Основные пути использования этого резерва те же, что и на гидролизных заводах, а именно:

а) полное использование послеспиртовой барды;

б) повышение выхода дрожжей из 1 т общих РВ.

В 1959 г. на сульфитно-спиртовых заводах, имеющих дрожжевые цехи, из 2997,9 тыс. м³ было переработано 1455 тыс. м³, или 48,3% барды. Следовательно, только за счет полного использования барды годовая выработка дрожжей могла быть увеличена более, чем в 2 раза, что позволило бы снизить себестоимость дрожжей на 14—16%.

Так как выработка спирта на заводах этой группы в 1965 г. увеличится по сравнению с 1959 г., количество барды соответственно возрастет и достигнет примерно 4018 тыс. м³, выпуск дрожжей к 1965 г. может быть увеличен почти в 2,8 раза.

Большие возможности по увеличению выработки и снижению себестоимости дрожжей дает повышение эффективности переработки барды.

Анализ показателей работы дрожжевых цехов этих предприятий и обобщение их передового опыта, а также материалы научных исследований НИИГСа позволили установить, что в ближайшее время выход дрожжей из 1 т РВ барды может быть повышен с 375,4 кг в среднем по отчету за 1959 г. до 483 кг, то есть на 28,7%.

Для этого необходимо повысить активность коллективов дрожжевых цехов в борьбе за улучшение качественных показателей, шире распространять передовой опыт, соблюдать технологический режим и совершенствовать его, внедрять в производство наиболее урожайные виды и расы дрожжей, устойчивые к SO₂, культивировать активную чистую культуру дрожжей. Так же, как и на гидролизных заводах, важным резервом снижения себестоимости сульфитных дрожжей является сокращение расхода питательных солей, пенигасителя, пара и электроэнергии на 1 т продукции. При использовании всех выявленных резервов, себестоимость 1 т кормовых дрожжей на сульфитно-спиртовых заводах может быть снижена в ближайшие годы до 1500—1600 руб.

Таким образом, как на сульфитно-спиртовых, так и на гидролизных заводах, производство кормовых дрожжей будет высокорентабельным.

ВЫХОД ФЕНОЛОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ ТЕРМОЛИЗА ДРЕВЕСИНЫ ИЗ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

М. В. КУШНЕР

Доцент, кандидат технических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

До последнего времени при проектировании заводов классической сухой перегонки в качестве исходных данных по выходам и составу химикатов проектирующие институты пользовались общеизвестными исследованиями лабораторного масштаба (Класон, Козлов, Хеулей), некоторыми данными полужаководских опытов (Пальмер, Козлов, Бенбери) с последующим корректированием их на основе опыта существующих заводов. Это положение было допустимым, так как основным объектом производства была уксусная кислота, а смола считалась обременительным отходом и, кроме того, первичный процесс, лежавший в основе производства, — термоллиз с внешним обогревом — по своему существу был неперспективен.

Развитие методов энергохимического использования древесины, появление на товарном рынке Советского Союза возрастающего количества синтетической уксусной кислоты и успешная работа ученых и производственников по исследованию химического состава пирогенных смол и технологии их переработки — совершенно по-новому поставили этот вопрос.

В настоящее время экономической основой пирогенной промышленности являются применение древесных отходов и разностороннее квалифицированное использование всего разнообразия химических продуктов, содержащихся в пирогенных смолах (прежде всего, фенолов).

Уксусная кислота и метанол считаются уже побочными продуктами. Рассматривая в этом аспекте имеющиеся данные по первичному процессу термического распада древесины, нельзя не обратить внимания на их существенную неполноту.

В литературе почти отсутствуют сведения о выходе фенолов из различного древесного сырья или они приводятся в таком виде, что их практически нельзя использовать. Так, например, выход фенолов дается не на абсолютно сухую древесину, а на смолу, при этом сведения о выходе смолы отсутствуют. В других случаях приводится выход смолы от древесины, но не указывается — о какой смоле идет речь, — об осадочной или растворимой. В третьих источниках не указывается методика определения фенолов и т. д.

В Архангельском экономическом районе в связи с развитием производства древесно-стружечных плит в большой степени возрастает

потребность в фенолах как основе для связующих материалов (термо-реактивных клеев). В лаборатории лесохимических производств Архангельского лесотехнического института была проведена серия разведывательных опытов по пиролизу лесозаготовительных отходов* и определение выходов лесохимикатов из них, в том числе (хотя бы в первом приближении) фенолов. В качестве исходного сырья использовались отходы лесозаготовок (доставленные из Ваенгского лесопункта) — неликвидная стволовая древесина лиственных и хвойных пород, а также порубочные остатки — ветки, сучья и вершины.

Термолиз отходов проводился в стационарной стальной реторте, вмещающей 25—30 кг древесины. Реторта обогревалась снаружи топочными газами. Конечная температура процесса термолиза была 450° С, продолжительность — от 4 до 6 час (в зависимости от характера сырья). Влажность отходов колебалась в пределах 27—40%.

Определение выходов и анализ продуктов термолиза производились по общепринятым методикам. Выходы отдельных продуктов термолиза в % от веса абс. сухой древесины приводятся в табл. 1.

Содержание фенолов в осадочной смоле и жижке в % от веса абс. сухой древесины приводится (в первом приближении) в табл. 2.

Таблица 1

Отходы	Влажность отходов, %	Выход продуктов пиролиза, %						
		уголь	осадочная смола	растворимая смола	летучие кислоты	метанол	эфиры	кетоны
Стволовая древесина								
березы	9,10	32,0	4,53	4,20	4,50	1,39	0,28	0,38
осины	40,5	38,0	3,56	2,75	2,77	1,0	0,26	0,32
сосны	38,10	32,0	10,25	3,50	1,24	0,65	0,28	0,33
ели	38,50	33,6	7,8	4,30	2,43	0,43	0,14	0,24
Порубочные остатки								
березовые	27,20	32,10	11,0	3,52	4,60	1,0	0,48	0,68
осиновые	37,30	31,8	8,35	3,00	4,57	0,74	0,43	0,26
еловые	37,00	32,0	5,30	2,43	1,17	0,56	0,25	0,38
сосновые	18,50	21,8	5,71	3,0	1,98	0,75	0,23	—

Таблица 2

Отходы	Содержание фенолов, %		
	в смоле	в жижке	всего
Стволовая древесина			
березы	1,42	0,7	2,12
осины	0,97	1,1	2,07
сосны	0,87	0,78	1,65
ели	1,8	0,7	2,5
Порубочные остатки			
березовые	3,1	1,6	4,6
осиновые	1,26	2,1	3,36
сосновые	0,9	0,42	1,32
еловые	1,5	0,55	2,05

* В работе принимали участие лаборанты Е. С. Лунина и М. М. Загуляева, а также студенты IV и V курсов.

При разгонке осадочной смолы получено масла от 47 до 52% и пека от 38 до 42% считая на абс. сухую смолу.

Выводы

1. Выходы продуктов термоллиза из стволовой древесины и из порубочных остатков различны. У лиственных пород осадочной смолы из порубочных остатков получилось примерно на 25% больше, чем из стволовой древесины, у хвойных — наоборот.

Выход растворимой смолы практически можно считать одинаковым для всех пород и различных видов отходов.

2. Основная масса фенолов содержится в осадочной смоле, но значительное их количество имеется и в жижке.

В осадочной смоле лиственных пород фенолов содержится 25—30%, а хвойных — 12—23%. Количество фенолов в смоле из стволовой древесины и из порубочных остатков практически одинаково. Сумарный выход фенолов, считая на абс. сухую древесину, составляет около 2% от стволовой древесины.

3. Как сырье для получения фенолов, древесина хвойных и лиственных пород приблизительно равноценна. Учитывая выход других продуктов пиролиза, таких как уксусная кислота, метиловый спирт и пр., древесина лиственных пород как сырье для термоллиза предпочтительнее.

Поступила в редакцию
16 декабря 1960 г.

О ВЯЗКОСТИ РАЗНЫХ КАНИФОЛЕЙ

Ф. А. МЕДНИКОВ

Доцент, кандидат технических наук

(Ленинградская лесотехническая академия)

М. В. ЯНИШЕВСКАЯ

Инженер

(Ленэнерго)

В процессе получения из сосновой живицы или пневого осмола, канифоль нагревается до температуры 170—180° С. До еще более высоких температур нагревается она при этерификации смоляных кислот, гидрировании и диспропорционировании. Вязкость канифоли зависит от температуры, но кроме этого на величину ее влияют состав канифоли, степень изомеризации и окисления смоляных кислот.

Вязкость растворов экстракционной канифоли в бензине в зависимости от концентрации и температуры изучалась Д. Н. Смирновым, Н. В. Феткевичем и О. В. Баданиной [5].

Изменение коэффициентов абсолютной вязкости в зависимости от изменения температуры в пределах содержания канифоли в бензине (с $t_{\text{кип}}$ 80—130° С) от 88,3 до 685 г/л можно видеть из следующих данных:

°С	спз
40	0,61—238,6
60	0,44— 58,86
100	0,29— 7,27

По данным Ф. А. Чеснокова [6] вязкость живичной канифоли возрастает с 7° Е (при 150° С) до 35° Е (при 130° С). Вязкость расплавленной канифоли по исследованиям, проведенным во ВНИИ синтетического каучука им. С. В. Лебедева, составляет при 170° С — 2° Е, а при 130° С — 32° Е. При температуре 120° С она повышается до 120° Е.

