

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ДВЕНАДЦАТЫИ

2

1969

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Проф. **И. М. Боховкин** (отв. редактор), доц. **П. И. Войчаль** (зам. отв. редактора), доц. **Е. С. Романов** (зам. отв. редактора), проф. **Н. М. Беляя**, проф. **Г. А. Вильке**, проф. **И. В. Воронин**, проф. **А. Э. Грубе**, проф. **М. Л. Дворецкий**, доц. **Д. С. Добровольский**, проф. **И. П. Донской**, доц. **Г. Л. Дранишников**, проф. **М. И. Зайчик**, проф. **Ф. И. Коперин**, проф. **С. Я. Коротов**, акад. **ВАСХНИЛ**, проф. **И. С. Мелехов**, доц. **Н. В. Никитин**, проф. **А. Н. Песоцкий**, проф. **С. И. Рахманов**, доц. **В. О. Самуйлло**, 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 институтов.

Выходит 6 раз в год.

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 2.

(Год издания двенадцатый).

Сдан в набор 14/II-69 г. Подписан к печати 29/IV-69 г. Форм. бум. 70×108/16.
Печ. л. 15,4 + 4 вкл. Физ. л. 11. Уч. изд. л. 15,17. Тираж 2100. Сл. 00140.
Заказ № 386. Цена 1 руб.

Типография им. Склепина, г. Архангельск, Набережная **В. И. Ленина**, 86.

УДК 634.0.

НАШИ ЗАДАЧИ В ДАЛЬНЕЙШЕМ РАЗВИТИИ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

В. И. РУБЦОВ

(Гослескомитет)

Начало четвертого года пятилетки лесоводы страны встретили успешным выполнением основных показателей народнохозяйственного плана 1968 г., а также взятых на себя социалистических обязательств. Своим трудом лесоводы страны готовят достойную встречу 100-летия со дня рождения Владимира Ильича Ленина.

В 1968 г. на площади 38,7 млн. га проведено лесоустройство, лесовосстановительные работы выполнены на площади 1533 тыс. га, в том числе посеяно и посажено 1118 тыс. га леса.

В соответствии с постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии», предприятиями лесного хозяйства на песках и оврагах создано 240,1 тыс. га противозерозионных насаждений (111,6% плана), на землях колхозов и совхозов посажено 58 тыс. га полезащитных полос.

Перевыполнен план 1968 г. по рубкам ухода, от которых получено более 27 млн. м³ ликвидной древесины. Пройдено уходом свыше 1,2 млн. га молодняков.

Успешно справились с выполнением лесовосстановительных и лесохозяйственных работ лесоводы Башкирской АССР, Чувашской АССР, Удмуртской АССР, Горьковской, Волгоградской, Смоленской, Брянской областей РСФСР, Украинской ССР, Литовской ССР, Латвийской ССР, Молдавской ССР.

Значительно повысился уровень механизации лесокультурных работ и рубок ухода. Так, на подготовке почвы он достиг 92%, на посевах и посадке леса — 47%, на уходе за лесными культурами — 54% и на рубках ухода в молодняках — 20%.

Предприятия лесного хозяйства значительно расширили переработку древесины. Общий объем реализуемой продукции на предприятиях системы Гослесхоза СССР превысил 1 млрд. руб. при плане 938,2 млн. руб. В том числе план производства товаров народного потребления и производственного назначения выполнен на 110,5%.

Выработка на одного рабочего в рублях в целом по системе лесного хозяйства на 2,2% превысила плановую при росте заработной платы 0,2%. Таким образом, в 1968 г. обеспечено преимущественное повышение производительности труда по сравнению с ростом заработной платы.

В промышленном производстве выработка на одного работающего составила 101% плана при повышении средней заработной платы по сравнению с планом на 0,5%. В результате этого затраты на 1 руб. товарной продукции составили 97,7% плановых. Плановые прибыли получены в размере 118%, рентабельность производства составила 112% плановой. Полностью выполнен план капитального строительства.

Хозрасчетная деятельность более $\frac{1}{3}$ всех предприятий лесного хозяйства, дающих свыше 60% промышленной продукции, переведена на новую систему планирования и экономического стимулирования. Это оказало значительное влияние на улучшение их работы.

Лесоводы Волгоградской, Воронежской, Ленинградской, Ульяновской, Куйбышевской областей, наряду с выполнением плана основных лесокультурных и лесохозяйственных работ, озеленяют города, рабочие поселки и сельские населенные пункты.

Большую работу проводят работники лесного хозяйства Украинской ССР, которые широко привлекают комсомольцев и молодежь к закладке садов, парков, скверов, к озеленению усадеб лесничеств, школ, больниц, памятных мест гражданской и Отечественной войн, к созданию памятных посадок в честь 100-летия со дня рождения Владимира Ильича Ленина.

Однако план 1968 г. выполнен не по всем показателям. Несмотря на то, что по сравнению с 1967 г. фактический объем лесосушительных работ возрос со 178 тыс. га до 196 тыс. га, план, по предварительным данным, оказался выполненным лишь на 89%.

По-прежнему в отдельных районах страны (особенно в многолесных) низко качество лесохозяйственных и лесовосстановительных работ. Большинство лесхозов в этих районах выполняет основной объем лесовосстановительных работ малоэффективными способами — посевом леса и содействием естественному возобновлению. Следствием низкого качества работ явился большой отпад культур в Архангельской, Вологодской, Иркутской, Сахалинской областях, Коми АССР и ряде других областей и автономных республик многолесной зоны. Из-за отсутствия должного внимания к этим важным вопросам до сих пор остаются невыполненными рекомендации Всесоюзного совещания по механизации, химизации и повышению качества лесовосстановительных работ (1964 г.).

В целях успешного выполнения задач, стоящих перед лесным хозяйством, Государственным комитетом лесного хозяйства Совета Министров СССР намечены основные направления по дальнейшему повышению уровня лесного хозяйства, в которых предусматривается ряд первоочередных задач.

Необходимо рационально использовать земли государственного фонда для получения максимального количества древесины и другой лесной продукции с единицы площади, улучшать состояние, повышать качество и производительность насаждений, наиболее полно и эффективно использовать все защитные свойства леса.

Следует своевременно восстанавливать леса на всей площади вырубок и облесять имеющийся в зоне интенсивного хозяйства лесокультурный фонд, значительно повышать качество лесовосстановительных работ, приживаемость и сохранность создаваемых лесных культур.

Должен быть повышен удельный вес посадки леса в общем объеме лесовосстановительных работ, значительно расширены работы по сохранению на лесосеках подроста и молодняка главных пород. Для повышения эффективности лесовосстановительных работ в таежной зоне необходимо создать сеть питомников и школ для выращивания 3—5-летнего посадочного материала хвойных пород. Предусматривается дальнейшее расширение работ по разведению быстрорастущих, плодовых, ягодных и орехоплодных деревьев и кустарников.

Необходимо обеспечить дальнейшее развитие работ по созданию противэрозийных насаждений на оврагах, балках, песках, а также полезащитных лесных полос на землях колхозов и совхозов.

Предстоит продолжить и расширить работы по созданию сети постоянных лесосеменных плантаций, складов для длительного хранения семян, крупных механизированных питомников с учетом обеспечения посадочным материалом нужд лесного хозяйства и защитного лесоразведения, организовать выращивание селекционного посадочного материала.

В области лесоустройства необходимо дальнейшее увеличение объемов лесоустроительных работ и проведение дополнительного изучения лесов многолесных районов страны путем их обследования современными методами. Многие нужно сделать и для более правильного научно обоснованного размещения по территории размера отпуска леса в соответствии с наличием эксплуатационных запасов древесины, вести решительную борьбу за сокращение потерь древесины и более полное и рациональное использование лесосечного фонда. С этой целью необходимо значительно усилить контроль за соблюдением всех лесоводственных требований предприятиями и организациями, работающими в лесах.

Для наиболее полного удовлетворения народного хозяйства в древесине и формирования ценных лесов предстоит значительно расширить работы по рубкам ухода за лесом.

Перед лесоводами стоят большие задачи в области охраны и защиты леса, механизации лесохозяйственных работ, улучшения экономики лесного хозяйства и по подготовке квалифицированных кадров.

В ближайшие годы необходимо осуществить ряд мероприятий по противопожарному устройству лесов, расширению их авиационной охраны, укреплению и совершенствованию наземной службы охраны леса, а также по организации и оснащению пожарно-химических станций современными средствами обнаружения и тушения лесных пожаров.

Предстоит обеспечить значительное повышение уровня механизации всех основных лесохозяйственных работ, благодаря разработке и внедрению в производство более совершенных машин и механизмов.

Необходимо продолжить подготовку и дальнейший перевод предприятий лесного хозяйства на новые условия планирования и экономического стимулирования, имея в виду при этом постепенное распространение их на весь комплекс выполняемых работ. С этой целью следует решить вопросы о постепенном переводе на хозрасчет ряда лесохозяйственных работ: заготовки семян, выращивания посадочного материала, производства лесоосушительных работ.

В решении стоящих перед лесным хозяйством задач большая роль принадлежит нашей лесной науке.

Наряду с расширением сети научных учреждений, необходимо добиться значительного улучшения их работы и повышения ответственности за обеспечение дальнейшего технического прогресса в лесном хозяйстве, тем самым обеспечив выполнение постановлений ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мероприятиях по повышению эффективности работы научных организаций и ускорению использования в народном хозяйстве достижений науки и техники» и «О мерах по дальнейшему улучшению научно-исследовательских работ в области сельского хозяйства».

Предстоит, наряду с улучшением качества лесохозяйственных работ, значительно повысить их объемы. В 1969 г. объем лесохозяйственных работ в целом возрастет на 8% по сравнению с 1968 г.

Лесоустроительные работы в 1969 г. будут проведены на площади 40 млн. га, позднее их годовой объем будет увеличен до 45 млн. га. Объем лесовосстановительных работ повысится с 1557,2 тыс. га в

1969 г. до 1599,8 тыс. га, в том числе посевом и посадкой будет создано соответственно 1180 и 1277 тыс. га. Возрастет с 320—322 до 334,5 тыс. га объем посева и посадок леса на оврагах, балках и песках. Будут расти объемы работ по полезащитному лесоразведению.

Объем лесосушительных работ предстоит довести с 241,1 тыс. га в 1969 г. и 292 тыс. га в 1970 г. до 469 тыс. га.

Значительно возрастут объемы работ по рубкам ухода за лесом. В 1969 г. от рубок ухода будет получено 27,6 млн. м³ ликвидной древесины. Площадь рубок ухода в молодняках увеличится примерно в два раза. При этом особое внимание необходимо уделить наименее трудоемкому химическому уходу за молодняками и культурами в многолесных районах.

Уровень механизации работ должен быть доведен на подготовке почвы до 97%, на посеве и посадке леса до 80% и на уходе за лесными культурами до 86%.

Работники лесного хозяйства в 1968 г. успешно выполнили государственный план по основным показателям и принятые социалистические обязательства. Нет сомнений, что 100-летие со дня рождения Владимира Ильича Ленина будет отмечено новыми трудовыми достижениями, а успешное выполнение плана четвертого года пятилетки явится надежной предпосылкой к дальнейшему подъему лесного хозяйства.

УДК 634.0.902

К ПЯТИДЕСЯТИЛЕТИЮ СОВЕТСКОГО ЛЕСОУСТРОЙСТВА

Г. Г. САМОЙЛОВИЧ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Великая Октябрьская социалистическая революция открыла новую эру в развитии лесного хозяйства. Уже в первых документах Советской власти В. И. Ленин указывал на необходимость организации лесного хозяйства и правильного использования лесных богатств. В обращении Совета Народных Комиссаров от 5 апреля 1918 г., подписанного В. И. Лениным, было сказано, что все леса нужно привести в известность, описать и организовать в них хозяйство, что все леса не составляют собственности ни сел, ни губерний, ни областей, представляют собой общенародный фонд и ни в коем случае не могут подлежать какому-либо разделу.

До Октябрьской социалистической революции в пределах губерний европейской части России (без Финляндии и Царства Польского) в руках частных владельцев было сосредоточено до 42,5 млн. га лесов. Кроме того, 5,5 млн. га находилось в ведении удельного ведомства, а на основании статьи 10 «Устава лесного» эти леса также относились к категории частных. Наконец, до 16,5 млн. га лесов принадлежали крестьянским обществам.

Для проведения национализации лесов Коллегией Наркомзема РСФСР 23 апреля 1918 г. были утверждены «Правила учета и описания бывших частных лесов» и опубликованы в № 3 журн. «Леса республики» за 1918 г. С 20 по 29 марта 1919 г. при Центральном лесном отделе состоялось первое совещание лесоустроителей, на котором было отмечено, что в различных губерниях обследование бывших частных

лесов шло неодинаковыми темпами и в среднем проведено не более, чем на 25% от общей площади. На совещании было принято развернутое постановление по многим основным вопросам организации и техники лесоустройства, в том числе о проведении 2—3-месячных курсов по подготовке техников лесоустроительных партий, о необходимости закончить обследование всей площади бывших частных лесов в 1919 г., об установлении нормы работ на одного техника от 20 до 40 тыс. десятин в зависимости от района работ и др. При этом было подчеркнута, что главную цель работ по приведению в известность бывших частных лесов составляет определение размера пользования лесом.

Исходя из опыта минувшего 1918 г. и требований того времени, совещание лесоустроителей переработало старые и рекомендовало принять новые «Правила учета и описания бывших частных лесов», которые были утверждены 15 мая 1919 г. и опубликованы в №№ 25—27 журн. «Леса республики» за 1919 г. Их задача — использовать полученные таксационные и плановые данные для составления проекта сметы отпускам леса впредь до устройства правильного лесного хозяйства, для составления карты лесов Республики и общего плана государственного лесного хозяйства.

В Правилах было указано, что в тех случаях, когда обследованию подлежат устроенные дачи с сохранившейся лесоустроительной отчетностью, работы сводятся к местному осмотру вырубок последнего пятилетия и мест, подвергнувшихся изменениям вследствие пожаров, ветровалов, порубок, связанных с революцией и обстоятельствами военного времени, и т. п. Все замеченные изменения наносили на план рекогносцировочно. Съемку окружной границы производили лишь при отсутствии планов; деление лесных дач на кварталы не изменяли. В случае отсутствия квартальной сети предлагали использовать имеющиеся в натуре и на планах живые урочища, дороги и другие постоянные линии. Съемку внутренней ситуации и выделы насаждений выполняли также рекогносцировочно; вспомогательные визиры допускалось проводить в больших неустроенных массивах, если не было других опорных линий; выдел насаждений производили, учитывая резкие отличия образуемого участка от соседних. Отличительными признаками считались господство древесной породы; классы возраста, которых должно быть не более трех (молодняки, средневозрастные и спелые); древесный запас (при рубке по площади) или число деревьев отпускного размера (в дачах с выборочной системой рубок). При этом выдел рекомендовали производить крупными участками, объединяя насаждения с незначительными взаимными отличиями в один участок. Если леса были устроены ранее, то в составляемый отчет вносили лишь исправления согласно происшедшим изменениям, а Уездным лесным отделам сообщали итоги таблицы классов возраста, размеры и места рубок.

Таксационное описание неустроенных дач производили по упрощенной форме. Насаждения описывали по составу и возрасту, например, 7С (50 лет) 3Б (60 лет) и по полноте (редкое, среднее, полное). Далее указывали примерный запас на десятине в куб. саженьях (с округлением по 5 саженьей). Для дач с выборочной системой рубок в графы классов возраста вписывали группы возраста; при этом к I группе относили насаждения, в которых нет деревьев, годных к отпуску, или они встречаются единично, ко II группе — насаждения с деревьями выборочного размера в незначительном количестве, к III — насаждения, где таких деревьев много.