У окисленной экстракционной канифоли вязкость примерно в 10 раз больше, чем у обычного продукта, полученного из осмола [2].

В нашей работе определялась вязкость живичной канифоли, полученной с разных заводов, экстракционной канифоли и абиетиновой смолы. Использовался вискозиметр Энглера с соплом $d = 5$ мм и $l = 20$ мм. Прибор состоял из двух латунных цилиндрических сосудов. Наружный представляет собой масляную баню, заполненную автолом или другим маслом с температурой вспышки не ниже 180° С. Обогрев прибора — электрический, при помощи изолированной спиральной обмотки. Время истечения одного и того же образца канифоли определялось дважды.

Разница в параллельных определениях не превышала 10 сек. «Водное число» вискозиметра определялось перед испытанием каждого образца канифоли. Им условно считалось время истечения 200 мл воды при 20° С.

Для выражения вязкости канифоли в градусах Энглера время истечения в секундах делилось на водное число, величина которого изменялась в пределах от 13 до 14.

Опыты проводились при температурах 110—225° С с интервалом, как правило, в 10° С.

Результаты определений приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Температура, °С	Вязкость канифоли, °Е						
	живичной					экстракционной (Вахтанской) № 6	абнетиновой смолы (Киевской) № 7
	Тихвинской № 1	Горьковской № 2	из КНР № 3	из КНР № 4	Киевской № 5		
110	119,0	79,7	82,2	106,1	101,0	—	—
120	—	—	38,8	33,5	26,3	45,2	—
130	23,0	11,2	14,0	12,0	—	25,4	—
140	—	—	7,2	6,5	4,4	12,4	—
150	4,5	1,7	3,1	2,8	3,0	6,6	—
160	—	—	2,4	2,0	2,2	—	77,6
170	—	1,6	1,7	—	—	2,4	17,0
180	1,8	—	1,5	1,5	—	1,7	—
190	1,4	1,5	—	1,4	—	1,5	—
200	—	—	1,4	1,3	1,4	1,4	3,1
210	1,3	1,2	1,3	1,2	—	—	—
220	—	—	1,1	1,1	—	—	—
225	—	—	—	—	—	1,3	—

При выполнении теплотехнических и гидромеханических расчетов чаще всего приходится пользоваться динамической вязкостью (μ), выраженной в сантипуазах.

Перевод вязкости канифоли из градусов Энглера в систему CGS проводился по эмпирической формуле [1]

$$\mu = \left(0,0731 \cdot ^\circ\text{E} - \frac{0,0631}{^\circ\text{E}} \right) \gamma, \quad (1)$$

где μ — вязкость в сантипуазах;
 $^\circ\text{E}$ — вязкость в градусах Энглера;
 γ — удельный вес канифоли в $\text{г}/\text{см}^3$.

Удельный вес твердой живичной канифоли по определениям ВНИИСК составляет 1,008. Коэффициент объемного расширения расплавленной канифоли по расчетным данным Д. К. Коллерова [3], [4] равен 0,00055.

Пользуясь этими цифровыми значениями, определение удельного веса жидкой канифоли при разных температурах производили по формуле

$$\gamma_t = \gamma_0 - 0,00055t,$$

где t — температура в °С;
 γ_0 — удельный вес канифоли при 0° С.

Результаты оформлены графически (см. рис. 1).

Полученные данные о вязкости разных видов канифоли могут быть использованы при расчетах испарительно-уваривательных установок канифольно-терпентинного и канифольно-экстракционного производства

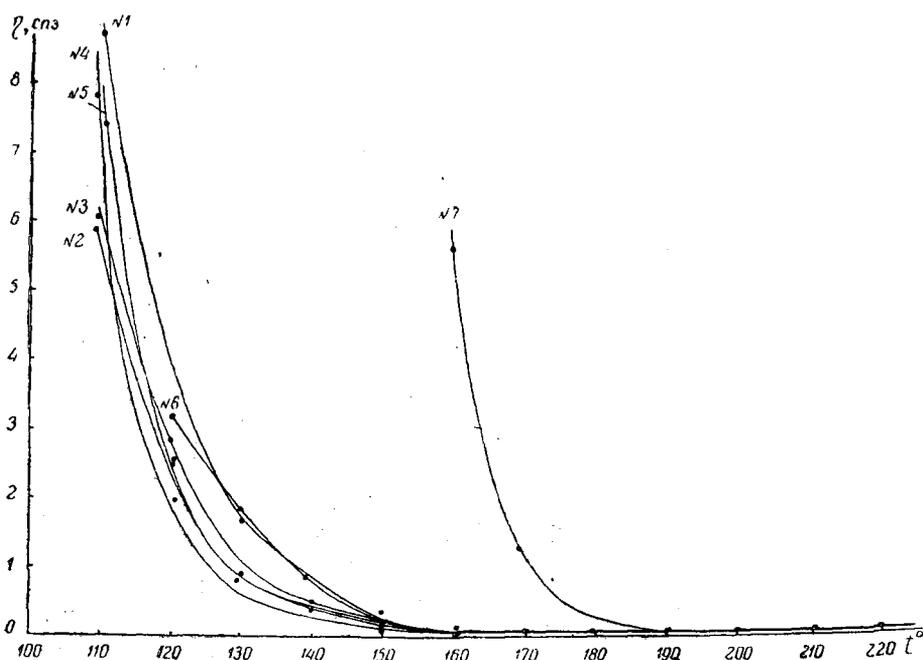


Рис. 1. Вязкость разных видов канифоли.

для установления и уточнения режимов работы канифолеваренных колонн с учетом гидродинамического сопротивления в них, а также при получении разнообразных производных канифоли, в том числе модифицированной канифоли.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. С. Васечкин. Технология экстрактивных веществ. Гослесбумиздат, 1953, стр. 116. [2]. В. И. Вершук, Н. А. Гурич. Методы анализа сырья и продуктов канифольно-скипидарного производства. Гослесбумиздат, 1960, стр. 76. [3]. Д. К. Коллеров. Физико-химические свойства сланцевых и каменноугольных смол. Гостоптехиздат, 1951. [4]. Д. К. Коллеров. Труды ВНИИПС, № 10, 1954, стр. 228. [5]. Д. Н. Смирнов, Н. В. Феткевич, О. В. Баданина. Сборник лесохимических работ ЛТА под редакцией Н. И. Никитина. Л., 1938, стр. 59. [6]. Ф. А. Чесноков. Технология терпентина. Архангельск, 1934, стр. 7.

Поступила в редакцию
13 февраля 1961 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ ЧЕРНОЙ ОЛЬХИ (*Alnus glutinosa* Gaertn.), ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В УСЛОВИЯХ ЛИТОВСКОЙ ССР

В. А. СТИНСКАС

И. о. доцента

(Литовская сельскохозяйственная академия)

В Литовской ССР ольховые насаждения занимают 5,2% лесопокрытой площади республики. По типам леса они распределяются следующим образом: ольшаники крапивные — 28,4%, касатиковые — 27,8% и осоковые — 43,8%.

Пробные площади были заложены в лесах Казлу-Рудского лесхоза.

1. Ольшаник крапивный (*Alnetum urticosum*), Д₅. Состав 8Ол2Е, средний возраст 75 лет, бонитет I, полнота 0,8; почва перегнойно-глеевая, рельеф — ровная впадина.

2. Ольшаник касатиковый (*Alnetum iridosum*), С₅-Д₅. Состав 9Ол1Е, средний возраст 66 лет, бонитет II, полнота 0,9; почва перегнойно-глеевая, рельеф ровный.

3. Ольшаник осоковый (*Alnetum caricosum*), С₅. Состав 10Ол + Е, средний возраст 69 лет, бонитет III, полнота 0,8; почва торфяно-перегнойная глеевая, рельеф — небольшая равнинная впадина.

Закладка пробных площадей и отбор модельных деревьев (по 6 шт. на каждой пробной площади) выполнены по ОСТ НК Леса 196 [2]. Модели, в основном семенного происхождения, были срублены на первой, второй и третьей пробных площадях соответственно 6, 12 и 10 июля 1956 г.

Из каждого дерева были вырезаны по три кряжа длиной в три метра: первый с торцовым срезом на высоте груди, второй — по середине ствола (1,5 м вниз и 1,5 м вверх от середины ствола) и третий — на расстоянии 1,5—2,0 м вниз по стволу от начала живой кроны.

Распиловка кряжей для получения середовой доски, дальнейшая распиловка этой доски на рейки, изготовление и испытание образцов произведены согласно ГОСТу 6336—52 [1].

Использовалась пятитонная испытательная универсальная разрывная машина типа Р-5, а также копер конструкции ЦНИИМОДа и прибор конструкции проф. А. Х. Певцова.

Всего было изготовлено около 8000 образцов и произведено 11837 испытаний. Обработывались данные методом вариационной статистики.

Для определения влажности свежесрубленной древесины по поперечному сечению ствола использовались секторовидные образцы, выколотые из дисков толщиной в 3—4 см и разделенные на три примерно равные части: периферическую, среднюю и центральную.

Результаты определения физико-механических свойств приведены в табл. 1.

Сравнение показывает, что в основном абсолютные показатели физико-механических свойств черной ольхи наименьшими оказались в ольшанике осоковом, несколько выше — в ольшанике касатиковом и наибольшие — в ольшанике крапивном. Это свидетельствует о том, что древесина ольхи, произрастающей в лучших лесорастительных условиях, отличается в целом и лучшими техническими качествами.