Для установления оборота рубки были рекомендованы следующие придержки: в северных губерниях для строевых хвойных и твердолиственных насаждений — 100 лет, для дровяных — 80 лет, для мягколи-

венных — соответственно 70 и 50 лет, кустарниковых пород — 15 лет; в средней полосе страны для строевых хвойных и твердолиственных — 80 и 60 лет, мягколиственных — 60 и 40 лет, кустарниковых — 10 лет, в южных губерниях для хвойных и твердолиственных — 60 и 50 лет, мягколиственных — 50 и 30 лет, кустарниковых пород — 5 лет.

Размер ежегодного главного пользования на предстоящее трехлетие принимали отдельно по хвойному и лиственному хозяйствам и определяли по нормальной лесосеке делением всей занятой насаждениями по хозяйству площади на принятый оборот рубки. В тех случаях, когда в даче недостаток спелого леса, размер годичной лесосеки находили по наличию спелых насаждений путем деления их площади на число лет в последнем классе возраста. В выборочном хозяйстве размер годичного главного пользования определяли делением количества деревьев отпускного размера во II и III группах на оборот хозяйства.

Отведенные в натуре лесосеки наносили на планы с указанием их площади. При сплошных рубках в особую ведомость записывали площадь, а при выборочных — количество деревьев, предназначенных для рубки. В высокоствольных насаждениях ширина лесосеки не должна была превышать 50 саженей с оставлением в насаждениях сосновых и с примесью сосны до 30 шт. семенников на десятине; в низкоствольных — ширина лесосеки произвольная. В первом случае допускали срок примыкания лесосек не менее 3 лет, во втором — ежегодный.

Отчеты о произведенных лесоустроительными партиями работах состояли из следующих частей: краткого общего описания дачи и оснований общего и частного планов хозяйства, таксационного описания с приложением плана лесонасаждений и проекта сметы главного пользования на трехлетие.

Таким образом, если в 1918 г. были проведены первоначальные мероприятия по приведению лесов в известность, то в 1919 г. они широко развернулись по всей стране. Благодаря этому были заложены прочные основы для развития Советского лесоустройства. В 1923—1924 гг. началось плановое развитие лесоустройства. В 1956 г. были приведены в известность все леса страны, в том числе и азиатской части СССР.

УДК 634.0

СТОЛЕТНИЙ ОПЫТ ЛЕСОВОДСТВА И ПРОГРАММНОЕ ВЫРАЩИВАНИЕ ЛЕСОВ БУДУЩЕГО

В. Г. НЕСТЕРОВ

(Московская сельскохозяйственная академия)

В течение столетия кафедра и опытная станция лесоводства Тимирязевской сельскохозяйственной академии проводили исследования по проблеме выращивания жизнестойких, доброкачественных и высокопродуктивных лесонасаждений. Первоначальное исследование и устройство лесов Академии произвел в 1862 г. знаменитый лесоустроитель, основоположник научной таксации леса Варгас-де-Бедемар. Опытные культуры, заложенные известными учеными М. К. Турским и Н. С. Нестеровым, дали возможность сделать ряд полезных выводов о значении некоторых типов смесений пород в посадках, густоты культур, происхождения и акклиматизации древесных растений.

Так, сочетание сосны и липы оказалось весьма эффективным. Смешение светолюбивых пород сосны и лиственницы не дало положительного результата. Была выявлена наиболее рациональная густота культур — 3—5 тыс. сеянцев на 1 га. Из 80 испытанных экзотов многие не оправдали себя и плохо прижились. Хороший результат дали лиственницы Сукачева, европейская и сибирская. Успешно прижились кленъ маньчжурский, зеленокорый, Гиннала. Удовлетворительно растет липа крупнолистная. Выживают и сносно развиваются бархат амурский и орехи маньчжурский и серый, дуб красный, черемуха Маака, яблоня сибирская, вяз обыкновенный. Не оправдали себя лиственницы японская, даурская и ольгинская. Не превзошли сосну обыкновенную сосны румелийская, веймутова (страдает от рака и серянки), Банкаса, черная, горная, жесткая. Из елей плохо себя зарекомендовали аянская, красная, белая, сербская. Устойчивой оказалась колючая или голубая ель. Все виды пихты не прижились в Москве.

В числе 45 лиственных пород, испытанных в лесной опытной даче, 37 пород оказались мало эффективными.

По главному показателю хозяйства результаты получились не утешительные: за последние 30 лет годичный прирост древесины на 1 га снизился с 4,4 до 3,4 м³.

С учетом этого было разработано положение о биоэкозе — оптимальном сочетании организмов и среды, которое позволяет расчетным путем с помощью электронно-вычислительной машины программировать наиболее жизнестойкие, доброкачественные и высокопродуктивные леса будущего.

Необходимость этого объясняется не только тем, что в лесной даче ТСХА после 100-летнего опыта не было получено достаточно четких положительных ответов на многие вопросы, а также и тем, что новые опыты дадут (а может быть и не дадут) необходимое решение лишь через 100 лет. Ждать столько времени невозможно, ибо сажать и выращивать лес необходимо в настоящее время. Ежегодно возникают вопросы о том, какие древесные породы выращивать в той или иной географической обстановке, как вести хозяйство в лесах. И каждый лесовод решает их в значительной мере по-своему, причем, как правило, вполне ответственно, с большим пониманием того, что будущие леса — это проблема современности. Однако многие лесные культуры оказываются недостаточно удачными, усыхают либо образуют корявые и малопродуктивные древостои. Именно в связи с этим в 1961 г. работники Тимирязевской академии внесли предложение о составлении (на основе теории биоэкоза) карт будущих лесов в качестве обязательного дополнения к планам имеющихся лесонасаждений. Карты будущих лесов нужны не только для того, чтобы наглядно показать цель, к которой должен стремиться лесовод, но и для того, чтобы правильно разместить сеть лесных дорог, организовать постоянные лесные предприятия по рациональной разработке леса и переработке древесины. Однако это нелегко реализовать на должном научном основании. Трудно определить главные древесные породы по географическим районам и категориям почвенно-грунтовых условий, разработать оптимальную технику выращивания высокопродуктивных лесонасаждений с применением мелиорации и удобрений, а также и технологию эксплуатации леса с обеспечением наивысшей доходности. Далеко еще неясны типы таких комплексных предприятий. Возможны различные суждения по этому вопросу, и если данную проблему решать на основе мнений без расчетной оптимизации современными методами, то новые леса могут оказаться даже хуже существующих, и их использование будет мало эффективным в хозяйственно-экономическом отношении.

Сказанное привело к исследованиям по оптимизации процессов лесовыращивания и лесопользования с помощью линейного программирования, теории круглого восхождения по поверхности отклика и другими математическими методами. В результате были разработаны некоторые модели будущих лесов. В отличие от естественных типов, они представляют собой программные типы леса [3], [4]. Вместе с тем было предложено четыре метода составления карт будущих лесов: визуальный, модельный, графический и аналитический.

Для успешного решения проблемы оптимизации выращивания лесонасаждений составляется система биоэкологических (по теплу, водному балансу, механическому составу почвы, азоту, фосфору и т. д.) и экономических уравнений (по ресурсам семян, машин, рабочей силы, лимитам максимальных единовременных трудовых затрат, себестоимости и т. д.) [2], [1], [5]. Вся система биоэкологических уравнений решается на вычислительных машинах.

Первый опыт установления программных лесов для отдельных лесохозяйств (Поречье, Русский лес и т. д.), а также в целом для Московской области, осуществленный сотрудниками и аспирантами лаборатории кибернетики живой природы и кафедры лесоводства ТСХА совместно с лесоустроительными партиями и областным управлением лесного хозяйства, позволяет рекомендовать выращивание лесов в определенной системе, которую можно называть крупноблочным лесоводством. Учет природных и экономических условий в увязке с требованиями древесных пород и влияния среды на их рост показывает, что многие лесничества и лесхозы необходимо специализировать на выращивании двух-трех древесных пород с обеспечением улучшения условий их произрастания на основе биоэкологической системы повышения продуктивности лесов. Такой подход дает возможность поднять средний прирост древесины по запасу на корню с 2—3 до 5—10 м³ на 1 га в год, а валовой средний прирост с 4—5 до 12—15 м³ на 1 га и более.

Увеличение объема производства древесины на единице площади будет связано с переходом на индустриальные формы лесного хозяйства, в котором использование древесины должно быть наиболее полным и максимально рациональным.

Рассмотрим в обобщенном изложении научные основы оптимального программирования применительно к задачам организации работ в сырьевых базах лесопромышленных предприятий в области лесовыращивания и лесопользования.

В сырьевых базах лесопромышленных предприятий лесовозобновление осуществляется естественным и искусственным способами, и в обоих случаях требуется обеспечить регулирующее начало человека. Ведь важно не просто возобновлять лес, а сформировать его новое поколение из наиболее ценных пород, способных при определенных географических условиях давать наибольшее количество высококачественной древесины в единицу времени на единице площади. Но для этого нужно знать, каково оптимальное сочетание древесных пород (биос) и условий местопроизрастания (экос), чем характерен биоэкос. Вопрос о том, где и что целесообразно выращивать, решался на основании прежнего опыта и личных взглядов лесовода. Однако этот путь, при всей его полезности, во многих случаях заканчивался отмиранием лесонасаждений смолоду, образованием малопродуктивных суковатых больных древостоев в дальнейшем. Чтобы избежать таких последствий и получить высокопродуктивные и доброкачественные новые леса — леса будущего — целесообразно дополнить интуитивную оценку прежнего опыта оптимальным программированием, позволяющим в расчет-

ной форме решать данную проблему. Привычка судить о процессах в лесу с помощью какого-то одного уравнения частного характера (допустим по параболе, характеризующей связь высоты и диаметра деревьев) — это и есть фактически интуитивный способ решения сложных проблем, но, конечно, в какой-то мере окрашенный «мазком» математика. Использование многих уравнений безусловно повышает полноту суждений о лесе. Однако если эти уравнения не увязаны между собой в такой мере, чтобы получать общие решения, то итоговая характеристика леса также в основном остаётся интуитивной. Лес как цельное явление природы и творение человека относительно полностью может быть описан системой уравнений с едиными функциями. Вот почему, пользуясь таксационными, физико-химическими и экономическими данными лесного хозяйства, мы и формулируем проблемы последнего в виде задач линейного и динамического программирования, которые успешно решаются на электронно-вычислительных машинах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Г. Нестеров. Кибернетика и сельское хозяйство. Изд-во «Знание», М., 1966. [2]. В. Г. Нестеров. Оптимизация видового состава растений и животных в хозяйстве. Доклады ТСХА, вып. 99, 1964. [3]. В. Г. Нестеров. Повышение продуктивности лесов средней полосы европейской части СССР. Доклады ТСХА, вып. 62, 1961. [4]. В. Г. Нестеров. Программные леса и модели будущих лесов. М., 1963. [5]. В. Г. Нестеров, В. И. Крылова. Некоторые вопросы составления задач на биозкос. Доклады ТСХА, вып. 131, 1967.

Поступила 27 января 1969 г.

УДК 634.0.443.3

ТИПЫ ГНИЛЕЙ СТВОЛА ОСИНЫ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

В. Е. ВИХРОВ, Н. И. ФЕДОРОВ, С. Б. КОЧАНОВСКИЙ, Е. Г. МЕЛЬНИКОВ

(Белорусский технологический институт)

Определение времени появления сердцевинной гнили у осины имеет большое значение при разработке профилактических мероприятий по предупреждению поражения деревьев. В литературе по этому вопросу имеются весьма противоречивые мнения. Они обусловлены тем, что исследователи часто смешивали гниль, вызываемую грибом *Phellinus tremulae* Bond. et Boriss., с другими гнилями, в частности, с напеной.

Для определения времени появления и периода наиболее интенсивного развития гнили мы заложили в древостоях осины I—VI классов возраста 43 пробные площади, на которых обследовали 9314 стволов и срубили 696 модельных деревьев.

По нашим данным, типичная сердцевинная гниль, вызываемая основным трутовиком, начинает поражать деревья в IV классе возраста. В 21—30 лет она встречается очень редко и носит случайный характер. В связи с этим следует четко различать ствольную сердцевинную гниль, вызываемую *Phellinus tremulae*, и напеной. Не следует также смешивать гниль с красниной. Результаты исследований динамики развития гнилей осины приведены в табл. 1.

| Возраст, лет | Общее число срубленных модельных деревьев, шт. | Здоровые | | | | Поврежденные | |
|--------------|--|---------------------|-------------------|---------------------|-------|---------------------|-------------------|
| | | средний диаметр, см | средняя высота, м | количество деревьев | | средний диаметр, см | средняя высота, м |
| | | | | шт. | % | | |
| Осинник | | | | | | | |
| 5—10 | 8 | 2,3 | 4,2 | 8 | 100,0 | — | — |
| 11—20 | 25 | 6,8 | 10,6 | 20 | 80,0 | 6,4 | 9,1 |
| 21—30 | 80 | 14,7 | 18,2 | 67 | 83,8 | 11,7 | 17,1 |
| 31—40 | 244 | 18,5 | 20,2 | 187 | 76,6 | 15,9 | 19,9 |
| 41—50 | 62 | 25,8 | 24,2 | 31 | 50,0 | 22,3 | 24,5 |
| 51—60 | 72 | 28,8 | 25,8 | 15 | 20,8 | 26,0 | 25,1 |
| Осинник: | | | | | | | |
| 5—10 | 6 | 3,5 | 6,5 | 6 | 100,0 | — | — |
| 11—20 | 12 | 5,2 | 8,8 | 6 | 50,0 | 4,7 | 8,2 |
| 21—30 | 31 | 13,3 | 16,1 | 22 | 71,0 | 10,6 | 14,2 |
| 41—50 | 80 | 18,7 | 19,4 | 50 | 62,5 | 16,4 | 19,7 |
| 51—60 | 79 | 21,5 | 21,9 | 24 | 30,4 | 21,3 | 20,6 |

Из полученных данных видно, что напенная гниль у осины появляется в самом молодом возрасте. Анализ срубленных моделей в древостоях осины I класса возраста (6—8 лет) показал, что большинство из них имеет в области корневой шейки от одного до четырех-пяти ходов большого осинового усача. Вокруг этих ходов (или повреждений другими насекомыми) начинают развиваться локализованные очаги гнили, имеющие местный характер и очень небольшую протяженность на высоте. Местные очаги появляются не только в центральной, но и в периферических частях стволиков. У 11—20-летних деревьев напенная гниль имеет протяженность от 0,25 до 0,6 м. У деревьев старше III класса возраста она не распространяется вверх, что, очевидно, связано с прекращением ее развития. Подобное развитие напенной гнили наблюдал С. Т. Маевский [2], [3]. Процент заражения деревьев напенной гнилью колеблется в широких пределах (от 2—3 до 50—60%), но большого ущерба она не приносит, так как в отходы или на дрова идет только нижняя часть ствола длиной 1,0—1,2 м.

Сердцевинная гниль, по нашим наблюдениям, начинает поражать деревья старше 30 лет. Это подтверждается также данными учета деревьев с плодовыми телами осинового трутовика. Среди 9314 обследованных деревьев осины нами не найдено ни одного ствола моложе 30 лет, на котором были бы плодовые тела трутовика. Количество 31—40-летних деревьев с плодовыми телами относительно невелико (около 3%), 41—50-летних — 24% и 51—60-летних до 70%.