Показатели физико-механических свойств древесины черной ольхи по радиусу ствола от периферии к центру уменьшаются. Однако по высоте ствола от комля к вершине несколько увеличиваются. Это обстоятельство подтверждается и другими исследователями [5], но противоречит до сих пор существующему мнению, что показатели механических свойств древесины черной ольхи от комля к вершине уменьшаются [3], [4].

Таблица 1

Физико-механические свойства	Единицы измерения	Ольшаники		
		крапивный	касатиковый	осоковый
Влажность				
периферической части ствола . . .	%	77,0	72,0	77,9
средней	"	66,0	60,5	69,5
центральной	"	48,0	48,7	58,0
на высоте груди	"	69,6	57,3	70,8
по середине ствола	"	60,1	56,4	67,5
на расстоянии 1—2 м от кроны . . .	"	61,2	64,8	73,8
Число годовых слоев в 1 см	шт.	6,4 ± 0,132	7,1 ± 0,29	7,5 ± 0,239
Объемный вес				
в абс. сухом состоянии	г/см ³	0,51 ± 0,003	0,50 ± 0,003	0,49 ± 0,002
при 15%-ной влажности	"	0,54 ± 0,03	0,53 ± 0,003	0,53 ± 0,003
Кoeffициент объемной усушки	%	0,54 ± 0,0048	0,53 ± 0,0054	0,49 ± 0,0049
Предел прочности при сжатии вдоль волокон	кг/см ²	385,3 ± 3,6	402,7 ± 3,4	399,5 ± 3,0
Предел прочности при растяжении вдоль волокон	"	805 ± 23,3	939,7 ± 34,4	895,8 ± 22,8
Предел прочности при статическом изгибе в тангентальной плоскости	"	728,3 ± 8,0	702,9 ± 9,0	701,1 ± 5,8
Предел прочности при скалывании вдоль волокон	"			
в тангентальной плоскости	"	75,4 ± 0,937	67,8 ± 0,90	76,1 ± 1,01
в радиальной	"	66,8 ± 0,970	61,2 ± 0,80	58,9 ± 0,80
Предел прочности при ударном изгибе в тангентальном направлении	кгм/см ³	0,258 ± 0,0045	0,267 ± 0,0063	0,248 — 0,0042
Статическая твердость				
торцовая	кг/см ²	350,7 ± 4,49	322,6 ± 4,6	304,1 — 3,18
радиальная	"	253,3 ± 2,17	240,5 ± 3,10	221,1 — 1,80
тангентальная	"	229,2 ± 3,30	219,7 ± 2,80	212,4 — 1,80
Ударная твердость	кгм/мм ²	766,3 ± 5,8	742,2 ± 4,2	723,9 — 3,6
Модуль упругости при сжатии вдоль волокон	тыс. кг/см ²	158,1 ± 3,8	151,8 ± 3,4	147,2 — 2,6

По сравнению со средними данными для древесины черной ольхи из других районов (за исключением Латвийской и Белорусской ССР) физико-механические свойства черной ольхи, произрастающей в Литовской ССР, на 2—24% выше.

Результаты исследования позволяют сделать вывод, что условия произрастания оказывают существенное влияние на физико-механические свойства черной ольхи.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. ГОСТ 6336—52. Лесоматериалы. Методы физико-механических испытаний древесины. Стандартгиз, М., 1952. [2]. ОСТ НК Леса 196. Метод выбора модельных деревьев для исследования физико-механических свойств древесины насаждений. М., 1947. [3]. Л. М. Перелыгин. Физико-механические свойства черной ольхи Московской области и влияние на них ложного ядра. Научные труды, выпуск 4, Московский лесотехнический институт, М., 1955. [4]. Л. М. Перелыгин. Древесиноведение. Изд-во «Советская наука», М., 1957. [5]. А. Д. Юкна и К. К. Тылтыньш. Физико-механические свойства черной ольхи, произрастающей в Латвийской ССР. Труды Института лесохозяйственных проблем, т. X, Рига, 1956.

Поступила в редакцию
12 июля 1960 г.

СМОЛЯНЫЕ ВМЕСТИЛИЩА У МОЖЖЕВЕЛЬНИКА
ОБЫКНОВЕННОГО*(Juniperus communis L.)*

Э. И. АДАМОВИЧ

Профессор, доктор биологических наук

(Пермский сельскохозяйственный институт)

Широко распространенный в СССР можжевельник обыкновенный является одним из представителей семейства кипарисовых (*Cupressaceae*), к которому принадлежит и туя алжирская (*Tetraclinis articulate* Mast.). Из туи алжирской, основные запасы которой находятся в Африке, путем подсочки добывается смолистое вещество — «сандарак», используемый в производстве картинных лаков, особых сортов бумаги, в медицине.

При осмотре старых можжевельников очень часто можно видеть на их стволах комочки светлой смолы, которая выделилась из глубоких трещин коры. То же самое наблюдается при искусственном поранении ствола можжевельника.

По сообщению А. Д. Винера* такая можжевельниковая смола качественно очень сходна с импортным сандаракком и может успешно заменять его при всех условиях и требованиях. Для того, чтобы решить вопрос о возможности подсочки можжевельника обыкновенного с целью получения отечественного сандарака, в первую очередь необходимо иметь определенные сведения о строении его смолоносной системы. Имеющиеся сведения кратки и отрывочны и ими нельзя пользоваться при решении вопроса о способе добывания смолистых веществ — заменителей сандарака — из можжевельника. Поэтому мы сочли необходимым исследовать с этой целью все органы и ткани данного растения.

Остановимся сначала на результатах исследования смоляных вместилищ в коре молодого побега, хвое и шишках.

Молодой побег на поперечном срезе представляет собой обычно трехгранную фигуру, в ребрах (листовые подушки) которой находится по одному смоляному ходу.

Диаметр смоляного хода в листовой подушке колеблется от 0,09 до 0,19 мм, длина зависит от длины листовой подушки, так как обычно он начинается слепо вблизи нижней мутовки и идет вверх до верхней соседней мутовки, обрываясь у ее основания.

Листовые подушки, с заключенными в них смоляными ходами, отмирают, отрезаются пробкой уже на втором году существования и опадают совершенно на третьем — четвертом году.

Каждая отдельная хвоинка также имеет по одному смоляному ходу, диаметр которого на середине длины у разных игол колеблется от 0,07 до 0,11 мм.

В шишках можжевельника смоляные вместилища находятся в мякоти чешуек. У шишек зеленых в каждой отдельной чешуйке имеется по одному основному смоляному ходу, которые начинаются у основания и заканчиваются вблизи ее верхушки. Когда чешуи начинают набухать, превращаться из жестких в мясистые, тогда в их мякоти возникают отдельные (5—13 шт.) мелкие, почти точечные смоляные вместилища округлой формы. С созреванием шишки эти смоляные вместилища немного увеличиваются в объеме, удлиняются, а некоторые из них иногда анастомозируют с основными смоляными ходами чешуи. Диаметр основных смоляных ходов в шишках — около 0,2—0,3 мм; диаметр округлых смоляных вместилищ 0,08—0,1 мм.

Кроме описанных выше, у можжевельника имеются смоляные вместилища во вторичной коре, в лубяном слое коры. Однако они появляются здесь лишь на третьем —

* А. Д. Винер. Лаки и их применение. М., 1934.

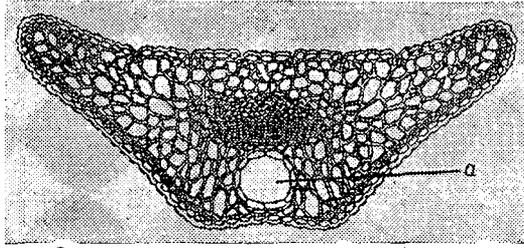


Рис. 1. Смоляной ход (а) на поперечном срезе хвоя можжевельника обыкновенного.

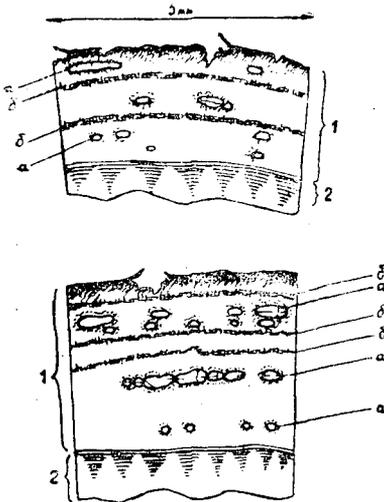


Рис. 2. Типичное расположение и строение смоляных вместилищ в многолетней коре можжевельника обыкновенного (два поперечных среза коры).

а — смоляные вместилища; б — слои пробковой ткани.

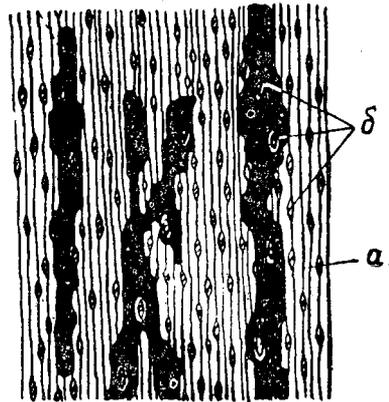


Рис. 3. Типичное расположение и строение смоляных вместилищ на продольном (тангентальном) срезе многолетней коры можжевельника обыкновенного.

а — смоляные ходы (затушеваны); б — сердцевинные лучи.