Сердцевинная гниль чаще всего охватывает среднюю, наиболее ценную часть ствола, но в деревьях более старшего возраста она часто соединяется с напенной. Различить их довольно легко, так как на границе сердцевинной гнили, вызываемой *Phellinus tremulae*, и здоровой части древесины всегда есть черная или темно-коричневая полоса шириною 2—4 мм. Напенная гниль никогда не имеет окаймления (рис. 1) и в отличие от сердцевинной часто относится к периферическому или смешанному типу.

Разрушение древесины напенной гнилью обычно бывает настолько сильным, что в стволе образуется дупло. П. Н. Борисов [1] указывает, что она охватывает почти все сечение ствола, и деревья ломаются у шейки корня даже от слабого ветра.

Таблица 1

| напеной гнилью | | | | Поврежденные сердцевинной гнилью | | | | | |
|---------------------|------|-----------------------------|-----|----------------------------------|-------------------|---------------------|------|-----------------------------|------|
| количество деревьев | | средняя протяженность гнили | | средний диаметр, см | средняя высота, м | количество деревьев | | средняя протяженность гнили | |
| шт. | % | м | % | | | шт. | % | м | % |
| кисличный | | | | | | | | | |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 5 | 20,0 | 0,6 | 6,6 | — | — | — | — | — | — |
| 13 | 16,2 | 0,8 | 4,7 | — | — | — | — | — | — |
| 32 | 13,1 | 1,0 | 5,0 | 18,7 | 20,9 | 25 | 10,3 | 4,6 | 22,0 |
| 10 | 16,1 | 1,0 | 4,1 | 26,1 | 24,9 | 21 | 33,9 | 6,5 | 26,1 |
| 2 | 2,8 | 1,2 | 4,8 | 25,7 | 24,9 | 55 | 76,4 | 10,0 | 40,2 |
| черничный | | | | | | | | | |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 6 | 50,0 | 0,25 | 3,1 | — | — | — | — | — | — |
| 9 | 29,0 | 0,6 | 4,2 | — | — | — | — | — | — |
| 9 | 11,3 | 1,1 | 5,6 | 19,4 | 21,1 | 21 | 26,2 | 7,4 | 35,1 |
| 6 | 7,6 | 1,2 | 5,8 | 21,1 | 21,2 | 49 | 62,0 | 8,3 | 39,2 |

При довольно значительном распространении сердцевинной гнили на поперечном разрезе ствола четко выделяются три зоны (рис. 2): центральная, желтоватого цвета; затем темная; чаще коричневая, иногда до черной, полоса шириной 2—4 мм, и, наконец, раневое ядро, за которым располагается зона заболони, окрашенная в светлые тона.

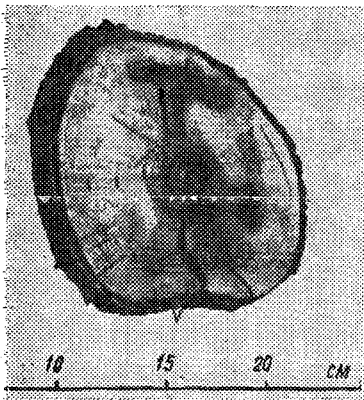


Рис. 1. Характер развития напеной гнили (пробная площадь 23, модельное дерево 3, срез у шейки корня).

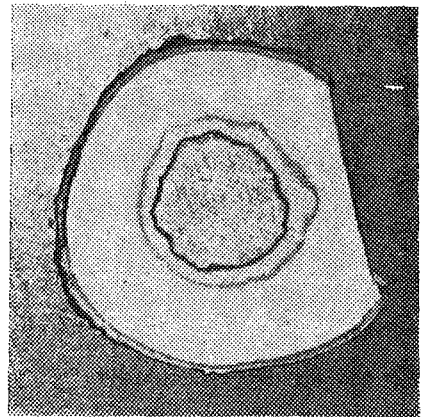


Рис. 2. Типичная сердцевинная гниль с одной темной полоской и с выходом гнили по табачным сучьям к периферии. Хорошо выделяется третья зона.

Центральная часть представляет собой типичную разрушенную древесину. При многократных попытках нам не удалось выделить из нее хотя бы один вид грибов. Влажность этой зоны значительно ниже, чем заболони, и в 1,5—2 раза меньше, чем в центральной части ствола здоровых деревьев или с первыми признаками гнили. Темная полоска представляет собой, видимо, самую активную часть или зону

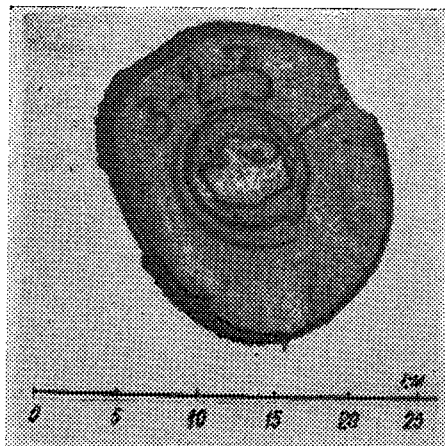


Рис. 3. Типичная сердцевинная гниль с двумя темными полосками. Раневое ядро довольно четко выделяется.

деятельности гриба. Из этой части мы неоднократно выделяли в культуре *Ph. tremulae*. Раневое ядро на свежих срезах всегда имеет повышенную влажность и зеленоватый оттенок. Оно четко отделяется от здоровой заболонной части слегка темной полоской, несколько размытой по краям и напоминающей зачаток «черной линии» между сердцевинной гнилью и раневым ядром.

Зоны гнили хорошо выделяются на срезах у деревьев, зараженных сравнительно недавно. При сильном разрушении и значительном поражении ствола гнилью раневое ядро, как правило, выделяется не четко.

Обследование большого количества больных деревьев позволяет предположить, что сердцевинная гниль распространяется от центра к периферии не постепенно, разрушая один годичный слой за другим, а «скачками». Вероятно, вначале создаются благоприятные условия для развития гриба в центральной части на определенном протяжении.

При благоприятных условиях гриб может активизироваться еще несколько раз, образуя ряд концентрических темных полос. Предполагаемую последовательность распространения гнили по диаметру хорошо иллюстрируют рис. 2 и 3. В более молодом возрасте (рис. 2) имеется одна зона гнили, а в более старшем (рис. 3) — две или несколько, что указывает на «импульсивность» развития гнили по диаметру.

П. Н. Борисов [1] пришел к выводу, что сердцевинная гниль по высоте ствола распространяется очень медленно и не может определить прирост дерева в высоту. Свои выводы он делает на основании исследования скорости распространения гнили при искусственном заражении осиновым трутовиком молодых деревьев осины. Однако этот вывод, по нашим данным, не может быть распространен на деревья большего возраста, имеющие естественное поражение.

Полученные нами данные (табл. 1) показывают, что в III классе возраста сердцевинная гниль, как правило, отсутствует. Однако у 31—40-летних деревьев она имеет довольно значительную протяженность (по средним данным 4,6 м), которая с возрастом неуклонно и быстро увеличивается. Об этом же свидетельствует резкое нарастание числа стволов осины (того же возраста) с плодовыми телами трутовика.

Эти данные говорят о том, что микроорганизмы, участвующие в образовании сердцевинной гнили, находят благоприятные условия

для своего развития в стволах бóльшего возраста и что само распространение гнили как по высоте, так и по диаметру идет довольно интенсивно.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. П. Н. Борисов. Гниль осины и ее предупреждение. Журн. «Лесное хозяйство и лесозэксплуатация» № 3, 1936. [2]. С. П. Маевский. Развитие стволовой гнили у осины. Реферат — тезисы сборника научно-технической конференции Брянского технологического института, вып. V, 1960. [3]. С. П. Маевский. Типы гнилей осины в лесах Брянской области. Реферат — тезисы сборника научно-технической конференции Брянского технологического института, вып. IV, 1960.

УДК 634.0.5 : 634.0.231

БИОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД УЧЕТА И ОЦЕНКИ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЛЕСА

В. М. ИВАНЮТА

(Московский лесотехнический институт)

Отношение величины учетной площадки к площади в 1 га назовем априорной вероятностью единичного случая. Если учетная площадка равна 1 м², то вероятность единичного случая будет равна весьма малой дроби — 0,0001. Поэтому случайное распределение самосева на таких площадках целесообразно изучать, опираясь на вероятностный закон редких событий — закон Пуассона. Согласно этому закону, количество самосева, приходящегося в среднем на 1 м², равно дисперсии распределения. Следовательно, если из этой величины извлечь квадратный корень, результат умножить на сто и разделить на количество самосева, приходящегося в среднем на 1 м², то в итоге получится коэффициент вариации, характеризующий изменчивость количества самосева на площадках в 1 м². По отношению квадратов коэффициента вариации и процентного показателя точности исследования можно рассчитать количество площадок в 1 м², которые необходимо заложить по методу случайной выборки для получения результатов исследования с заданной степенью точности (табл. 1).

Таблица 1

| Среднее количество деревьев на 1 м ² | Количество учетных площадок в 1 м ² на 1 га при точности исследования, % | | | | |
|---|---|-----|-----|-----|----|
| | 2 | 3 | 5 | 10 | 20 |
| 1 | — | — | 400 | 100 | 25 |
| 5 | — | 200 | 80 | 20 | 5 |
| 10 | 250 | 110 | 40 | 10 | 3 |
| 20 | 125 | 50 | 20 | 5 | — |
| 30 | 80 | 40 | 15 | 3 | — |

Для учетных площадок других размеров можно применять формулу Бернулли или бином Ньютона. В этом случае дисперсия распределения получится путем умножения общего количества подроста (на 1 га) на противоположные вероятности, найденные через отношение величины учетной площадки к площади в 1 га. По аналогии с

предыдущим, зная величину дисперсии, можно определить количество учетных площадок, необходимых для получения заданной точности исследования (табл. 2).

Таблица 2

| Общее количество под-роста на 1 га | Величина учетных площадок, м. | Количество учетных площадок на 1 га при точности исследования, % | | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--|-----|-----|-----|----|
| | | 2 | 3 | 5 | 10 | 20 |
| 1000 | 2 × 2 | — | — | — | 250 | 60 |
| | 5 × 5 | — | 400 | 160 | 40 | 10 |
| | 10 × 10 | 250 | 100 | 40 | 10 | 3 |
| 2000 | 2 × 2 | — | — | — | 120 | 30 |
| | 5 × 5 | — | 250 | 100 | 25 | 6 |
| | 10 × 10 | 125 | 55 | 20 | 5 | 1 |
| 3000 | 2 × 2 | — | — | 340 | 85 | 20 |
| | 5 × 5 | 350 | 150 | 60 | 15 | 3 |
| | 10 × 10 | 80 | 40 | 15 | 3 | — |
| 5000 | 2 × 2 | — | — | 200 | 50 | 12 |
| | 5 × 5 | 200 | 90 | 30 | 8 | 2 |
| | 10 × 10 | 50 | 20 | 8 | 2 | — |
| 10000 | 2 × 2 | — | — | 100 | 25 | 6 |
| | 5 × 5 | 100 | 40 | 18 | 4 | 1 |
| | 10 × 10 | 25 | 12 | 4 | 1 | — |

Установим следующие классы заселенности площади: I класс — самосевом или подростом занято более $\frac{3}{4}$ площади; II — от $\frac{3}{4}$ до $\frac{1}{2}$ площади; III — от $\frac{1}{2}$ до $\frac{1}{4}$ и IV — менее $\frac{1}{4}$ площади. Класс заселенности определяют рекогносцировочно после специальной тренировки глазомера, которая сводится к следующему. На площади выдела закладывают 5—10 тренировочных пробных площадей 100×100 м с хорошо видными вешками: в центре пробной площади, по ее углам и по середине каждой стороны. Класс заселенности устанавливают по каждому квадрату 50×50 м в отдельности. Эти классы суммируют и делят на 4 с округлением до одного знака после запятой. Затем полученные результаты суммируют по всем тренировочным пробным площадям и делят на их количество. В итоге получают класс заселенности для выдела в целом. В наиболее сложных случаях целесообразно прибегнуть к составлению специальных тренировочных абрисов (на миллиметровой бумаге) с оконтуриванием на них площадей с самосевом и подростом.

Обратимся к фактическому материалу по учету и оценке подроста в лесах севера европейской части СССР. Это данные 842 учетных площадок размером 10×10 м, заложённых в 1961 г. 27 таксаторами 6-й Московской аэрофотолесоустройственной экспедиции на вырубках прошлых лет в Печорском лесхозе Коми АССР. Общее количество учтенного на площадках подроста составило 33709 шт., в том числе сосны — 16173, березы — 13064 и ели — 4472, что в переводе на 1 га соответствует 2800, 8400 и 2100 экз. В то же время максимальная численность подроста березы достигает 100 тыс. шт. на 1 га и более, сосны не более 30 тыс., ели — 10 тыс. шт. на 1 га. Также значительно варьирует и высота подроста, изменяясь в пределах от 0,5 до 10 м и более. По этому материалу нам не удалось установить какой-либо закономерности в варьирова-

нии численности и высоты подроста по породам. Поэтому оценку подроста, на наш взгляд, следует производить по группам высот и классам численности по единой шкале, как это принято в лесоустройстве, но при определении класса численности целесообразно в качестве дополнительной придержки применять диапазоны изменения радиуса площади питания отдельных экземпляров подроста (табл. 3).

Таблица 3

| Классы заселенности площади самосева и подростом | Высота подроста и самосева, м | Радиус площади питания, м (числитель) и количество молодняка на 1 га, тыс. шт. (знаменатель) по классам численности самосева и подроста | | |
|--|-------------------------------|---|-------------|------------|
| | | 1 (густой) | 2 (средний) | 3 (редкий) |
| I (более 3/4) | До 1,5 | Менее 0,6 | 0,8—0,6 | Более 0,8 |
| | | Более 10 | 5,0—10,0 | Менее 5,0 |
| II (от 1/2 до 3/4) | 1,6—5,0 | 0,8—0,6 | 1,0—0,8 | Более 1,0 |
| | | 5,0—10,0 | 3,0—5,0 | Менее 3,0 |
| III (от 1/4 до 1/2) | 5,1—10 | 1,0—0,8 | 1,8—1,0 | Более 1,8 |
| | | 3,0—5,0 | 1,0—3,0 | Менее 1,0 |
| IV (менее 1/4) | 10,0—15 | 1,8—1,0 | 2,5—1,8 | Более 2,5 |
| | | 1,0—3,0 | 0,5—1,0 | Менее 0,5 |

В некоторых случаях оценку самосева и подроста целесообразно делать раздельно и результат записывать дробью, например: $\frac{II_1 - 0,5 \text{ м}}{IV_3 - 1,5 \text{ м}}$ и т. п. Эта запись означает следующее: в числителе густой (I) самосев высотой до 0,5 м занимает от 1/2 до 3/4 площади выдела (II класс заселенности), в знаменателе — редкий (3) подрост высотой 1,5 м занимает не более 1/4 площади выдела (IV класс заселенности). Более подробная классификация заселенности для глазомерной оценки подроста и самосева представляется нецелесообразной ввиду сложности ее практического применения. Если самосев или подрост имеют более или менее равномерное размещение по всей площади, то такие участки следует отмечать специальным знаком, например, Ia класс заселенности с соответствующим индексом густоты.

Кроме того, можно было бы условиться вместо слов «возобновление отсутствует» ставить знак минус или галочку в виде римской цифры V.

Поступила 5 мая 1968 г.