четвертом году, причем не в молодом лубе, только что отложенном камбием, а именно в том, который возник здесь 3—4 года назад, то есть в лубе стареющем. Это доказывает, что образование смоляных вместилищ в лубяном слое коры происходит без участия камбия.

Таким образом, появившись в наружной части лубяного слоя коры у трех—четырёх-летнего побега, смоляные вместилища в дальнейшем возникают ежегодно по одному ряду в каждом последующем 3—4-летнем слое луба. Но поскольку наружные слои луба отмирают в процессе коркообразования и отделяются пробкой с 6—9-летнего возраста коры (и этот процесс все время продолжается), то обычно на поперечном срезе коры количество таких годичных рядов смоляных вместилищ во всем живом лубяном слое ее не превышает двух—трех.

Начальные процессы образования смоляных вместилищ происходят шизогенно. В дальнейшем развитии участвуют и лизигенные процессы, поэтому в полости старых смоляных вместилищ почти всегда можно наблюдать разрушающиеся ткани.

Появившись в лубяной паренхиме в виде смолоносного межклетника, смоляное вместилище постепенно увеличивается, то есть растет в ширину и длину до тех пор, пока не будет захвачено коркообразовательными процессами, после чего отмирает. Во время отмирания здесь явственно наблюдается появление лизигенного усыхания данного участка коры. Вследствие лизигенных процессов увеличение полости смоляного вместилища происходит некоторое время и после отделения его пробкой от внутренней части лубяного слоя.

В процессе роста в ширину (в тангентальном направлении) соседние смоляные вместилища, вытягиваясь в эллипсоидальную фигуру (на поперечном срезе), могут сливаться друг с другом. На первом году появления смоляных вместилищ диаметр их находится обычно в пределах (в среднем по двум осям эллипса) от $0,02 \times 0,03$ мм до $0,09 \times 0,13$ мм. В старой мертвой коре встречаются более крупные — с диаметром до $0,22 \times 0,80$ мм. Длина их (вдоль ствола) также увеличивается с возрастом, но обычно не превышает 3—4 см. Поскольку соседние смоляные вместилища анастомозируют между собой, то длина их может оказаться большей, однако наблюдающаяся при этом извилистость не дает возможности проследить их действительную длину.

Среднее число смоляных ходов на определенной площади поперечного разреза коры установить затруднительно, так как в одних случаях они располагаются по годовичному кольцу коры очень густо, образуя иной раз почти сплошную цепочку ходов по всей окружности ствола, в других случаях их имеется только несколько, в третьих — может не оказаться совсем на том или ином годовичном кольце коры.

В древесине ветвей, ствола и корней никаких смоляных вместилищ не установлено. Не оказалось их и в древесине наплывов, образовавшихся в результате поранений ствола.

Смоляные ходы хвон и шишек, пересекаясь у своего основания, не сообщаются со смоляными ходами коры. Смоляные ходы, расположенные в листовых подушках, также замкнуты в них и притом сравнительно скоро отмирают. Таким образом при подсочке можжевельника обыкновенного можно ориентироваться только на смоляные ходы, расположенные в лубяном слое коры.

Поступила в редакцию
25 ноября 1960 г.

ОПЫТ ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ЛИСТВЕННОЙ СУКАЧЕВА

Н. А. КОНОВАЛОВ

Профессор, доктор биологических наук

(Уральский лесотехнический институт)

Работники кафедры лесоводства Уральского лесотехнического института изучают биологические, экологические и биогеоценотические особенности лиственницы Сукачева. Это изучение не может ограничиться только наблюдениями в природных условиях, а требует постановки ряда экспериментов. В частности, семена лиственницы Сукачева обладают низкой всхожестью [4]. Поэтому постановка опытов по повышению всхожести ее семян имеет не только теоретическое, но и практическое значение, если учитывать применяющийся подсев семян на вырубках.

Вопрос о повышении всхожести семян лиственницы Сукачева привлекал внимание многих исследователей.

П. И. Дементьев [3], К. Е. Никитин [7], Н. Р. Письменный [8], В. В. Грибков [1], Е. Лаас [6] и некоторые другие авторы рекомендуют применять стратификацию или снегование семян лиственницы Сукачева. В. П. Тимофеев [10] предлагает вымачивание их в известковом молоке. А. А. Присяжнюк [9], В. В. Грибков и В. Д. Сазонов [2] вымачивали семена лиственницы сибирской, в экологическом отношении близкой к лиственнице Сукачева, в микроэлементах.

Первые опыты по повышению всхожести семян лиственницы Сукачева с применением низких положительных температур нами были поставлены в 1953 г. [5]. Опытные семена имели повышенную грунтовую всхожесть, а выращенные из них сеянцы были выше контрольных в 2,5—3 раза.

Новая серия опытов относится к 1955 г., итоги подведены в 1956 г. Результаты их излагаются в данной статье.

Семена лиственницы Сукачева сбора 1954 г. были получены из г. Серова, Свердловской области. Хранились они в закупоренной бутылке, которая стояла в холодильнике при температуре $+2^{\circ}$ — $+3^{\circ}$ С.

Семена перед посевом вымачивались 1, 2 и 3 дня в известковом молоке и заливались на этот же срок горячей водой с температурой около 60° . Поздней осенью они высевались на грядки опытного питомника. Техническую часть работы выполняли б. студентка института Л. Л. Кесиколуос и отчасти ст. лаборантка С. Н. Васильева.

Часть семян в сухом виде была положена под снег. Весной 1956 г. семена были вынуты и обработаны так же, как и при осеннем посеве.

20 г семян в каждом варианте опыта и контроля высевались на 3 пог. м грядки. При подведении итогов высчитывалось среднее количество сеянцев на 1 пог. м.

Результаты опытов представлены в табл. 1, где дается среднее количество однолетних сеянцев на 1 пог. м.

Вторая серия опытов была поставлена весной 1956 г., а итоги подведены осенью 1957 г. Всю техническую часть опытов вела б. студентка института Л. П. Макарова.

Главное внимание в этих опытах уделялось применению микроэлементов при предпосевной обработке семян. Для каждого варианта опыта и контроля было взято по 500 семян лиственницы Сукачева того же происхождения, что и в предыдущей серии. Для намачивания использовались 0,1%-ный раствор борной кислоты, 0,1%-ный раствор марганцевокислого калия, 0,2%-ный раствор сернокислого цинка, 0,2%-ный раствор сернокислого марганца, 0,001%-ный раствор гетероауксина (в опытах, проведенных весной 1956 г. в полевых условиях на тяжелых и бесструктурных почвах, вместо сернокислого марганца применен сернокислый кальций). Семена выдерживались в растворах 12 и 24 часа, после чего они немного просушивались и проращивались в лаборатории.

Таблица 1

Варианты опытов	Осенний посев	Весенний посев	
		семенами из-под снега	сухими семенами
Вымачивание в известковом молоке			
3 дня	36	40	81
2 "	81	49	76
1 день	121	37	61
Заливание горячей водой на			
3 дня	0	78	72
2 "	34	103	42
1 день	75	104	45
Контроль	86	86	16

Данные о прорастании семян приведены в табл. 2, данные учета двухлетних сеянцев — в табл. 3 (в числителе — после намачивания в течение 12, в знаменателе — 24 час).

Таблица 2

Растворы	Количество проросших семян	
	в лаборатории	в полевых условиях
Борная кислота	$\frac{188}{239}$	$\frac{43}{111}$
Марганцевокислый калий	$\frac{201}{224}$	$\frac{53}{78}$
Сернистый марганец	$\frac{212}{207}$	$\frac{69^*}{57^*}$
Сернистый цинк	$\frac{223}{226}$	$\frac{80}{91}$
Гетероауксин	$\frac{254}{193}$	$\frac{104}{73}$
Контроль	217	60

* — опыты с сернистым кальцием.

Таблица 3

Растворы	Среднее количество сеянцев на 1 лог. м, шт.	Средний вес одного сеянца, г
Борная кислота	$\frac{17}{44}$	$\frac{0,410}{0,640}$
Марганцевокислый калий	$\frac{21}{31}$	$\frac{0,479}{0,851}$
Сернистый калий	$\frac{27}{23}$	$\frac{0,619}{0,881}$
Сернистый цинк	$\frac{32}{36}$	$\frac{0,780}{1,100}$
Гетероауксин	$\frac{42}{29}$	$\frac{0,188}{0,258}$
Контроль	24	0,531

В заключение можно сделать следующие краткие выводы и предложения.

1. Применение пониженной ($+1^{\circ} - +3^{\circ}$) температуры в течение 25—30 дней не только повышает всхожесть семян, но в 2,5—3 раза ускоряет рост сеянцев.
2. Вымачивание сухих семян в известковом молоке в течение 3, 2 и 1 дня перед весенним посевом повышает всхожесть по сравнению с контролем в 4—5 раз.
3. Хорошие результаты дает заливание семян на 3, 2 и 1 день горячей водой при весеннем высеве.
4. Положительный эффект получен при позднеосеннем посеве семян без всякой обработки, давшем более высокую всхожесть даже по сравнению с обработанными весной семенами.
5. Из микроэлементов наибольшее влияние оказал 0,2%-ный раствор сернокислого цинка. Он во всех вариантах вызвал повышение грунтовой всхожести семян и увеличение веса сеянцев в 1,5—2 раза по сравнению с контролем.
6. На втором месте по содействию росту сеянцев стоят 0,1%-ный раствор марганцевокислого калия и 0,2%-ный раствор сернокислого кальция при 24-часовой обработке семян. Они увеличили вес сеянцев более чем в 1,5 раза. Кроме того, раствор марганцевокислого калия способствовал выжиманию двухлетних сеянцев.
7. Раствор борной кислоты в концентрации 0,1% вызвал повышение грунтовой всхожести семян почти в два раза при их обработке в течение 24 час, но вес сеянцев увеличился всего на 20%.
8. Воздействие в течение 12 час 0,001%-ного раствора гетероауксина дало лишь увеличение всхожести семян, но в обоих вариантах сеянцы были в два с лишним раза меньше контрольных по весу.
9. Проведенные опыты показали, что встает еще ряд вопросов о концентрации растворов тех или иных химических реактивов и о длительности вымачивания в них семян. Наши данные надо рассматривать как один из вариантов изучения предпосевной обработки семян лиственницы Сукачева.
10. Наши опыты позволяют рекомендовать намачивание семян в известковом молоке, в растворе борной кислоты, марганцевокислого калия, сернокислого цинка и сернокислого кальция, а также заливание горячей водой.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. В. Грибков. Подготовка к посеву семян лиственницы сибирской. «Лесноинженерное дело» № 3, 1958. [2]. В. В. Грибков, В. Д. Сазонов. Опыт предпосевной обработки семян лиственницы микроэлементами. «Лесное хозяйство» № 7, 1960. [3]. П. И. Деметьев. Опыт выращивания лиственницы в Бронницком лесничестве. Сб. «Внедрение лиственницы в лесные насаждения», Гослесбумиздат, М.-Л., 1956. [4]. Н. В. Дылис. Сибирская лиственница. Изд. Московского общества испытателей природы, М., 1947. [5]. Н. А. Коновалов. Предпосевная обработка семян древесных растений. Сб. трудов по лесному хозяйству, вып. 2, Свердловск, 1954. [6]. Е. Лаас. О значении срока посева и предпосевной обработки семян лиственницы при выращивании посадочного материала. Сб. научных трудов Эстонской сельскохозяйственной академии, № 6, 1959. [7]. К. Е. Никитин. Лиственница на Украине. Сб. «Внедрение лиственницы в лесные насаждения», Гослесбумиздат, М.-Л., 1956. [8]. Н. Р. Письменный. Заготовка семян, выращивание посадочного материала и создание культур лиственницы. Сб. «Внедрение лиственницы в лесные насаждения», Гослесбумиздат, М.-Л., 1956. [9]. А. А. Присяжнюк. Влияние различных протравителей на энергию прорастания, техническую и грунтовую всхожесть семян лиственницы сибирской. «Известия высших учебных заведений», «Лесной журнал» № 4, 1960. [10]. В. П. Тимофеев. Лиственница как лесообразователь зоны смешанных лесов и лесостепи и особенности ее культуры. Сб. «Внедрение лиственницы в лесные насаждения», Гослесбумиздат, М.-Л., 1956.

Поступила в редакцию
28 ноября 1960 г.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

КООРДИНАЦИОННОЕ СОВЕЩАНИЕ В ВАСХНИЛ

П. И. ВОЙЧАЛЬ

Доцент, кандидат сельскохозяйственных наук

(Архангельский лесотехнический институт)

30—31 марта 1961 г. состоялось координационное совещание при ВАСХНИЛ по проблеме «Разработка рациональных методов ведения лесного хозяйства и восстановления лесов хозяйственно ценными породами на вырубках и гарях лесной зоны и в горных лесах СССР». (Руководитель проблемы и председатель координационного Совета по проблеме акад. ВАСХНИЛ, доктор сельскохозяйственных наук, проф. И. С. Мелехов, заместитель руководителя, чл.-корр. ВАСХНИЛ, доктор биологических наук, проф. С. С. Пятницкий).

В совещании приняли участие представители ряда научно-исследовательских учреждений, вузов и производства.

Вступительное слово произнес И. С. Мелехов, определивший задачи и цели совещания и вкратце осветивший работу по проблеме за период, истекший после предыдущего координационного совещания.

С докладами о выполнении проблемы во Всесоюзном научно-исследовательском институте лесоводства и механизации лесного хозяйства выступили Д. И. Дерябин (лесовосстановление на вырубках и гарях лесной зоны), К. Б. Лоцицкий (рубки и лесовосстановление в горных районах) и Н. М. Панкратова (применение гербицидов). В последующих сообщениях и выступлениях были отражены работы по проблеме, проводимые на Урале (В. Д. Голев, Б. П. Колесников), в Сибири (Г. В. Крылов), на Европейском Севере (Н. А. Лазарев, Ф. Б. Орлов, Н. О. Соколов, Г. Л. Тышкевич), на Украине (Д. В. Воробьев, П. П. Изюмский, Д. Д. Лавриненко, П. С. Пастернак), на Северном Кавказе (А. И. Ильин, В. И. Какушкин, И. И. Ханбеков), в Средней Азии (Ф. К. Кочерга). Ряд сторон проблемы был затронут в выступлениях Н. Р. Письменного, А. Л. Новикова, В. С. Шумакова, Б. Д. Зайцева, Г. А. Ларюхина, Б. П. Соловьева и др.

Итоги совещания были подведены в выступлениях С. С. Пятницкого и И. С. Мелехова.

В разработке проблемы в 1960 г. участвовали отраслевые научно-исследовательские институты лесного хозяйства (Всесоюзный, Ленинградский, Украинский, Белорусский, Среднеазиатский, Азербайджанский, Казахский), учреждения системы АН СССР (Институт леса и лесохимии, Институт леса и древесины Сибирского отделения, Институты леса Карельского филиала и Грузинский. Лаборатория лесоведения Уральского филиала, отдел леса биологического института Сибирского отделения и Коми филиала), вузы (Архангельский и Львовский лесотехнические и Харьковский сельскохозяйственный институты).

Усилия научных учреждений в 1960 г. были сконцентрированы на следующих главных вопросах:

1. Разработка системы мероприятий по восстановлению хозяйственно ценных пород на вырубках при механизированных лесозаготовках и на гарях.

2. Усовершенствование химических способов борьбы с нежелательной древесной, кустарниковой и травяной растительностью на вырубках и в молодняках естественного и искусственного происхождения.

3. Системы рубок главного пользования в равнинных лесах СССР.

4. Лесорастительное районирование, типы леса и разработка комплекса лесохозяйственных мероприятий в зонально-типологическом разрезе.

5. Разработка рациональных методов ведения хозяйства в горных лесах СССР, в том числе:

а) изучение лесорастительных условий, типов леса и водоохранных свойств горных лесов;

б) усовершенствование способов рубок главного пользования и технологий лесоразработок в горных лесах СССР;

в) разработка способов облесения горных склонов на базе механизации работ;

г) способы рубок ухода и реконструкции насаждений в горных условиях;

д) разработка мероприятий по борьбе с главнейшими вредителями и болезнями горных лесов.

В итоге исследований, проведенных по проблеме, даны выводы и предложения, которые имеют важное значение в научном и практическом смысле. К ним относятся:

1) лесорастительное районирование отдельных районов европейской части СССР и Западной Сибири;

2) принципы и методы классификации концентрированных вырубок; их типологии;

3) способы сохранения подроста при современных методах эксплуатации леса;

4) основные технологические схемы лесовосстановительных работ в лесной и лесостепной зонах;

5) агрофизическая характеристика различных способов подготовки почвы под лесные культуры новыми почвообрабатывающими орудиями в лесной зоне;

6) предварительные рекомендации по применению химических методов борьбы с нежелательной древесной и кустарниковой растительностью в культурах и естественных молодняках лесной зоны и в горных районах;

7) основные положения системы рубок главного пользования в равнинных и горных лесах;

8) рациональные способы рубок для горных лесов Северного Кавказа и Карпат;

9) способы создания культур бука на открытых площадях в горных районах и агротехника механизированной обработки при облесении горных склонов;

10) государственные испытания террасера Т-4, рыхлителя террас РТ-2, культиватора-рыхлителя террас;

11) классификация типов леса для УССР и в том числе районов Крыма и Карпат;

12) предложения по уточнению способов и техники рубок ухода и реконструкции в горных лесах Карпат, Крыма и Северного Кавказа.

Совещание одобрило тематический план по проблеме на 1961 г. и выдвинуло следующие дополнительные задачи, подлежащие решению в перспективе.

1. Изучение экономических вопросов при разработке методов лесовосстановления в различных зонах, в том числе по определению экономической эффективности рекомендованных мероприятий.

2. Изучение смены пород и определение ее роли в изменении лесорастительных свойств почвы.

3. Исследование процессов заболачивания концентрированных вырубок и разработка мер борьбы с заболачиванием.

4. Постановка гидрологических исследований в горных районах, изучение эрозии и разработка мер по ее предупреждению.

5. Продолжение разработки технологии лесосечных работ, позволяющей сохранить наибольшее количество подроста на вырубках и улучшить условия для лесовосстановительных работ.

6. Создание аппаратуры и механизмов по химической окорке лесоматериалов, защите леса от болезней и массовых вредителей и быстрой ликвидации лесных пожаров на вырубках и вокруг рабочих поселков.

7. Разработка мер борьбы с выжиманием культуры морозом.

8. Установление эффективных сроков посева хвойных пород в условиях различных районов таежной зоны.

9. Разработка вопросов дорожного строительства в лесах.

10. Изучение способов исправления малочисленных насаждений, в первую очередь в горных условиях.