УДК 634.0.423

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПРОТИВ СНЕГОЛОМА И ОЖЕЛЕДИ

Б. И. ГАВРИЛОВ

(Харьковский сельскохозяйственный институт)

Снеголом и ожеледь в некоторые зимы наносят большой ущерб лесу, особенно деревьям низших классов Крафта в средневозрастных хвойных насаждениях и густым молоднякам. Так, в результате неблагоприятных метеорологических факторов в зиму 1965/66 гг. от снеголома и ожеледи сильно пострадали молодняки и средневозрастные древостой ряда лесхоззагов Украины, особенно 10—30-летние насаждения Изюмского лесхоззага, где преобладают сильно перегушенные и, в связи с этим, ослабленные сосняки (рис. 1).



Рис. 1.

Фото И. В. Филевского.

Мы учитывали снеголом на стационарных опытных участках, заложенных в 1932 г. и в последующем в 7—8-летних сосновых молодняках Балаклеевского лесхозага, изреженных в различной степени.

Изреживание производили по методу периодического размыкания полога крон деревьев, предложенному нами, проверенному и применяемому на протяжении 35 лет. Он сводится к тому, что на модельных деревьях (6—8 шт.) определяется средняя величина годичного прироста по диаметру крон, принимаемого за единицу, а затем производится размыкание полога крон, различное на разных опытных участках, на величину: 0,5 (участки умеренного прироста), 1,5 (ускоренного прироста), 3 (быстрого прироста) или 5 (свободного стояния). Подобные периодические размыкания полога крон делали один раз в 5—6 лет, с целью развития у деревьев хороших крон и корневых систем и избежания отрицательных явлений, встречающихся при сильных изреживаниях молодняков (разрастание сорняков, увеличение суковатости, падение роста, в высоту, снижение полндревесности стволов и др.). Полнота молодняков по сомкнутости полога крон периодически снижалась до 0,5—0,7 и затем через 1—3 года восстанавливалась до 1,0. Подобными размыканиями полога крон достигался рост молодняков на различных площадях питания, что позволило установить оптимальную для данной породы и условий местопроизрастания. По соседству с опытными участками оставляли контрольные, на которых рубки ухода проводили обычным низовым методом.

Данные табл. 1 показывают, что применяя метод периодического размыкания полога крон различной интенсивности, можно создать на опытных участках разную внешнюю среду и площади питания деревьев. По изложенному методу, размыкание полога крон производили в 1937, 1946, 1952, 1957 и 1962 гг.

Таблица 1

| № опытного участка | Наименование хозяйства | Литер секции | Число деревьев | | | Средние | | Запас | | остаток, м ³ |
|--------------------|------------------------|--------------|----------------|-------------|----|-------------|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | | наличие | выбрано шт. | % | диаметр, см | высота, м | наличие, м ³ | выбрано, м ³ | |
| Опыты 1932 г. | | | | | | | | | | |
| 5 | Контрольное | б | 8778 | — | — | 2,7 | 2,5 | — | — | 10,8 |
| 6 | " | б | 7776 | — | — | 2,6 | 2,4 | — | — | 9,1 |
| 5 | Умеренного прироста | а, в | 7680 | 3678 | 48 | 2,8 | 2,6 | 2,8 | 2,8 | 6,3 |
| 6 | Ускоренного прироста | а, в | 7596 | 5574 | 74 | 2,1 | 2,3 | 2,6 | 2,6 | 5,1 |
| 7 | Быстрого прироста | а, в | 7596 | 6591 | 87 | 2,1 | 2,4 | 3,3 | 3,3 | 4,5 |
| 8 | Свободного стояния | а, в | 6711 | 6216 | 92 | 2,6 | 2,6 | 5,7 | 5,7 | 2,7 |
| Опыты 1946 г. | | | | | | | | | | |
| 10 | Контрольное | б | 9956 | — | — | 3,3 | 3,3 | — | — | 12,3 |
| 10 | Быстрого прироста | а | 10184 | 8900 | 87 | 3,6 | 3,8 | 10,8 | 10,8 | 3,7 |

Таблица 2

| № опытного участка | Наименование хозяйства | Литер секции | Число деревьев | Средние | | Суммы проекций крон, м ² | Средняя проекция кроны, % | | Средняя длина кроны, м | Сожнутость кроны после очередного изреживания |
|--------------------|------------------------|--------------|----------------|-------------|-----------|-------------------------------------|---------------------------|------|------------------------|---|
| | | | | диаметр, см | высота, м | | м ² | % | | |
| Возраст 37 лет | | | | | | | | | | |
| 5 | Контрольное | б | 2052 | 13,9 | 15 | — | — | — | — | — |
| 6 | " | б | 1778 | 14,8 | 15,9 | 8103 | 100 | 3,3 | 5,8 | 0,81 |
| 5 | Умеренного прироста | а, в | 1338 | 16,8 | 16,6 | — | — | — | — | — |
| 6 | Ускоренного прироста | а | 693 | 21,2 | 17,8 | 7319 | 291 | 9,6 | 7,4 | 0,73 |
| | | в | — | — | — | 6655 | 246 | 8,1 | 7,3 | 0,66 |
| 7 | Быстрого прироста | а | 429 | 25,2 | 18,9 | 6981 | 485 | 16,0 | 8,6 | 0,70 |
| | | в | — | — | — | 6895 | 466 | 15,4 | 8,1 | 0,69 |
| 8 | Свободного стояния | а | 228 | 29,1 | 18,4 | 4439 | 603 | 19,9 | 9,1 | 0,44 |
| | | в | — | — | — | 4993 | 573 | 18,9 | 8,7 | 0,50 |
| Возраст 24 года | | | | | | | | | | |
| 10 | Контрольное | б | 2976 | 10,0 | 11,0 | — | — | — | — | — |
| 10 | Быстрого прироста | а | 564 | 18,8 | 13,0 | — | — | — | — | — |

На опытных участках ускоренного (№ 6) и быстрого прироста (№ 7), а также свободного стояния создавалась благоприятная внешняя среда для формирования хороших крон и корневых систем, а также для усиленного прироста по диаметру и высоте.

Основные таксационные показатели насаждений, по данным последнего учета 1962 г., приведены в табл. 2.

Данные таблицы указывают, что на опытных участках с энергичным размыканием полога крон в течение 30 лет происходило усиленное отложение прироста по диаметру, высоте и формировались хорошие кроны, в 5—6 раз больше крон деревьев на контрольных участках. Сомкнутость крон составляла 0,9—1,0, а после размыкания полога — 0,5—0,73. Бонитет Ia, в то время, как на контроле лишь II.

Весной 1966 г. на стационарных опытных участках был произведен учет снеголома, который повредил многие молодые и средневозрастные насаждения Балаклеевского лесхозага. Результаты учета снеголома (на 1 га) представлены в табл. 3.

Таблица 3

| № опытного участка | Наименование хозяйства | Литер. секции | Возраст, лет | Число стволов | | Снеголом (число стволов) |
|--------------------|------------------------|---------------|--------------|---------------|------|--------------------------|
| | | | | 1932 | 1966 | |
| 5 | Контрольное | б | 41 | 8778 | 2052 | 150 |
| 6 | " | б | 41 | 7776 | 1778 | 114 |
| 5 | Умеренного прироста | а, в | 41 | 4002 | 1338 | 24 |
| 6 | Ускоренного прироста | а, в | 41 | 1992 | 693 | 0 |
| 7 | Умеренного прироста | а, в | 41 | 1005 | 429 | 0 |
| 8 | Свободного стояния | а, в | 41 | 495 | 228 | 0 |
| 10 | Контрольное | б | 28 | 9956 | 2976 | 384 |
| 10 | Быстрого прироста | а | 28 | 1284 | 564 | 0 |

Данные учета снеголома на опытных участках позволяют установить следующее.

1. Чем больше число деревьев на участках и чем они тоньше, тем больше снеголома.

2. Деревья на опытных участках № 6, 7, 8 и 10 (секции а, в) не пострадали от снеголома, несмотря даже на наличие мощных крон (табл. 2); это объясняется хорошим развитием деревьев по диаметру (на 47—102% выше, чем на контроле).

На основании полученных данных можно рекомендовать производству выращивать устойчивые против снеголома и ожеледи насаждения путем энергичных периодических прореживаний их с момента смыкания полога крон деревьев. Молодые насаждения должны быть редкими с сомкнутостью крон 0,9—1,0. Периодически надо размыкать полог на величину 2—3-летнего прироста по диаметру крон. Если молодняк несколько лет имел густое стояние, то изреживание следует вести осторожнее, допуская периодическое размыкание полога крон деревьев на $\frac{1}{2}$ —1-годового прироста по диаметру крон, до тех пор, пока у деревьев разовьется устойчивая корневая система и стволы будут иметь достаточную толщину.

УДК 634.0.562

АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕКУЩЕГО ПРИРОСТА ДРЕВОСТОЯ ПО ЗАПАСУ

А. И. ПАТАЦКАС

(Литовская сельскохозяйственная академия)

В нашей работе рассматривается вопрос об определении текущего прироста древостоя методом множественной корреляции.

Аналитические методы имеют некоторые преимущества перед графическими, поэтому в последнее время используются все чаще [2].

Цель нашей работы — составить уравнения, которые можно применять на практике для определения текущего прироста древостоев.

Объектом исследования служили чистые сосняки лишайниковые и зеленомошные естественного происхождения в Литовской ССР. Условия произрастания — A_2 , B_2 и B_3 , классы фонитета Ia—IV, полнота 0,5—1,0 (по таблицам хода роста, составленным А. В. Тюриным), возраст 40—140 лет. Использованы данные 70 пробных площадей, заложенных в разных местностях Литовской ССР. Текущий прирост древостоя по запасу z_M , запас M и другие таксационные показатели определяли по срубленным модельным деревьям (10—17 на каждой пробе).

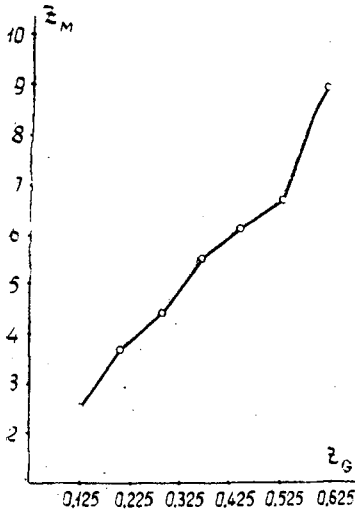
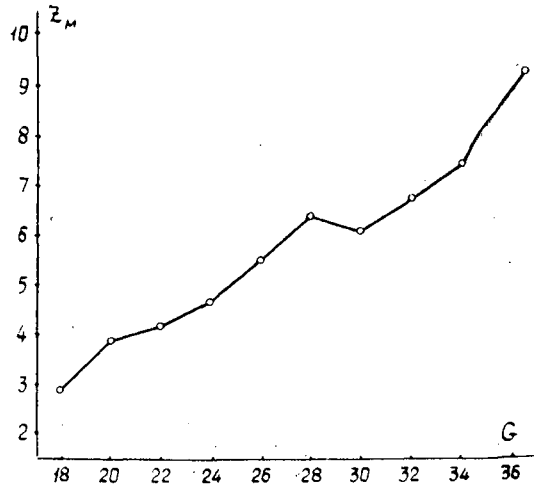
В лесной таксации рассматривают отдельные и средние величины. Под отдельной величиной понимается диаметр, высота, текущий прирост по диаметру и др. Средние величины получаются как средние арифметические отдельных величин (средний диаметр, возраст древостоя и т. д.) или как их суммы (запас древостоя, текущий прирост по запасу древостоя z_M или P_M и т. д.).

В нашей статье предлагаются уравнения для определения z_M (P_M) на основании средних величин.

При использовании метода множественной корреляции, прежде всего, необходимо решить вопрос, сколько и каких переменных надо включить в корреляционное уравнение.

Проведя анализ факторов, от которых зависит текущий прирост древостоя по запасу z_M , мы решили включить в корреляционное уравнение следующие показатели: текущий прирост древостоя по площади сечения z_G , сумму площадей сечений G и средний прирост древостоя по высоте H_A , равный $\frac{H}{A} \cdot 100$. Величина H_A может заменять класс фонитета в корреляционном уравнении, так как корреляционное отношение между этими показателями по нашим данным равняется 0,960.

Возраст древостоя A в уравнение не входит потому, что зависимость между z_M и A выражается сложной, мало пригодной для практики кривой; с другой стороны, возраст заменяется величиной H_A (коэффициент корреляции между H_A и A равен 0,9). Включение условий местопроизрастания невозможно, потому что пока нет количественной меры для выражения этого таксационного показателя. Поэтому следовало бы дифференцировать уравнения по условиям местопроизрастания. Мы этого не сделали, считая, что в условиях местопроизрастания A_2 , B_2 и B_3 текущие приросты существенно не различаются.

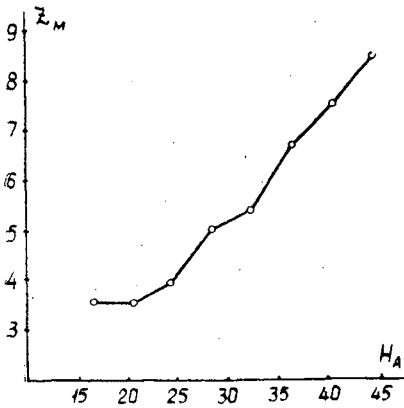
Рис. 1. Корреляция между z_M и z_G .Рис. 2. Корреляция между z_M и G.

Для z_M методом наименьших квадратов составлены два линейных корреляционных уравнения

$$z_M = -3,9070 + 0,1867G + 0,1454H_A; \quad (1)$$

$$z_M = -3,5133 + 0,1668G + 0,0623H_A + 7,4070. \quad (2)$$

Для вычислений была использована электронная вычислительная машина Минск-14.

Рис. 3. Корреляция между z_M и H_A .

В линейности уравнений (1) и (2) можно убедиться по графикам (рис. 1, 2, 3). Если зависимости между z_M , с одной стороны, и z_G , G и H_A , с другой, линейны, то и в совокупности корреляция между ними также должна быть линейной. В этом случае зависимость z_M от z_G , G и H_A можно выразить линейным уравнением.

Основная ошибка μ % множественного корреляционного уравнения вычисляется по формуле [1]

$$\mu \% = C \sqrt{1 - R^2} \quad (3)$$

с вероятностью 0,683.

В этой формуле C — коэффициент вариации величины z_M ; R — сводный коэффициент корреляции, вычисленный при помощи обыкновенных коэффициентов корреляции.

Коэффициент корреляции между z_M и z_G равен +0,820; z_M и G +0,721; z_M и H_A +0,766; z_G и G +0,421; z_G и H_A +0,649; G и H_A 0,525.

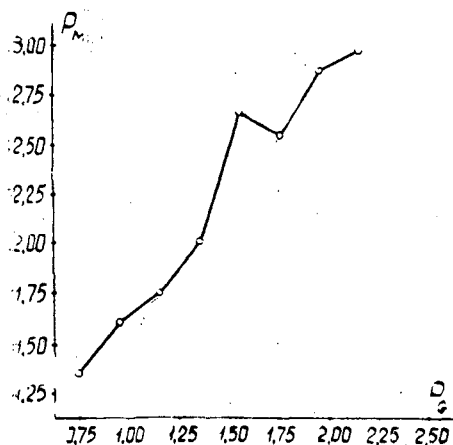


Рис. 4. Корреляция между P_M и P_G .

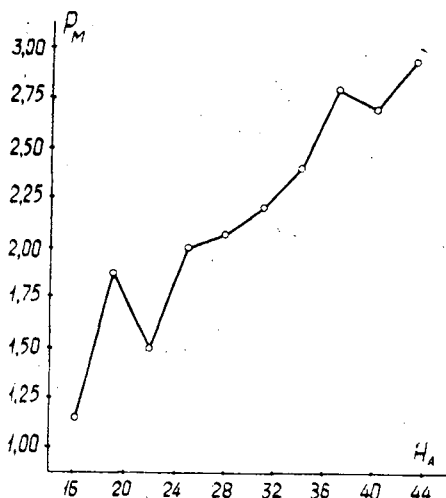


Рис. 5. Корреляция между P_M и H_A .