11. Изучение оптимальной и минимальной допустимой лесистости в северных районах европейской территории Союза, а также Сибири, в связи с вводом в эксплуатацию новых лесных массивов.

Координационный Совет подчеркнул необходимость еще более тесной координации между научными учреждениями, их кооперирования, комплексного изучения вопросов; отмечены также пожелания об улучшении условий проведения научных исследований и их внедрения в производство; высказана просьба увеличить контингент приема на лесохозяйственные факультеты, ввиду растущего недостатка в кадрах специалистов по лесному хозяйству.

Совещание указало также на необходимость широкого обмена информацией о проводимой работе, как путем выпуска научно-информационных бюллетеней, так и путем использования журналов («Лесное хозяйство», «Лесной журнал», «Вестник сельскохозяйственной науки»); кроме того признано целесообразным проводить совещания по отдельным узловым вопросам проблемы.

Отвечая на призыв московских ученых о достойной встрече XXII съезда КПСС, участники координационного совещания обязались высококачественно выполнить тематический план 1961 г. и передать ряд предложений для внедрения в лесохозяйственное производство.

ЗА РУБЕЖОМ

ЛЕСОКУЛЬТУРНОЕ ДЕЛО В НОРВЕГИИ

А. Р. РОДИН

Кандидат сельскохозяйственных наук

(Московский лесотехнический институт)

В сентябре 1960 г. делегация профессорско-преподавательского состава и студентов лесотехнических вузов Советского Союза посетила Норвегию. Во время 20-дневного пребывания мы имели возможность объехать центральную часть страны и ознакомиться с постановкой высшего лесотехнического образования, а также с ведением лесного хозяйства, лесной и деревообрабатывающей промышленностью.

Лесосеменное дело. Вся территория Норвегии разделана на лесорастительные районы с учетом высоты над уровнем моря. Переброска посевного и посадочного материала из одной зоны в другую не рекомендуется; это допускается лишь в отдельных случаях.

В Норвегии собирают семена сосны, ели, березы и реже лиственницы. Руководит работой лесничий с высшим лесотехническим образованием, которому помогают техники лесного хозяйства; собирают семена рабочие-сборщики. Собранные шишки отправляют на лесосеменной завод для переработки.

Семеновозов в г. Хамморе, который мы осмотрели, представляет собой пятиэтажное здание площадью 9,5 тыс. м² (рис. 1). Поступающие на переработку шишки поднимаются лифтом на пятый этаж, где после подсушки в воздушном потоке хранятся в мешках до переработки.

С пятого этажа по специальным люкам, устроенным в полу, они поступают на четвертый этаж, где выдерживаются в течение 15 мин в воде комнатной температуры (это способствует быстрому раскрытию их при сушке). Увлажненными шишками заполняют шесть независимых друг от друга шишкосушильных барабанов, находящихся на третьем этаже семеновоза. В каждый барабан засыпают до 200 л шишек, которые

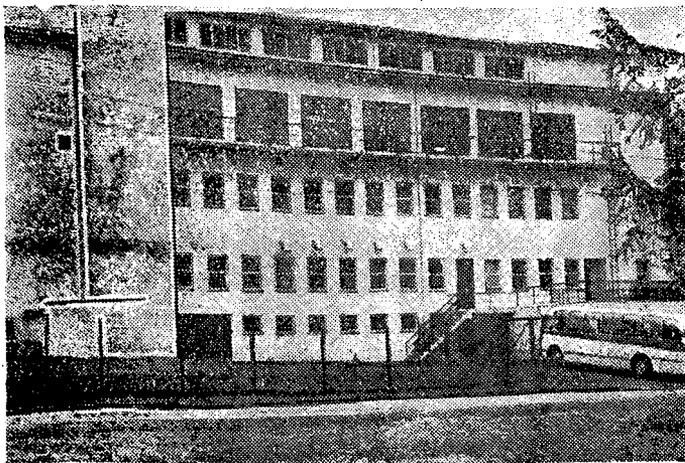


Рис. 1. Общий вид семеновоза в г. Хамморе.

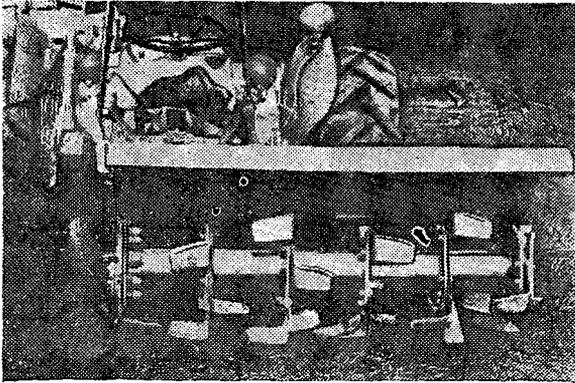


Рис. 2. Тракторная фреза для обработки почвы.

сушатся 4—8 час при температуре 28—70° С. Затем семена попадают на второй этаж, где происходит их обескряливание и отвеивание.

Очищенные семена хранятся в холодильнике (размещенном в первом этаже), где поддерживается постоянная температура, равная +2° С и постоянная относительная влажность воздуха 40%. В холодильнике можно хранить до 45 т чистых семян. Завод работает 8 месяцев в году.

Выращивание посадочного материала. Ежегодно в Норвегии высаживается около 90 млн. саженцев. Для их выращивания в стране имеется 62 питомника.

В местечке Сенстеру мы осмотрели питомник, имеющий посевное отделение и школу, где выращиваются сеянцы и саженцы хвойных пород — сосны, ели и, реже, лиственницы. Площадь питомника 74 га, почвы супесчаные, уровень грунтовых вод 3—5 м. Обработка почвы — тракторными плугами с последующим рыхлением верхнего слоя фрезой (рис. 2).

В подготовленные гряды при помощи тракторных сеялок производят посев семян по схеме 65 см — 22 — 22 — 22 — 22 — 22 — 22 — 65 см (рис. 3). На 1 пог. м посевной строки высевают семян ели 2—3 г, сосны 1,5—2 г; глубина заделки до 1 см. После посева сразу же, до появления всходов, уничтожают сорняки с помощью огнемета.

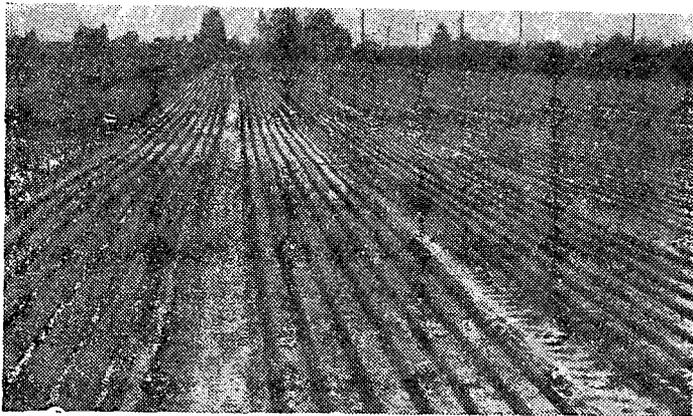


Рис. 3. Общий вид посевного отделения питомника, расположенного в местечке Сенстеру.

Ежегодно в питомнике производят 2—3 ухода, которые состоят в рыхлении межстрочных пространств фрезой-рыхлителем. Следом за этим оставшуюся растительность уничтожают химическим способом, для чего применяют минеральное масло «Esso white Spirit» типа «Stoddard Solvent» с $t_{кип} = 150—200^{\circ} \text{С}$ и используют тракторный опрыскиватель с шириной захвата 6 м (рис. 4); таким образом, сразу обрабатываются 3 гряды.

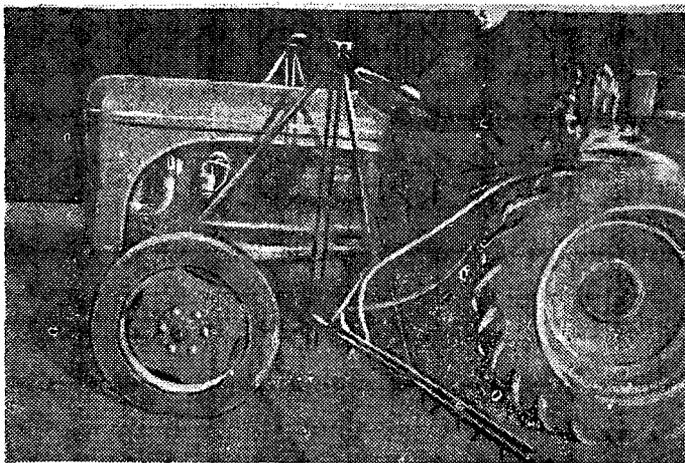


Рис. 4. Тракторный опрыскиватель.

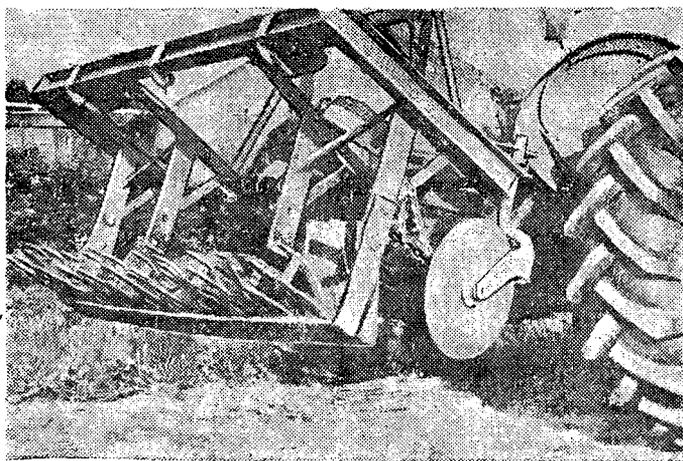


Рис. 5. Выкопная скоба.