Сводный коэффициент корреляции R для функции $z_M = f(G, H_A)$ равняется 0,853, а для $z_M = f(z_G, G, H_A)$ — 0,934. Коэффициент вариации величины z_M

$$C = \frac{1,71}{5,137} \cdot 100 = 33,3\%.$$

По формуле (3) находим основные ошибки уравнения (1)

$$\mu\% = 33,3 \sqrt{1 - 0,853^2} = 17,38\%$$

и уравнения (2)

$$\mu\% = 33,3 \sqrt{1 - 0,934^2} = 11,8\%.$$

Мы составили также линейное уравнение, выражающее зависимость P_M от P_G и H_A (P_M и P_G — проценты текущего прироста древесины соответственно по запасу и площади сечения).

$$P_M = 0,01390 + 0,9817P_G + 0,02736H_A. \quad (4)$$

О линейности уравнения (4) можно судить по графикам (рис. 4 и 5)

Коэффициент корреляции между P_M и P_G $r = 0,8145$; P_M и H_A $r = 0,6020$; P_G и H_A $r = 0,4472$.

Коэффициент вариации величины P_M

$$C = \frac{0,5809}{2,1275} \cdot 100 = 27,3\%.$$

Сводный коэффициент корреляции $R = 0,8519$.

Основная ошибка уравнения (4)

$$\mu\% = 27,3 \sqrt{1 - 0,8519^2} = 14,3\%.$$

Вместо выражения (4) можно написать формулу

$$P_M = P_G + \frac{3H}{A} \quad (5)$$

(так как свободный член уравнения (4) мал, его можно отбросить. Коэффициенты при P_G и H_A округлены).

Таким образом получена формула, напоминающая общеизвестную

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

Следовательно, между P_{HF} и $\frac{3H}{A}$ или H_A должна существовать корреляционная связь. По нашим данным, коэффициент корреляции $r = 0,434$, корреляционное отношение $\eta = 0,537$.

Если в выражении (4) H_A заменить возрастом A , то получается уравнение, имеющее нелинейный характер.

Зависимость между P_M и A можно выразить гиперболой

$$P_M = a + \frac{b}{A} \quad (6)$$

или параболой второго порядка

$$P_M = a + bA + cA^2. \quad (7)$$

Последнее уравнение дает более точный результат, но вычисления по формуле (6) проще, поэтому она используется в статье.

Для определения P_M по P_G и A методом наименьших квадратов составлено уравнение

$$P_M = 0,1431 + 0,7277P_G + \frac{69,1870}{A}. \quad (8)$$

Корреляция между P_M и A (а также между P_G и A) криволинейна, между P_M и $\frac{1}{A}$ (P_G и $\frac{1}{A}$) — прямолинейна. Коэффициент корреляции между P_M и $\frac{1}{A}$ $r = 0,7951$; P_G и $\frac{1}{A}$ $r = 0,6156$.

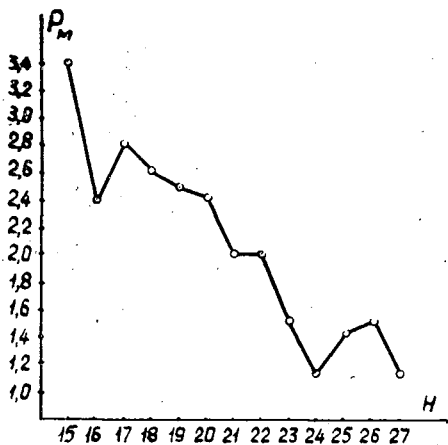


Рис. 6. Корреляция между P_M и H .

Сводный коэффициент R для функции $P_M = f\left(P_G, \frac{1}{A}\right)$ равняется 0,8957.

Основная ошибка уравнения (8)

$$\mu\% = 27,3 \sqrt{1 - 0,8957^2} = 12,15\%.$$

Итак, формула (8) дает большую точность, чем уравнение (4). Поэтому для определения P_M целесообразно пользоваться величиной H_A .

В практике обычно, трудно определить P_G .

Поэтому для установления P_M мы составили корреляционное уравнение, в котором P_G не фигурирует, а входит возраст A и средняя высота древостоя H ,

$$P_M = 2,0228 - 0,06586H + \frac{100,29}{A}. \quad (9)$$

Линейность связи P_M и H видна из графика (рис. 6).

Коэффициент корреляции между P_M и H $r = -0,6677$; $\frac{1}{A}$ и H $r = -0,5650$.

Сводный коэффициент корреляции для функции $P_M = f\left(\frac{1}{A}, H\right)$ равняется 0,8542.

Основная ошибка уравнения (9)

$$\mu\% = 27,3 \sqrt{1 - 0,8542^2} = 14,6\%.$$

Число проб n для составления множественного корреляционного уравнения определяется по формуле

$$n = \frac{t^2 C^2}{p^2} (1 - R^2), \quad (10)$$

где C — коэффициент вариации исследуемого признака, например, процента текущего прироста древостоя по запасу P_M ;

p — точность исследования;

R — сводный коэффициент корреляции;

t берется в зависимости от того, с какой вероятностью мы хотим получить искомый результат ($t = 2$ при вероятности 0,954, $t = 1,3$ при вероятности 0,8 и т. д.).

Итак, для определения n надо знать коэффициенты корреляции R и вариации C . Они устанавливаются на основании ранее проведенных исследований.

Например, мы хотим установить число проб для определения процента текущего прироста насаждения P_M по корреляционному уравнению $P_M = f(P_G, A)$. В этом случае можно взять $R \approx 0,960$; $C \approx 28\%$. Если наше корреляционное уравнение должно быть составлено с точностью исследования 2% при вероятности 0,954, то нужно заложить проб

$$n = \frac{4 \cdot 784}{4} (1 - 0,922) \approx 61.$$

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. И. Романовский. Элементы теории корреляции. Изд. 2, Ташкент, 1928. [2]. Jean Parde. Dendrometrie, Nancy, 1961.

Поступила 5 апреля 1968 г.

УДК 634.0:181.343

ПОЧВОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ДУБОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ЧЕРНОЗЕМАХ ЧЕРНОГО ЛЕСА

А. И. КОВАЛЕНКО

(Украинская сельскохозяйственная академия)

Черный Лес Кировоградской области УССР площадью 8350,2 га — самый крупный лесной массив на границе Правобережной лесостепи и степи. Мы исследовали почвозащитные функции и продуктивность дубрав Черного Леса, произрастающих на черноземах. Общая площадь этих насаждений составляет около 850 га.

Для их изучения были заложены шесть пробных площадей в 83—86-летних дубравах, произрастающих на разных элементах рельефа (плато, крутые склоны северной и южной экспозиций и тальвег балки) на выщелоченных черноземных почвах, а в

Таблица 1

| № плодовых площадей | Состав | Возраст, лет | Высота, м | Диаметр, см | Класс бонитета | Тип леса | Полнота | Число стволов на 1 га | Запас ствольной древесины на 1 га, м ³ |
|---------------------|-----------------------------|--------------|-----------|-------------|----------------|------------------|--------------|-----------------------|---|
| 1 | 5Д5Яс 4Г64Лп2Кл, ед. Бс | 86 | 24,5 | 35,9 | II | D ₂ | 0,57 0,31 | 166 418 | 289,0 |
| 2 | 9Д1Яс 41 оэлп2Кл, ед. Бс | 86 | 23,0 | 31,0 | II | D ₂₋₁ | 0,71 0,23 | 300 439 | 318,6 |
| 3 | 10Д 8Лп1Кл1Г6 | 86 | 29,5 | 31,8 | Ia | D ₂ | 0,69 0,25 | 283 317 | 360,5 |
| 4 | 10Д, ед. Яс 4Кл3Лп3Г6 | 84 | 28,6 | 31,8 | Ia | D ₂ | 0,79 0,23 | 325 290 | 403,3 |
| 5 | 7Д3Яс 5Г63Лп2Кл, ед. Бс | 83 | 27,5 | 31,9 | I | D ₂ | 0,63 0,40 | 231 488 | 354,3 |
| 6 | 9Д1Яс 7Кл. п3Бс | 83 | 25,7 | 31,3 | I | D ₂ | 0,89 0,13 | 368 307 | 356,9 |
| 7 | 9Яс1Д 6Кл. п4Г6 | 85 | 27,8 | 35,1 | I | D ₂ | 0,83 0,19 | 340 171 | 419,4 |
| 8 | 8Д2Яс 8Кл1Бс1Г6+Яс | 119 | 35,1 | 57,1 | Ia | D ₂ | 0,73 0,25 | 102 236 | 473,6 |

Примечание. В числителе — данные для I яруса, в знаменателе — для II яруса.

дополнение к ним еще две: в 85-летнем ясеневом насаждении, расположенном на плато, на мощном, переходном к обыкновенному, средневыщелоченном черноземе и в искусственном 119-летнем дубово-ясеневом насаждении, растущем в ложбине — начале балки, на такой же почве. Для сравнения свойств почв были сделаны почвенные разрезы на сельскохозяйственных угодьях по таким же элементам рельефа, материнской породе и черноземному типу почв.

Водно-физические свойства почвы мы изучали на образцах ненарушенного сложения, которые отбирали из каждого горизонта в трехкратной повторности при помощи почвенных цилиндров диаметром 80 мм и высотой 100 мм. Для поверхностного слоя мы использовали цилиндры такого же диаметра, высотой 40 мм (повторность та же). Водопроницаемость верхнего слоя почвы устанавливали при помощи больших цилиндров (диаметр 80 мм, высота 100 мм) в 20-кратной повторности. Физико-химические свойства и структурный анализ почвы определяли в лабораторных условиях (в двукратной повторности).

Лучшим ростом, как свидетельствуют данные табл. 1, отличаются дубовые насаждения, произрастающие в тальвеге балки.

Насаждение, произрастающее на крутом склоне балки северной экспозиции (проба № 5), растет по I классу бонитета, а на южной (проба № 2) — по II. Это объясняется различным режимом увлажнения. На южном склоне в течение двух вегетационных периодов усвояемой влаги было на 16,7—41,9 мм меньше, чем на северном.

Насаждения на плато растут также по I и II классам бонитета. Меньшая производительность насаждения на пробной площади № 1 объясняется значительным понижением полноты первого яруса, которая при большом участии в составе ясеня повлияла на снижение высоты дуба.

Продуктивность ясеневое насаждения на плато (пробы № 7), благодаря большей средней высоте и среднему диаметру, при всех прочих равных условиях, оказалась выше, чем у дубового (проба № 6), произрастающего также по I классу бонитета.

В 1848 г. лесничим Броничем на площади, вышедшей из-под сельскохозяйственного пользования, были созданы лесные культуры, которые теперь представляют собой двухъярусное дубово-ясеневое насаждение высокой продуктивности. Несмотря на то, что с 1921 г. по 1951 г. насаждение подвергалось присыковым выборочным рубкам, особенно в период немецко-фашистской оккупации (с 1 га вырубали по 270 м³), в 1951 г. древостой при составе I яруса 6Д4Яс и полноте 0,7 имел Ia класс бонитета и запас 405,9 м³/га*. За последние 16 лет в порядке санитарных рубок здесь выбирали по 22 м³ с 1 га (в основном ясень, поврежденный серно-желтым трутовиком, в результате чего состав I яруса при той же полноте оказался 8Д2Яс). Запас насаждения за этот период увеличился на 67,7 м³/га, то есть ежегодный прирост без учета вырубленной части составил 4,23 м³/га, что говорит о довольно высокой производительности насаждения. Следовательно, при полноте ниже 0,7 в этих условиях в составе приспевающих насаждений доля участия ясеня может составлять 0,2—0,4. При этом продуктивность будет повышаться.

Изучение свойств черноземных почв показало, что объемный вес почвы в слое 0—5 см в лесу составляет 0,72—1,09 г/см³, а на полевых угодьях 1,18—1,36 г/см³. В этих же пунктах общая влажность почвы соответственно колебалась в пределах 55,1—71,0% и 48,1—53,0%.

Агрегатный анализ почвы показал, что в слое 0—10 см количество водопрочных агрегатов размером 1—5 мм в лесу колеблется в пределах 56,8—86,2%, в то время как в поле их насчитывается 14,0—24,8%. Наибольшее количество водопрочных агрегатов в этом слое содержится под дубовыми насаждениями Ia и I классов бонитета.

* А. Г. Солдатов. Старейшая культура Черного Леса. Журн. «Лесное хозяйство» № 5, 1953.

В лесу их количество уменьшается с увеличением в составе насаждения ясеня. Так, при его участии до 0,1 в слое 0—5 см их насчитывается 63,4%, при участии 0,5 — до 56,8%, а при 0,9 — до 37,4%. Такое явление, по-видимому, можно объяснить полуажурностью крон ясеневое насаждения, благодаря которой под полог древостоя проникает больше осадков, влияющих на противозрозионную стойкость агрегатов.

Время впитывания 50-миллиметрового слоя воды с поверхности почвы на плато в лесу исчисляется 1—3 мин, а в полевых условиях — 15 мин, то есть увеличивается в 5—15 раз. Эта разница возрастает еще больше по мере перехода от плато к склонам балки. Так, на облесенном склоне время впитывания исчисляется 1 мин 49 сек — 2 мин 57 сек, а на склоне в открытом поле — 50 мин 54 сек, то есть в 20—30 раз больше.

Физико-химические свойства почвы характеризуются тем, что для степных участков емкость поглощения почвы не превышает 30 мг/экв на 100 г почвы, в то время как в лесу она увеличена до 38,9 мг/экв. Под лесными насаждениями сумма обменных оснований уменьшается с глубиной, в то время как в открытом поле она мало меняется. Это говорит о поглощении ионов кальция и магния корневой системой древесных растений и накоплении их через опад в верхних горизонтах. Большой суммой поглощенных оснований (37,17 мг/экв на 100 г почвы) отличается верхний слой почвы под ясеневым насаждением (проба № 7), что, в свою очередь, отразилось на величине актуальной кислотности. Подщелачивающее действие ясеневой подстилки ($pH_{KCl} = 6,2 \div 6,8$) наблюдается на глубине до 20 см. В более глубоких слоях уже проявляется слабо кислая реакция почвенного раствора, как и в почвах под дубовыми насаждениями, и несколько кислее, чем в открытом поле.

Химический анализ почвы показал, что ее плодородие под лесными насаждениями выше, чем в открытом поле, так как верхний слой лесной почвы обогатился органическими и зольными веществами.

В заключение можно сделать вывод, что производительность почвозащитных дубрав Черного Леса в значительной степени зависит от режима влажности почвы, который, в свою очередь, определяется месторасположением в пределах гидрографической сети и экспозицией склона.

Хотя в ясеневых насаждениях почвы имеют несколько пониженную водопрочность, но повышенная скважность и близкие по величине объемный вес и водопроницаемость ставят их в один ряд с почвами дубовых насаждений. Участие в дубовых насаждениях до 20—40% примеси ясеня будет повышать продуктивность дубрав, а его опад способствовать нейтрализации кислых продуктов разложения дубовой подстилки и тормозить процесс перехода черноземов в серые лесные почвы.

Почвозащитные функции дубрав, произрастающих на черноземных почвах, очень высоки, и их защитные свойства повышаются по мере увеличения производительности насаждений, то есть по мере приближения от плато к тальвегу балки.