В посевном отделении принят следующий севооборот: однолетние сеянцы ели, двухлетние сеянцы ели, зерновые, травы первого года, травы второго года, пропашные культуры.

После двухлетнего пребывания в посевном отделении сеянцы выкапываются (используется выкопная скоба, навешенная на тракторе, несколько отличная от скобы, применяемой нами, см. рис. 5), сортируются и вручную пересаживаются в школу. Размещение высаженных сеянцев на гряде производится по следующей схеме: 65 см — 15—15—15—15—15—15—65 см. Шаг посадки 4 см.

Уход за саженцами и выкопка посаженного материала в школе аналогична уходу и выкопке в посевном отделении.

При выращивании саженцев применяют следующие севообороты: однолетние саженцы, двухлетние саженцы, зерновые; последнее поле занято люпином. В тех местах, где люпин не растет, высевают смесь гороха. Все это в последующем запахивается.

Ежегодно в школу высаживают около 5 млн. саженцев, которые держат в школе 1—2 года. После этого саженцы, как правило, выкапывают осенью, сортируют, увязывают в пучки по 50 шт. и укладывают в ящики. В таком состоянии саженцы или сразу отправляют потребителю или хранят зиму в холодильнике до высадки в грунт.

Для хранения посадочного материала, выкопанного осенью, на территории питомника построен холодильник размером около 100 м². В холодильнике поддерживается постоянная температура +2° С, а относительная влажность колеблется в пределах 90—100%. Исследования показали, что посадочный материал может успешно храниться в холодильнике с осени до весны, не теряя своих качеств.

В питомнике используют фосфорные, азотные и калийные удобрения, а также компост, который готовят при следующем чередовании слоев: торф (30 см), навоз (30 см), известь (5 см), сорняки (30 см) и т. д.

Форма компостной кучи трапецеидальная: ширина по низу 5 м, по верху 3 м; высота кучи до 2 м. Перемешивают кучи два раза в год; через два года компост используют для удобрения почв питомника.

Лесные культуры. После сплошных рубок леса, вплоть до последнего времени, рассчитывали на естественное возобновление. Теперь все чаще и чаще стали производить посадку леса двухлетними саженцами при размещении $1,5 \times 1,5$ м. Посадку производят под мотыгу в небольшие площадки размером около $0,03 \text{ м}^2$ (примерно 15×20 см). Ухода за посадками нет. Однако отпад бывает незначительный, хотя культуры сильно зарастают травянистой растительностью. Дополнения культур бывают редко. Культуры создаются, как правило, чистые еловые или сосновые.

Кроме посадки, применяют и посев леса; перед этим сучья и все порубочные остатки разбрасывают по площади, а в некоторых случаях сжигают. Почву подготавливают площадками размером 30×30 см, около 400 на 1 га, в которые высевают примерно 1 кг семян хвойных пород.

В заключение хотелось бы выразить благодарность профессорско-преподавательскому составу и студенческому союзу Высшей сельскохозяйственной школы Норвегии, оказавшими теплый прием нашей делегации.

Поступила в редакцию
27 марта 1961 г.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

НОВЫЙ УЧЕБНИК ПО ЛЕСНОЙ ТАКСАЦИИ

Государственным издательством «Высшая школа» в текущем году выпущен учебник по лесной таксации, автор учебника — доктор сельскохозяйственных наук, проф. В. К. Захаров.

Этот учебник выгодно отличается от всех предыдущих пособий по таксации, прежде всего, своей краткостью, ясным изложением и конкретным содержанием (и к тому же выпущен в хорошем полиграфическом оформлении).

В учебнике проф. В. К. Захарова, наряду с изложением ранее проверенных практикой методов, освещаются современные научные достижения в области лесной таксации.

Содержание учебника включает в себя несколько частей:

I. Теоретические основы таксации срубленных деревьев и практическое их использование.

II. Методы таксации растущих деревьев и их совокупностей.

III. Таксация насаждений и промышленная сортиментация леса на корню.

IV. Прирост деревьев и насаждений. Ход их роста.

V. Инвентаризация лесного фонда наземными и авиационными методами.

Каждая из названных частей снабжена наглядным материалом (рисунками, чертежами, схемами, таблицами) и может быть усвоена даже при заочном обучении. Весьма важно и то, что в книге даны цифровые примеры, что, конечно, облегчает усвоение предмета.

Автор приводит в своей книге результаты исследований, например, об изменчивости коэффициентов формы стволов листовенных пород и другие, а также методы составления массовых таблиц объема и сбега, предложенные рядом авторов, и дает их критическую оценку.

В учебнике характеризуется среда произрастания леса по классам бонитета, типам леса и типам условий местопроизрастания.

Автор широко использует в своем учебнике метод вариационной статистики, без применения которого современная лесная таксация была бы устаревшей.

Нельзя не отметить также и ссылки автора на труды классиков марксизма-ленинизма. Так, например, в главе 16, части IV, говоря о методах определения абсолютного прироста, он напоминает о том, что процессы прироста в лесу являются прекрасной иллюстрацией движения материи.

Автор также весьма уместно напоминает слова К. Маркса о том, что исследователь должен детально ознакомиться с материалом, проанализировать различные формы его развития, проследить их внутреннюю связь. Лишь после того, как эта работа закончена, может быть надлежащим образом изложено действительное движение.

В учебнике приведен краткий исторический обзор развития лесной таксации, а также указана основная и рекомендуемая литература.

Автор прав, когда говорит, что история дисциплины дает знание прошлого, понимание настоящего и предвидение будущего. В соответствии с основными чертами диалектического метода, говорит автор, объекты лесной таксации рассматриваются не как случайное скопление деревьев, изолированных и независимых друг от друга, а как единое целое, органически связанное внутри себя и с окружающей средой.

Мы привели эти слова, чтобы показать, что автор дает правильное научное понимание участков леса как объектов таксации.

Все сказанное подтверждает, что профессором В. К. Захаровым создан вполне современный учебник, который справедливо принят для лесных вузов.

В. И. Переход.

Академик АН БССР

«ДЕКОРАТИВНАЯ ДЕНДРОЛОГИЯ»

Многие научные работники и студенты вузов, лесоводы, особенно озеленители и специалисты по созданию лесопарковых насаждений, архитекторы, строители и проектировщики получают ценные сведения, ознакомившись с недавно выпущенной в свет книгой проф. А. И. Колесникова «Декоративная дендрология»*.

В этой книге приведены обширные материалы о биологических свойствах, дендрологических и декоративных особенностях семисот видов деревьев, кустарников и лиан, не считая множества садовых форм указанных растений.

Флористическое богатство смешанных хвойно-лиственных и широколиственных лесов, листопадных и вечнозеленых субтропических садов и саванн, с горных хребтов и равнин всех континентов земного шара собрано в книге. Не забыта и творческая роль человека, в течение столетий отбировавшего ценные формы, с успехом используемые в парковом строительстве. Указана и побочная роль растений, дающих пищу и лекарственное сырье, душистые смолы и масла, дубильные вещества и краски, красивую листву, цветки и плоды, выделяющие фитонциды — губители микробов.

Читатель узнает много полезных данных не только об уже давно известных растениях, но и о новых, малонизвестных, но очень интересных в декоративном отношении, видах, еще ждущих своего применения. Книга поражает обилием фактического материала, изложенного на 675 страницах большого формата. Кроме систематического описания пород, приведены многочисленные общие сведения в удобном для использования виде. Это многолетний труд профессора — известного знатока южной дендрофлоры, практически работавшего над строительством многих парков в Крыму и на Кавказе.

Однако в книге имеются некоторые неточности, ошибочные места. Не всегда можно согласиться с автором в обосновании и выделении древокультурных

районов. Очень трудно говорить об едином районе, в который включены г. Свердловск, низовья р. Оби и левобережье р. Енисея. Нельзя отнести горный хребет Сихотэ-Алинь к области маньчжурской флоры, так как он покрыт лесами охотской тайги. Это же можно сказать и о девятом районе, где объединены равнинные места под Львовом с Карпатами.

Ошибочно вводит термин плоды — шишки у голосеменных растений, как это сделано на рис. 169 и 170 в отношении секвойи и криптомерии и на рис. 73 — по отношению к тиссу. И, конечно, ошибочно подписан на рис. 139, где семена гинкго названы плодами. Излишне расхвалены такие породы, как сосна жесткая и сосна Банкса, в действительности показавшие плохой рост в культурах СССР. Нельзя *Chaenomeles Maulei* С. С. (айву японскую низкую) отнести к кустарникам средней величины (стр. 114). Явно ошибочно подписан к рис. 104, где показано насаждение березы бородавчатой, а не пушистой, как говорит текст. Автор не всегда полно указывает формовое разнообразие лесных пород, опуская многие исследования таежных растений. Описания вредителей ограничены. Вызывает сомнение, что ясеня зеленый менее других ясеней повреждается древесницей въедливой. Наблюдения в Тихорецком степном лесхозе Краснодарского края говорят об обратном.