УДК 634.0.5

К ВОПРОСУ О МЕТОДАХ ТАКСАЦИИ ЛЕСОСЕК В ЛЕСОИЗБЫТОЧНЫХ РАЙОНАХ

В. И. ЛЕВИН

(Архангельский лесотехнический институт)

Г. П. ГРАБОВСКИЙ

(Архангельская экспедиция «Леспроект»)

Возрастающий объем лесозаготовок в лесоизбыточных районах требует больших трудовых и денежных затрат на отвод лесосек при существующем методе перечислительной таксации, поэтому проблема упрощенных методов таксации лесосек сейчас весьма актуальна.

Ранее* мы высказывали мысль о возможности введения в практику упрощенных (статистических) методов таксации лесосек, позволяющих, по нашему мнению, уменьшить трудовые и денежные затраты. В 1959 г. на территории Чекуевского лесничества Онежского ЛПХ мы провели опытную (поисковую) работу по ранее высказанным предложениям в сотрудничестве с производственниками Онежского леспромхоза. Были применены два упрощенных метода таксации лесосек, предложенные В. И. Левиным: статистический по учетным площадкам и статистический с применением полнотомера Биттерлиха.

Наша задача заключалась в проверке, анализе и сравнении результатов, полученных при статистических и существующем перечислительном методах таксации лесосек.

Методика проведения полевых работ заключалась в следующем.

1. Отграничивали делянку, прорубали граничные и внутренние визиры. Проводили промер их, одновременно вели глазомерную таксацию и абрис делянки.

2. Делали ленточный пересчет на полосах шириной 10 и 20 м по 4-сантиметровым ступеням толщины, начиная с 12 см (на внутренних и граничных визирах). На этих же лентах через каждые 50 м закладывали учетные площадки размером 20 × 20 м. Проводили круговое визирование полнотомером Биттерлиха (в результате получали абсолютную полноту по каждой породе для каждого выдела).

Общая площадь ленточного пересчета составила 30,4 га; заложено 93 учетных площадки.

Камеральная обработка и результаты сравнений

По упрощенным методам на всех делянках (выделах) определяли таксационные показатели: средние высоту и диаметр, число деревьев, сумму площадей сечения и запас на 1 га.

Для установления степени варьирования таксационных элементов и ошибок измерений находили среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариации и среднюю ошибку, а также коэффициент различия двух статистических методов.

Сравнение разных методов показывает, что отклонения на одной делянке не превышает $\pm 10\%$ (табл. 1), а суммарные по всем состав-

* В. И. Левин. Новый графический способ определения запаса древостоя. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1958.

Таблица 1

| Методы таксации | Число деревьев двойных пород на 1 га | Сумма площадей сечений на 1 га, м ² | Запас на 1 га (по В. И. Левину), м ³ |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| Перечет на 20-метровой полосе | 687 | 16,3 | 128 |
| | <u>100</u> | <u>100</u> | <u>100</u> |
| Перечет на 10-метровой полосе | 671 | 16,9 | 138 |
| | <u>97,8</u> | <u>103,7</u> | <u>107,8</u> |
| По учетным площадкам | 693 | 16,2 | 127 |
| | <u>100,9</u> | <u>99,9</u> | <u>99,3</u> |
| С применением полнотомера Биттерлиха | 694 | 15,9 | 126 |
| | <u>100,9</u> | <u>97,7</u> | <u>98,3</u> |

Примечание. В числителе — данные в абсолютных единицах; в знаменателе — в относительных.

ляют не более $\pm 5\%$ от данных перечета на 20-метровой полосе. Вычисленные коэффициенты различия по основным таксационным показателям для предложенных методов весьма незначительны.

Материально-денежная оценка делянок

Результаты материальной оценки (с использованием товарных таблиц) по всем четырем методам колеблются в пределах 3—7%; денежной по хлыстовым и действующим (применяемым) таксам — от 5 до 8%.

На основании проведенного сопоставления можно сделать следующие выводы.

1. Существующий и предлагаемые упрощенные методы таксации лесосек по всем таксационным показателям дают приемлемую для производства точность в пределах $\pm 10\%$. Простота и экономичность предлагаемых методов очевидна.

2. Оба предлагаемых метода равноценны по точности и взаимозаменяемы, в зависимости от целесообразности применения того или иного.

Творческие поиски, направленные на упрощение методов таксации лесосек и снижение затрат, побудили некоторых ученых и исследовательские институты к дальнейшей разработке упрощенных методов. Так, в конце 1965 г. было опубликовано «Временное руководство по таксации лесосек» (Л. Е. Михайлов, А. Г. Мошкалева и В. С. Чуенков) с указанием необходимости тщательной проверки предлагаемых в руководстве методов и разработки новых более совершенных.

Работники кафедры таксации Архангельского лесотехнического института в 1966 г. под руководством В. И. Калинина исследовали упрощенные методы таксации лесосек: круговых площадок с применением полнотомера Биттерлиха и призмы Анучина; линейной выборки; учетных площадок (20 × 20 м); а также возможность использования данных глазомерной таксации при лесоустройстве по третьему разряду точности. Для сравнения была выполнена перечислительная таксация на 20% площади делянок.

Результаты таксации лесосек по методу круговых площадок подтвердили наши исследования: ошибки по запасу оказались в пределах $\pm 10\%$. При этом установлено, что точность определения запаса зависит от количества учитываемых деревьев на площадках: при увеличении числа деревьев ошибка уменьшается. Замечено также, что

при большей площади выдела повышается точность определения сумм площадей сечений на 1 га. Для обеспечения достаточной точности авторы предлагают закладывать площадки на выделе в количестве $n = 5\sqrt{F}$ (по формуле Н. П. Анучина) или $n = 4,4\sqrt{F}$ (по формуле В. И. Левина), где n — искомая величина; F — площадь выдела.

Учитывая многие достоинства метода круговых площадок, авторы указывают на известные трудности: отсутствие достаточного количества хорошо подготовленных техников, способных работать по новым методам, серьезные неудобства при работе с полнотомером Биттерлиха и призмой Анучина при густом подросте высотой более 1 м. Метод круговых площадок не исключает частичного перечета.

Метод линейной выборки, по мнению авторов, нуждается в дальнейшем совершенствовании, и применение его в лесах Севера затруднительно, так как ошибки достигают $\pm 26,8\%$, исполнитель сильно утомляется при непрерывном визуировании на протяжении 300 м, камеральная обработка усложнена.

Метод учетных площадок дал вполне удовлетворительные результаты (ошибки не выходят из пределов $\pm 6,1\%$).

Авторы провели также значительную работу по выявлению возможности использования для таксации лесосек данных глазомерной таксации при лесоустройстве по третьему разряду точности. По суммарным итогам на 153 делянках средняя ошибка в определении запаса на 1 га при глазомерном определении составила 5,3%, однако для отдельных делянок получаются недопустимо большие ошибки в запасе. Вследствие этого авторы пришли к выводу, что материалы лесоустройства по III разряду точности нельзя использовать для таксации лесосек. Как отмечалось нами ранее, чтобы появилась возможность их применения, необходимо инвентаризацию лесов, отводимых в рубку на предстоящий ревизионный период, проводить по высшему разряду устройства; размер кварталов должен быть 50 или 100 га и равен величине будущих лесных делянок.

Работу по изучению и внедрению новых упрощенных методов таксации лесосек в лесоизбыточных районах нельзя считать законченной. На наш взгляд, ее необходимо продолжить в следующем направлении: тщательно сопоставлять выход объема деловой древесины (отдельно по породам) при разных упрощенных методах таксации с фактическим выходом в процессе заготовки и вывозки ее на склад. Для этой цели необходимо хотя бы в одном лесничестве на одной годичной лесосеке (но на разных по составу и другим таксационным показателям лесных делянках) провести таксацию леса на корню упрощенными методами (статистическим, по данным лесоустройства и т. д.), а затем организовать учет фактического объема заготовленной древесины точными методами.

Такое сопоставление позволит сделать объективный вывод о точности различных методов и целесообразности их применения. В процессе совместной работы научных работников и производственников будут подготовлены кадры для дальнейшего внедрения новых упрощенных методов отвода и таксации лесосек в лесоизбыточных районах. Только тогда представится возможным составить новую инструкцию по отводу и таксации лесосек по упрощенным, наиболее рациональным методам. Кроме того, при таком методе исследования можно будет выявить объем так называемых отходов (малоценной древесины), оставляемых сейчас на лесосеке.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 531:634.0.323.1

ОБОБЩЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СМЯГЧАЮЩИХ
ФАКТОРОВ НА УДАРНЫЕ НАГРУЗКИ
ПРИ ПОВАЛЕ ДЕРЕВЬЕВ НА АГРЕГАТНЫЕ МАШИНЫ

А. А. ДЕБЕРДЕЕВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Ранее [3], [10] мы предлагали методы определения ударных нагрузок при повале деревьев на агрегатные машины в предположении об абсолютной жесткости ствола и кроны дерева, неподвижности опор, без учета сопротивления воздуха и т. д. Было исследовано [4], [5], [6], [7] влияние на соударение дерева различных смягчающих факторов: подвижности опор, наличия упруго сидящей кроны, поперечных колебаний ствола, сопротивления воздушной среды.

В настоящей работе обобщается влияние упомянутых факторов, то есть определяется суммарное их влияние на ударные нагрузки при повале деревьев, а также даются достаточно простые формулы и значения коэффициентов для практических расчетов этих нагрузок.

Вводя коэффициенты влияния различных факторов на удар, можем написать

$$S^* = \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \lambda_4 S, \quad (1)$$

где λ_1 — коэффициент влияния подвижности опор;

λ_2 — коэффициент влияния кроны;

λ_3 — коэффициент влияния поперечных колебаний ствола;

λ_4 — коэффициент влияния сопротивления воздушной среды;

S^* и S — ударные импульсы соответственно с учетом и без учета всех упомянутых факторов.

Найдем эти коэффициенты.

1. Коэффициент влияния подвижности опор определяем как отношение

$$\lambda_1 = \frac{S_1}{S}, \quad (2)$$

где S_1 и S — ударные импульсы соответственно с учетом и без учета подвижности опор.

Воспользовавшись выражениями для S и S_1 [3], [4], при ударе о первую опору (о машину), согласно формуле (2), имеем

$$\lambda_1 = \frac{J_1 m_1 [J_c + M(c-a)^2]}{J_c M m_1 h^2 \sin^2 \beta + J_c J_1 M \cos^2 \beta + J_1 M m_1 (c-a)^2 + J_c J_1 m_1},$$

где M , m_1 , J_c , J_1 — массы и центральные моменты инерции дерева и подрессоренной части машины;

a , c — расстояния от комля соответственно до точки соударения и центра тяжести дерева;

h — высота приемной балки над центром тяжести подрессоренной части машины;

β — угол дерева с горизонтом к моменту удара.

Принимая значения

$$J = 0,244Ml^2; \quad c = 0,365l; \quad J_c = 0,111Ml^2 \quad (3)$$

(здесь l — высота дерева), а также полагая $h = \rho$ (где ρ — центральный радиус инерции подрессоренной части машины), получаем

$$\lambda_1 = \frac{0,111 + \left(0,365 - \frac{a}{l}\right)^2}{0,111 \frac{M}{m_1} + 0,111 + \left(0,365 - \frac{a}{l}\right)^2} \quad (4)$$

Аналогично, воспользовавшись выражениями для S и S_1 [10], [4] при ударе о вторую опору (о прицеп), согласно формуле (2), находим

$$\lambda_1 = \frac{m_2 [J_c + M(b-c)^2]}{J_c(M+m_2) + Mm_2(b-c)^2},$$

где m_2 — масса подвижной части второй опоры;

b — расстояние от комля до точки второго соударения дерева.

Остальные обозначения прежние.

После подстановки сюда значений (3) получаем

$$\lambda_1 = \frac{0,111 + \left(0,365 - \frac{b}{l}\right)^2}{0,111 \frac{M}{m_2} + 0,111 + \left(0,365 - \frac{b}{l}\right)^2} \quad (5)$$

Результаты вычислений λ_1 по формулам (4) и (5) приведены в табл. 1.

Таблица 1

| $\frac{a}{l}, \frac{b}{l}$ | Значения λ_1 при значениях $\frac{M}{m_1}, \frac{M}{m_2}$ | | | | | | λ_2 | λ_3 |
|----------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------------|
| | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | | |
| 0,1 | 0,845 | 0,804 | 0,767 | 0,620 | 0,522 | 0,450 | 0,645 | 0,988 |
| 0,2 | 0,807 | 0,758 | 0,715 | 0,554 | 0,454 | 0,383 | 0,745 | 0,970 |
| 0,3 | 0,776 | 0,723 | 0,677 | 0,509 | 0,410 | 0,341 | 0,777 | 0,762 |
| 0,4 | 0,773 | 0,718 | 0,671 | 0,502 | 0,403 | 0,336 | 0,648 | 0,647 |
| 0,5 | 0,796 | 0,746 | 0,700 | 0,538 | 0,437 | 0,368 | 0,492 | 0,762 |
| 0,6 | 0,834 | 0,790 | 0,750 | 0,600 | 0,500 | 0,428 | 0,405 | 0,994 |
| 0,7 | 0,870 | 0,835 | 0,802 | 0,666 | 0,572 | 0,500 | 0,356 | 0,705 |
| 0,8 | 0,900 | 0,872 | 0,845 | 0,730 | 0,644 | 0,575 | 0,334 | 0,266 |

2. Коэффициент влияния кроны определяем как отношение

$$\lambda_2 = \frac{S_2}{S}, \quad (6)$$

где S_2 и S — ударные импульсы соответственно с учетом и без учета влияния кроны.

Воспользовавшись соответствующими выражениями для S и S_2 [3] и [5], согласно формуле (6), имеем

$$\lambda_2 = \frac{M_c}{M} \cdot \frac{J_c^c}{J_c} \cdot \frac{J_c + M(c-a)^2}{J_c^c + M_c(l_c - a)^2},$$

где M_c, J_c^c — масса и центральный момент инерции ствола;

l_c — высота центра тяжести ствола.

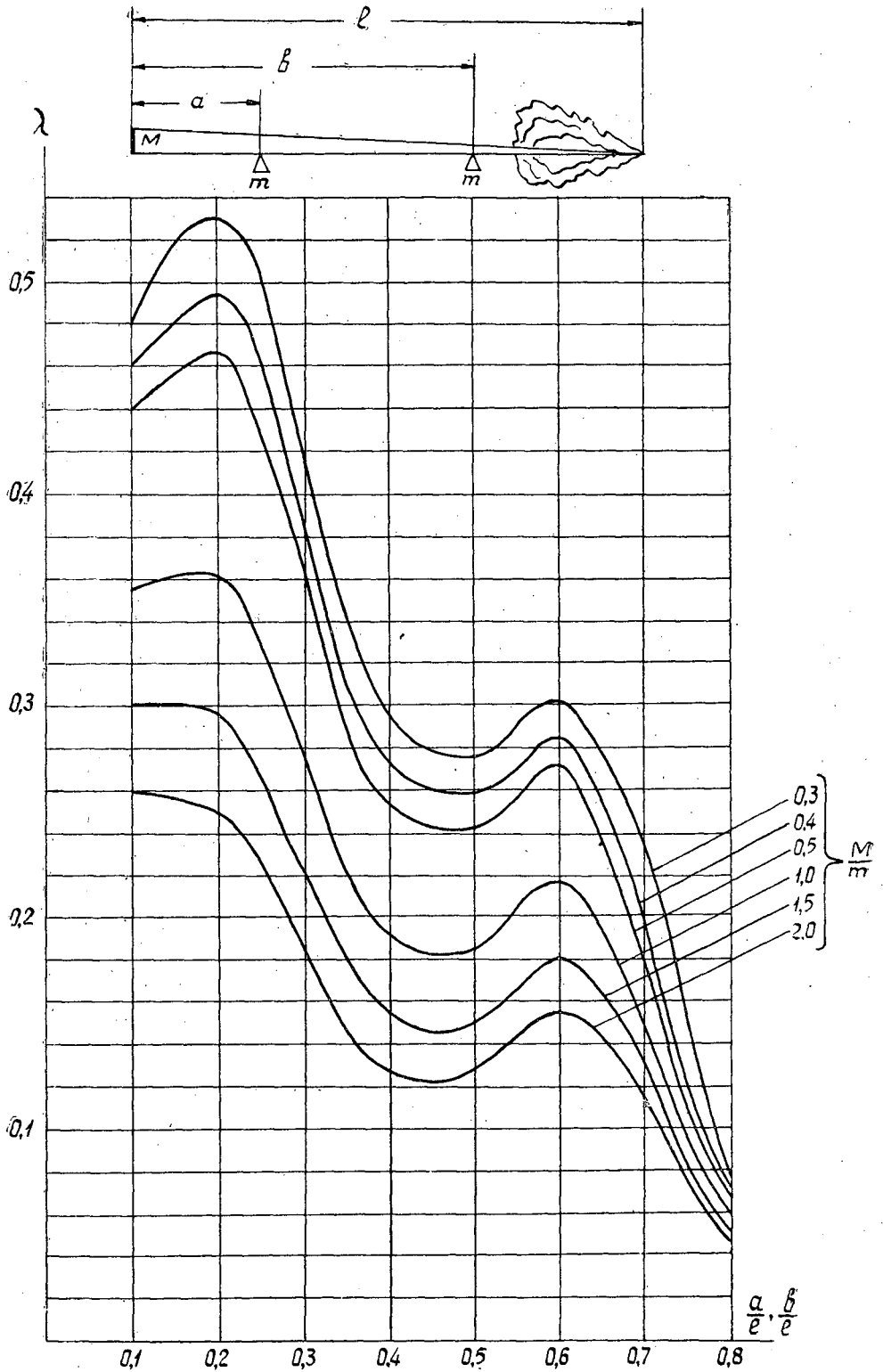


Рис. 1.

Принимая значения $l_c = 0,308 l$; $J_c = 0,048 M_c l^2$ и для ели $\frac{M_c}{M} = 0,75$ [5] и [9], после подстановки значений из формулы (3) получаем:

$$\lambda_2 = 0,324 \frac{0,111 + \left(0,365 - \frac{a}{l}\right)^2}{0,048 + \left(0,308 - \frac{a}{l}\right)^2} \quad (7)$$

Результаты вычислений λ_2 приведены в табл. 1.

3. Коэффициент влияния поперечных колебаний ствола определяем как отношение

$$\lambda_3 = \frac{S_3}{S}, \quad (8)$$

где S_3 и S — значения ударных импульсов соответственно с учетом и без учета колебаний ствола.

Значения этого коэффициента λ_3 , найденные нами ранее [7], приведены в табл. 1.

4. Сопротивление воздушной среды влияет на удар через угловую скорость дерева, так что коэффициент влияния сопротивления воздушной среды можем определить как отношение

$$\lambda_4 = \frac{\omega_4}{\omega}, \quad (9)$$

где ω и ω_4 — значения угловой скорости дерева соответственно без учета и с учетом сопротивления воздуха.

Мы указывали [6], что значения λ_4 колеблются в пределах $0,88 \div 0,95$, поэтому в дальнейшем примем $\lambda_4 = 0,9$.

Перепишем теперь формулу (1) в виде

$$S^* = \lambda S, \quad (10)$$

где $\lambda = \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \lambda_4$ — коэффициент суммарного влияния на удар всех рассматриваемых смягчающих факторов.

Значения и графики λ приведены на рис. 1.

Кроме того, для нахождения максимальных значений ударной силы [4] была получена формула, которая с учетом выражения (10) принимает вид

$$P_{max}^* = 1,83 \frac{\lambda S}{\tau}, \quad (11)$$

где P_{max}^* — максимальное значение ударной силы с учетом всех рассматриваемых смягчающих факторов;

S — ударный импульс без учета смягчающих факторов;

τ — продолжительность удара.

Для практического пользования формулами (10) и (11) необходимо знать значения ударного импульса S при данном конкретном случае удара без учета каких бы то ни было смягчающих факторов, то есть S должно быть определено из элементарной теории Ньютона об ударе твердого тела о неподвижную опору.

Так, например, для случая повала дерева на машину

$$S = G \sqrt{l} f_1 \left(\frac{a}{l}\right) f_2(\varphi), \quad (12)$$

где G, l — вес и высота дерева;

$$f_1\left(\frac{a}{l}\right) = \frac{0,061 \frac{a}{l}}{0,111 + \left(0,365 - \frac{a}{l}\right)^2};$$

$$f_2(\varphi) = \sqrt{\cos \varphi_0 - \cos \varphi};$$

φ_0, φ — угол дерева с вертикалью соответственно в начале его падения и в момент удара.

Значения $f_1\left(\frac{a}{l}\right)$ и $f_2(\varphi)$ приведены в табл. 2.

Таблица 2

| $\frac{a}{l}$ | $f_1\left(\frac{a}{l}\right)$ | $f_4\left(\frac{a}{l}, \varphi\right)$ при | | | φ | $f_2(\varphi)$ | $\frac{b}{l}$ | $f_3\left(\frac{b}{l}\right)$ |
|---------------|-------------------------------|--|----------------------|----------------------|-----------|----------------|---------------|-------------------------------|
| | | $\varphi = 50^\circ$ | $\varphi = 60^\circ$ | $\varphi = 70^\circ$ | | | | |
| 0,10 | 0,0337 | 1,28 | 1,31 | 1,34 | 30° | 0,366 | 0,40 | 0,446 |
| 0,15 | 0,0586 | 1,29 | 1,33 | 1,38 | 40° | 0,484 | 0,45 | 0,424 |
| 0,20 | 0,0884 | 1,26 | 1,32 | 1,39 | 50° | 0,597 | 0,50 | 0,388 |
| 0,25 | 0,123 | 1,18 | 1,30 | 1,35 | 60° | 0,707 | 0,55 | 0,345 |
| 0,30 | 0,159 | 1,05 | 1,15 | 1,24 | 70° | 0,810 | 0,60 | 0,301 |

Аналогично для случая удара дерева по второй опоре (прицепу)

$$S_B = G V \bar{l} \left(\frac{b}{l} - \frac{a}{l}\right) f_3\left(\frac{b}{l}\right) f_4\left(\frac{a}{l}, \varphi\right), \quad (13)$$

где

$$f_3\left(\frac{b}{l}\right) = \frac{0,05}{0,111 + \left(\frac{b}{l} - 0,365\right)^2};$$

$$f_4\left(\frac{a}{l}, \varphi\right) = \sqrt{1,50 \left[\frac{0,111 + 0,365 \left(0,365 - \frac{a}{l}\right)}{0,111 + \left(0,365 - \frac{a}{l}\right)^2} \right]^2 (\cos \varphi_0 - \cos \varphi) + \frac{0,365 - \frac{a}{l}}{0,111 + \left(0,365 - \frac{a}{l}\right)^2} \cos \varphi.}$$

Значения $f_3\left(\frac{b}{l}\right)$ и $f_4\left(\frac{a}{l}, \varphi\right)$ приведены в табл. 2.

При вычислениях значений $f_2(\varphi)$ и $f_4\left(\frac{a}{l}, \varphi\right)$, как это уже было показано [8], без особых погрешностей принимали $\varphi_0 = 0$.

В формулах (12) и (13) высоту дерева l следует подставлять в метрах, тогда ударные импульсы будут получаться в тех же единицах силы (умноженных на секунды), что и вес дерева G .

Выводы

1. Суммарное влияние рассмотренных смягчающих факторов на удар значительно. Эти факторы уменьшают ударные нагрузки при первом ударе примерно в 2 раза, а при втором в 5—8 раз.

2. Значения ударных нагрузок и коэффициентов динамичности, вычисленные по предлагаемой методике, близки к экспериментальным [1], [2].

3. Коэффициент влияния (рис. 1) зависит от двух факторов: точки соударения дерева и соотношения масс дерева и подвижных опор. С увеличением соотношения масс влияние смягчающих факторов на удар усиливается (коэффициент λ убывает).

Что же касается зависимости λ от точки соударения дерева, то влияние смягчающих факторов на удар наименее резко выражается в окрестностях двух точек дерева: $a = 0,2l$ и $b = 0,6l$, то есть около узловых точек собственных колебаний ствола. В области между этими точками влияние усиливается (седловины на графиках) от комля к вершине дерева (особенно резко в вершинной части ствола). Это объясняется, по-видимому, тем, что во время удара тонкая вершина легко поддается изгибу и ввиду удаленности от центра тяжести подвергается «отдаче» вследствие поворота всего ствола вокруг центра тяжести.

4. С увеличением угла удара φ ударные нагрузки возрастают: при первом ударе довольно значительно, при втором незначительно. С повышением $\frac{a}{l}$ ударные нагрузки при первом ударе возрастают, при втором уменьшаются; с повышением $\frac{b}{l}$ ударные нагрузки при втором ударе увеличиваются.

5. Ударные нагрузки существенно зависят также и от условий повала дерева: угла удара, точек соударений, соотношения масс дерева и подвижных опор и т. д. Поэтому зависимости и закономерности для ударных нагрузок, полученные экспериментальным путем при одних условиях повала, не могут быть безоговорочно применены в других условиях повала.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Е. Я. Белозеров. Исследование производительности валочно-трелевочных машин и взаимодействие их с деревом как с предметом труда. Диссертация, ЛТА, 1962. [2]. Е. Я. Белозеров, А. М. Гольдберг, С. Ф. Орлов. Исследование процесса повала деревьев на две опоры. Журн. «Лесная промышленность» № 2, 1960. [3]. А. А. Дебердеев. Некоторые вопросы динамики повала дерева. Труды ЛТА, № 83, 1959. [4] А. А. Дебердеев. Определение ударных нагрузок с учетом отдачи машины и прицепа при падении дерева на транспортные средства. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1960. [5]. А. А. Дебердеев. О влиянии кроны на соударение дерева. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1963. [6]. А. А. Дебердеев. Определение угловой скорости свободно падающего дерева. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1967. [7]. А. А. Дебердеев. О влиянии поперечных изгибных колебаний ствола на соударение дерева. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1. 1969. [8]. А. А. Дебердеев. О способе повала дерева, на котором одна его точка движется по заданной траектории. Труды ЛТА, № 107, 1967. [9]. Л. В. Коротяев. Вес кроны еловых деревьев в лесонасаждениях Севера. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1959. [10]. С. Ф. Орлов, А. А. Дебердеев. Определение ударного импульса при падении деревьев на транспортные средства. Журн. «Лесоинженерное дело» № 2, 1959.

УДК 66.022 : 621.926

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДРОБЛЕНИЯ СУЧЬЕВ ВРАЩАЮЩИМИСЯ НОЖЕВЫМИ ГОЛОВКАМИ

К. Ф. ГОРОХОВСКИЙ

(Уральский лесотехнический институт)

Вопрос о величине усилия резания, необходимого для дробления сучьев, весьма мало изучен и слабо освещен в технической литературе.

Цель исследования, проведенного автором на кафедре механизации лесоразработок Уральского лесотехнического института, — выявление влияния ряда факторов на величину усилия резания P при дроблении сучьев вращающимися ножевыми головками. К этим факторам были отнесены: угол заточки ножа α , диаметр сучьев d , угол встречи β , заключенный между векторами скоростей резания и надвигания, скорость надвигания (подачи) сучьев v_n и расстояние a от опоры под сучком до ножа (рис. 1).

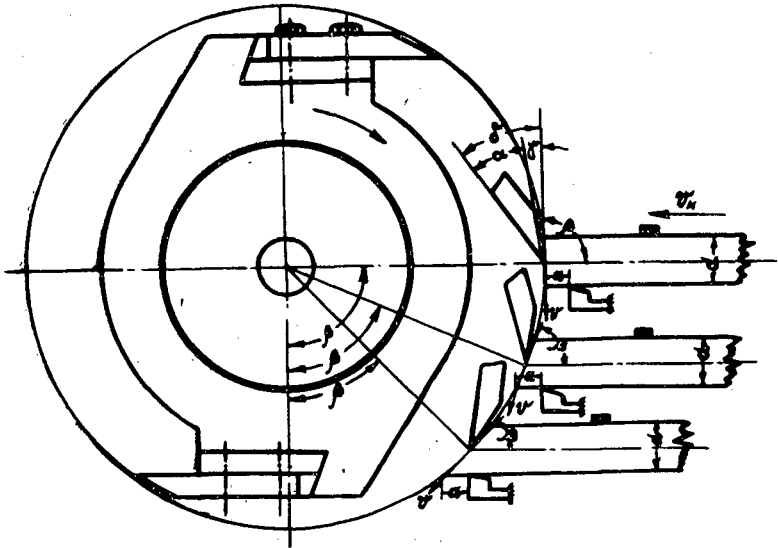


Рис. 1. Схема ножевой головки.

Для экспериментов использовали ножевую головку диаметром 500 мм с углами заточки ножей 30 и 40°, скорость резания 20 м/сек. Материал ножей — сталь ХВГ. В соответствии с существующими требованиями, подготовку ножей к работе осуществляли при помощи шлифовальных кругов с последующей правкой и доводкой мелкозернистыми оселками.

Для опытов были взяты свежесрубленные сучья сосны, ели и березы диаметром от 10 до 40 мм. Для проведения экспериментов использовали специальную установку, которая давала возможность с помощью электроизмерительной аппаратуры и осциллографа МПО-2 измерять величину усилия резания P .

Установка (рис. 2) состоит из механизма дробления и механизма надвигания измельчаемого материала (сучка) на ножевую головку. На одном конце вала 1

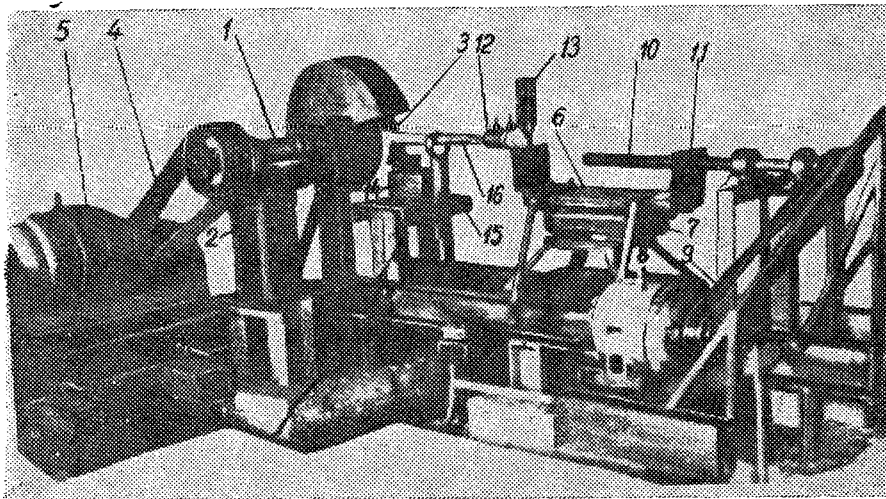


Рис. 2.