Однако указанные недостатки мало заметны в большой книге. Она наполнена огромным фактическим материалом, богато иллюстрирована многочисленными черными и цветными рисунками, красиво оформлена. Вызывает удивление помещению прекрасных цветных иллюстраций веток с осенней окраской листьев в отрыве от текста.

Выпущенный в Москве труд маститого ученого — Александра Ивановича Колесникова — является уникальным и представляет большое событие на культурном фронте. Он вносит заметный вклад в область лесоводства, дендрологии и декоративного садоводства.

Б. ГРОЗДОВ.

Профессор, доктор биологических наук.

* А. И. Колесников, доктор сельскохозяйственных наук, проф. Декоративная дендрология. Государственное изд-во литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, М., 1960.

ЮБИЛЕИ

ПОЛВЕКА СЛУЖЕНИЯ ЛЕСНОЙ НАУКЕ

В 1961 г. исполняется 50 лет научной, педагогической и общественной деятельности доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки БССР, академика АН и АСХН БССР Вячеслава Ивановича Перехода.

Свою научную деятельность Вячеслав Иванович начал еще будучи студентом лесного отделения Ново-Александровского (ныне Харьковского) института сельского хозяйства и лесоводства.

Защитив дипломную работу и получив звание ученого лесоведа I разряда (что давало право преподавания), он назначается преподавателем специальных предметов и заведующим учебной лесной дачей Псковского среднего сельскохозяйственного училища.

После нескольких лет преподавательской работы В. И. Переход выпускает свою первую книгу «Основы современного лесоводства» (1915 г.).

В годы первой мировой войны В. И. Переход (по согласованию двух ведомств) направляется на Урал, где исполняет обязанности ревизора лесостроительства горнозаводских лесов. Здесь, в центре Урала (Екатеринбурге) Вячеслав Иванович принимает активное участие в издании журнала «Лес и его разработка».

Великая Октябрьская революция застаёт В. И. Перехода в Костроме, где он принимает леса от Управления земледелия и государственных имуществ, читает лекции в землемерно-инженерном техникуме и университете (на лесном отделении факультета естественных наук).

Здесь он выпускает серию своих работ: «Лесная экономия» (Экономическое учение о лесе); «К учению о ценности леса»; «О лесном хозяйстве по поясам» и др.

В 1919 г. Вячеслав Иванович направляется в Ветлужские леса, где организует Высший лесной техникум.

Осенью 1921 г. В. И. Переход, белорус по национальности, приглашается в Минск профессором и деканом вновь организуемого лесного факультета.

Вскоре он приглашается для чтения лекций в Госуниверситет и ведет курс по теории лесного хозяйства. Результатом этого были две опубликованные работы: «Теория лесного хозяйства» и «Экономические основания лесоводства».

В 1928 г. Вячеслав Иванович приглашается в Уральский политехнический институт (где был организован лесопромышленный факультет); одновременно он входит в состав бюро по лесному опытному делу.

В 1930 г. организуется Белорусский лесотехнический институт и Белорусский научно-исследовательский институт лесного хозяйства. В. И. Переход принимает участие в работе обоих институтов.

Затем он одновременно читает лекции в Брянском и Киевском институтах, а в начале Великой Отечественной войны эвакуируется с этими институтами в Кировскую область. Здесь он вступает в ряды КПСС и заканчивает ранее начатую докторскую диссертацию, которую и защищает в Ученом Совете Ленинградской лесотехнической Академии.

В Белорусской Академии наук Вячеслав Иванович организует сначала сектор леса, а затем Институт леса.

В ряде сборников публикует работы «Об экономических основах районирования и характеристики лесов» и «Экономическая эффективность основных лесохозяйственных мероприятий», «Основы экономики лесоводства» и др.

В. И. Переход уделит много внимания также и вопросам географии, статистики и истории лесного хозяйства.

Всего В. И. Переходом опубликовано свыше 200 научных работ и статей, причем большая часть их посвящена вопросам лесной экономики.

Заслуги ученого были отмечены избранием его действительным членом Академии наук БССР (1950 г.) и академиком-учредителем Академии сельскохозяйственных наук БССР (1957 г.).

За подготовку инженерных кадров и развитие науки в области лесного хозяйства и лесной промышленности Указом Президиума Верховного Совета В. И. Переходу присвоено почетное звание заслуженного деятеля наук БССР.

Правительство СССР наградило В. И. Перехода орденом Ленина, орденом

«Знак почета» и медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг.».

Н. Д. НЕСТЕРОВИЧ,
И. Д. ЮРКЕВИЧ.

Академики АН БССР.

СОДЕРЖАНИЕ

И. С. Мелехов. Иден Ломоносова и наука о лесе	3
---	---

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Б. И. Гаврилов. Сосновые хозяйства быстрого прироста	6
А. И. Федоров, В. А. Драгавцев. К методическим проблемам лесной селекции	12
М. Л. Дворецкий. Определение текущего прироста по запасу наличного древостоя с рубкой деревьев	18
Е. Д. Солодухин. К типологии дальневосточных вырубок	22
Ю. М. Руденко. Анализ формул для определения процента прироста насаждений	24
В. Б. Козловский. Формирование ельников Северного Прикамья	30
Д. С. Голод. Основные фонды хозрасчетного производства лесхозов БССР и их использование	34
С. Н. Санников. Естественное возобновление на сплошных вырубках в сосняках предгорной полосы Северного Зауралья	37
Т. А. Мелехова. К вопросу о формировании древесины сосны в связи с рубками ухода	42
А. В. Лукин. Морозоустойчивость хвойных пород в условиях Центральной лесостепи	46
А. П. Федин. Исследование перераспределения почвы по горизонтам с применением радиоактивного изотопа фосфора	50
В. Д. Рошина. Распределение и превращение запасных углеводов в древесине дуба и белой акации	54

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

Б. С. Родионов. Анализ эксплуатационной эффективности регулирования рек первоначального сплава	59
Б. И. Кувалдин, А. С. Вальков. Исследование дорожной кривой, разбитой саперным способом	68
В. Е. Печенкин, Д. И. Кодочигов, Т. Г. Михеева, Р. Ш. Бакиев. Возможности применения схемы Терехина для электроснабжения лесоразработок	75
П. Г. Сергеев, А. Д. Грязин. Исследование грунтов, укрепленных вяжущими материалами	84
А. П. Маевский. Некоторые результаты исследования физико-механических свойств снега как пути движения трактора	88
В. Е. Сергутин. Искусственные наледы как регулятор стока рек с малым водосбором	95

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

В. Е. Леванов. Некоторые показатели эффективности производства технологической щепы на лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях Карельского СНХ	100
Т. В. Огарков. Зависимость коэффициента линейного расширения древесины от ее влажности	106

Н. Е. Кондратович, Ю. И. Юрьев. Об аварийном расходе рамных пил на лесозаводах Архангельского совнархоза	111
В. Н. Фелещук. Динамометр с индуктивным датчиком для измерения усилия резания при лущении и точении древесины	114
В. Д. Иванов, Н. П. Федышин. Испытание прибора для контроля концентрации раствора антисептика	119
Н. Л. Леонтьев. Длительное сопротивление древесины ели при скалывании вдоль волокон	122
В. П. Левченко. К вопросу о строении и прочности ранней и поздней древесины годичного слоя хвойных пород	125
Л. А. Баженова. К вопросу о методике определения максимальной гигроскопичности древесины	130

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

В. Н. Козлов, О. В. Бронзов, Ф. Я. Векшегонов. Физико-химические свойства древесного угля. Сообщение I	136
Г. В. Дудоров. Резервы и пути снижения себестоимости кормовых дрожжей на гидролизных и сульфитно-спиртовых заводах	146
М. В. Кушнер. Выход фенолосодержащих продуктов термоллиза древесины из лесозаготовительных отходов	151
Ф. А. Медников, М. В. Янишевская. О вязкости разных канифолей	154

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

В. А. Стинкас. Физико-механические свойства древесины черной ольхи (<i>Alnus glutinosa</i> Gaertn.), произрастающей в условиях Литовской ССР	157
Э. И. Адамович. Смоляные вместилища у можжевельника обыкновенного (<i>Juniperus communis</i> L.)	159
Н. А. Коновалов. Опыт предпосевной обработки семян лиственницы Сукачева	162

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

П. И. Войчалъ. Координационное совещание в ВАСХНИЛ	165
--	-----

ЗА РУБЕЖОМ

А. Р. Родни. Лесокультурное дело в Норвегии	167
---	-----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

В. И. Переход. Новый учебник по лесной таксации	171
Б. Гроздов. «Декоративная дендрология»	172

ЮБИЛЕИ

Н. Д. Нестерович, И. Д. Юркевич. Полвека служения лесной науке	173
--	-----

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 4.

(Год издания четвертый)

Сдан в набор 7/VII-61 г. Подписан к печати 24/VIII 61 г. Форм. бум. 70×108/16.
Тираж 1900. Физ. печ. л. 11. Сл 06036. Заказ 1336. Услови. печ. л. 15,07+1 вклейка. Уч.-изд. 14,513. Цена 1 руб.

Типография им. Склепина, г. Архангельск, Набережная им. Сталина, 86.

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ
ЖУРНАЛ



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

Цена 1 руб.

**Принимается подписка
на журнал на 1961 и 1962 гг.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР**

Раздел

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 6 руб. Цена отдельного номера — 1 руб.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплекты журналов и отдельные номера за 1958, 1959, 1960 и 1961 гг. высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная им. Сталина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».