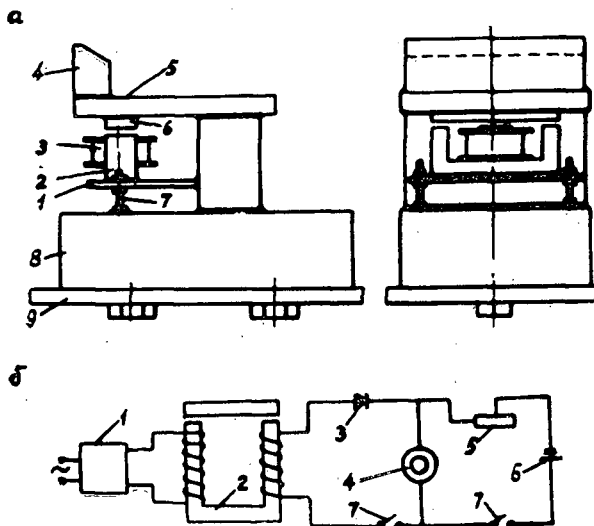


Рис. 3.

механизма дробления, помещенного на станине 2, закреплена с помощью фланцев ножевая головка 3, на другом — шкив клиноременной передачи 4. Ножевая головка имеет ограждение и приводится во вращение двигателем 5 мощностью 20 квт. Основной частью механизма надвигания является каретка 6, перемещающаяся по неподвижному направляющему 7. Каретка приводится в движение электродвигателем 8 (мощностью 1,7 квт) посредством клиноременной передачи 9, ходового винта 10 и гайки 11, установленной на каретке. Для закрепления образца (сучка) 16 каретка имеет специальный зажим 12, который можно перемещать в направляющей 13 вверх или вниз, в случае изменения угла встречи. Применение сменных шкивов клиноременной передачи 9 позволило получить три скорости надвигания образцов на ножевую головку: 0,19; 0,38 и 0,76 м/сек.

Измерение величины усилия резания P при дроблении осуществлялось индуктивным (трансформаторным) датчиком с изменяющимся воздушным зазором. Датчик установлен в специально изготовленном корпусе 14, закрепленном на столе 15, который можно поднимать и опускать, подобно зажиму 12, в случае изменения угла встречи.

Корпус датчика (рис. 3,а) имеет пластинку 1, к которой прикреплен сердечник датчика 2 с катушками 3. Упор 4, служащий для перемещения образца во время дробления, помещен на рессоре 5. На нижней стороне рессоры укреплен якорь датчика 6. Регулирование зазора между сердечником и якорем датчика осуществляется с помощью винтов 7 (8 — основание корпуса; 9 — стол). Первичная катушка датчика питается током от генератора звуковой частоты. Принципиальная схема включения индуктивного датчика при компенсации по постоянному току приведена на рис. 3,б. На этом рисунке обозначено: 1 — генератор звуковой частоты; 2 — датчик; 3 — селеновый выпрямитель; 4 — шлейф осциллографа; 5 — реостат; 6 — аккумуляторная батарея; 7 — выключатель. До начала экспериментов и периодически, в процессе их проведения, измерительные цепи установки подвергались тарировке. Среднее значение измеряемого усилия резания P , в зависимости от влияния каждого из перечисленных ранее факторов, определяли на основе 14—16 замеров.

Коэффициент удельного сопротивления резанию K при дроблении сучьев устанавливают по формуле

$$K = \frac{P}{F},$$

где P — усилие резания, кг;

F — площадь поперечного сечения образца (сучка), нормальная скорости надвигания v_n , мм².

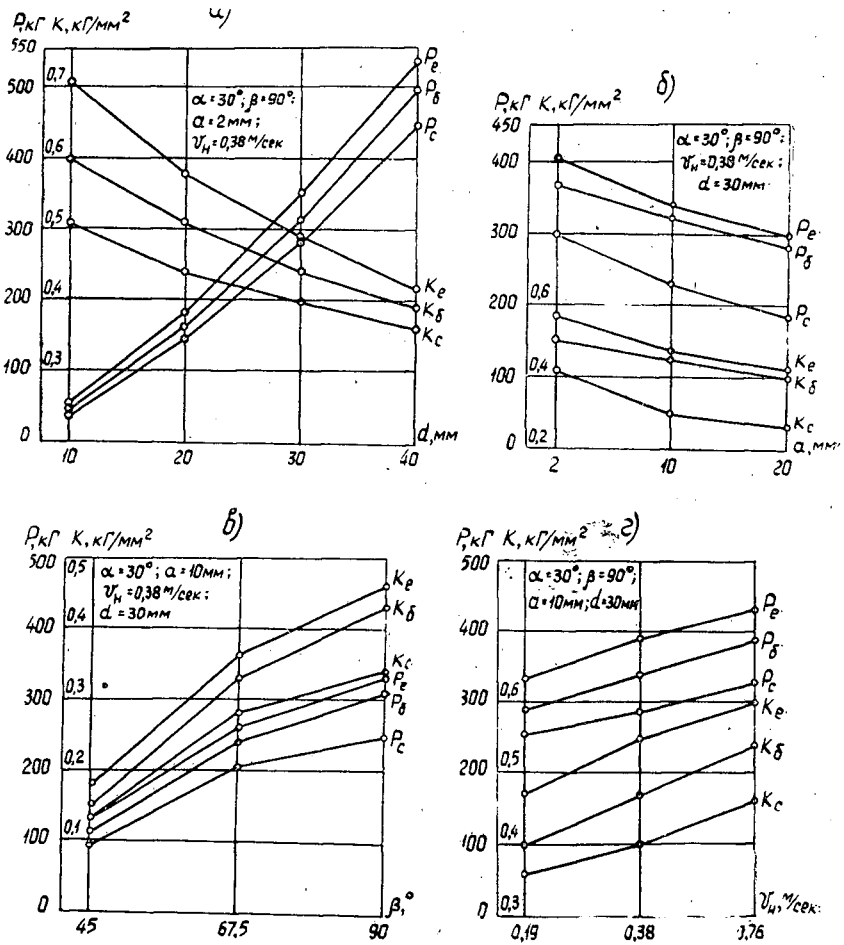


Рис. 4.

Зависимость усилия резания P и коэффициента удельного сопротивления резанию K от породы и диаметра сучьев d показана на рис. 4, а; от расстояния между опорой и ножом a — на рис. 4, б; от угла встречи β — на рис. 4, в; от скорости надвигания (подачи) v_n — на рис. 4, г.

Влияние породы сучьев и угла заострения ножей α на усилие резания P при $\beta = 90^\circ$; $a = 10$ мм; $v_n = 0,38$ м/сек показано в табл. 1.

Таблица 1

| Диаметр сучьев d , мм | Усилие резания P , кг | | | | | |
|-------------------------|-------------------------|--------|-----|---------------------|--------|-----|
| | $\alpha = 30^\circ$ | | | $\alpha = 40^\circ$ | | |
| | сосна | береза | ель | сосна | береза | ель |
| 10 | 38 | 45 | 52 | 44 | 51 | 60 |
| 20 | 132 | 151 | 174 | 152 | 176 | 198 |
| 30 | 268 | 302 | 338 | 293 | 338 | 371 |
| 40 | 417 | 461 | 506 | 456 | 507 | 553 |

Изменение угла заточки ножей α с 30 до 40° вызвало увеличение усилия резания P при дроблении сучьев в зависимости от их диаметра на 9—16%. При этом наибольший относительный рост усилия резания имел место при диаметре сучьев 10 и 20 мм.

Экспериментальные данные, полученные при дроблении сучьев вращающимися ножевыми головками, можно использовать для расчетов силовых параметров барабанных сучкодробилок.

Поступила 30 декабря 1967 г.

УДК 621.43

ВЛИЯНИЕ ИЗНОСА НАГНЕТАТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА ТОПЛИВНОГО НАСОСА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ТИПА С ДОЗИРОВАНИЕМ НА НАГНЕТАНИИ НА ПРОЦЕСС ВПРЫСКА

В. Ф. ПОПОВ, Н. И. КУЗНЕЦОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

Особенность процесса впрыска современных дизельных двигателей — высокая частота чередования процессов ($15 \div 40$ гц), весьма малая продолжительность впрыска ($15 \div 10^{-3}$ сек) и большие переменные давления. Как показали многочисленные исследования многоплунжерных насосов, износ нагнетательных элементов вызывает искажение процесса впрыска, что, в свою очередь, приводит к снижению экономичности двигателя. Характерной особенностью насосов распределительного типа является наличие одной плунжерной пары (нагнетательного элемента), обслуживающей группу цилиндров. Плунжер в этом случае выполняет функцию органа нагнетания и распределения топлива по цилиндрам. Насосы распределительного типа обладают рядом существенных преимуществ перед наиболее распространенными многоплунжерными [1].

Влияние износа нагнетательного элемента на основные характеристики впрыска распределительного топливного насоса еще не ис-

следовано. Изучение этого вопроса наиболее важно для насоса с дозированием на нагнетании (НД-21, ОНМ), так как износ нагнетательных элементов у насосов этого типа больше, чем у насосов с дозированием на всасывании.

В качестве объекта испытаний был выбран топливный насос распределительного типа ОНМ-4. Для получения различной величины износа нагнетательного элемента были проведены ускоренные испытания топливного насоса по специальной методике [2]. Основной цикл их состоял из пяти одинаковых этапов продолжительностью по три часа каждый. Перед началом испытаний и после каждого этапа снимали характеристики насоса и впрыска. Измерение износа плунжера производили методом вырезанных лунок с помощью прибора УПОИ-6 и специально разработанного приспособления. Износ гильзы и регулирующей муфты измеряли на пневматическом длинномере типа ДП.

Для исследования закономерностей изменения характеристик впрыска была разработана специальная установка, позволяющая одновременно регистрировать давление перед распылителем, график движения иглы форсунки, противодавление впрыску с последующим переключением в закон подачи, а также отметку верхней мертвой точки плунжера и отметку времени.

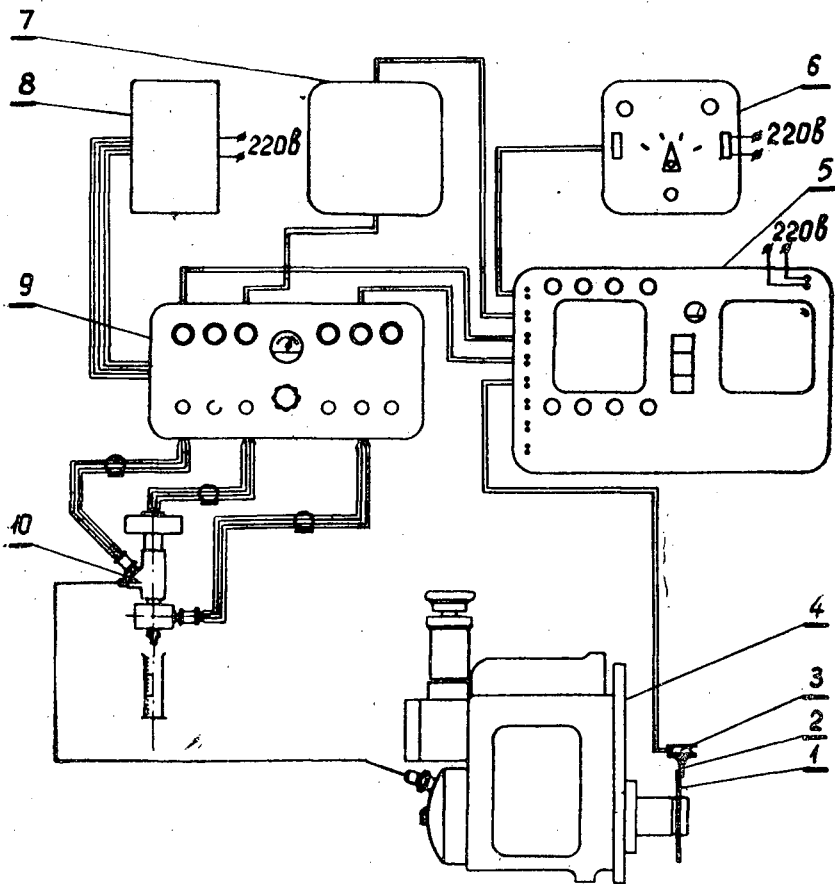


Рис. 1.

Установка, принципиальная схема которой показана на рис. 1, состоит из магнитоэлектрического осциллографа Н-102 5 с магазином шунтов и добавочных сопротивлений 7, тензометрического усилителя ТУ-6М 9 с блоком питания 8, индукционного фазоотметчика (состоящего из диска 1, флажка 2, катушки 3), электрического отметчика времени П-104 6, устройства для снятия характеристик впрыска 10, соединительных проводов и топливного насоса 4, установленного на стенде СДТА-1.

Индукционный фазоотметчик позволяет ориентировать осциллограммы процесса впрыска относительно верхней мертвой точки плунжера. Электрический отметчик времени подает на осциллограф электрические импульсы с частотой от 10 до 1000 гц.

Устройство для снятия характеристик впрыска (рис. 2) изготовлено на базе форсунки ФШ-1,5×15 14 и включает в себя три комплексных датчика: движения иглы форсунки, давления топлива перед распылителем и закона подачи.

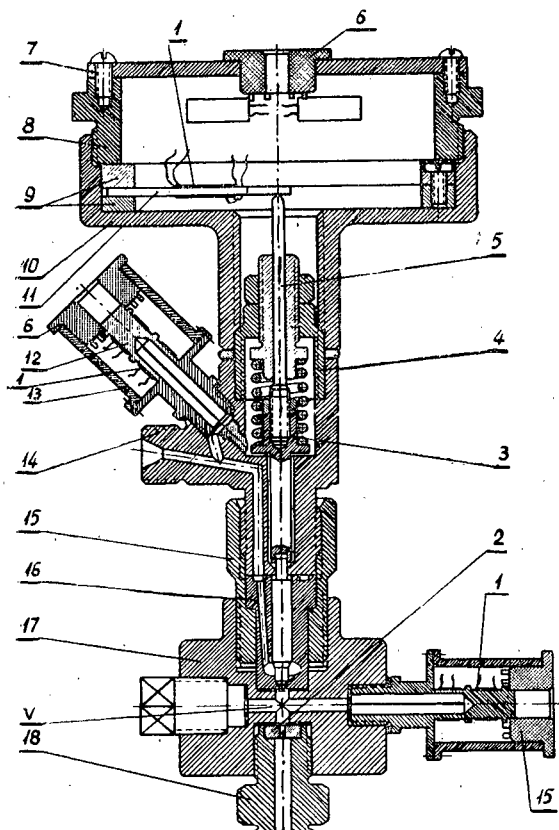


Рис. 2.

Датчик движения иглы форсунки смонтирован на стакане форсунки 4. Движение иглы через штангу форсунки 3 и специальный шток 5 передается упругому элементу 11. В качестве упругого элемента используется балка равного сопротивления изгибу, один конец которой защемлен между двумя кольцами 9. Кольца в сборе с упругим элементом прижимаются к корпусу датчика 10 гайкой 8. Два рабочих тензодатчика 1 типа ПКБ-15-200 наклеиваются на обе стороны упругого элемента, два таких же компенсационных датчика — на внутреннюю поверхность гайки. Выводы от тензодатчиков подводятся к штепсельному разъему 6, расположенному в крышке 7 и соединенному коаксиальными проводами с усилителем. Величина сигнала после выхода из усилителя регулируется магазином шунтов и добавочных сопротивлений 7 (рис. 1).

Датчик давления топлива состоит из упругого элемента 12, изготовленного из стали 45Х, стакана 13, штепсельного разъема 6 и тензодатчиков 1. На пустотелую часть упругого элемента наклеивается рабочий тензодатчик, на сплошную — компенсационный, на внутреннюю поверхность стакана — балластные. После сборки датчика внутреннюю полость его заливают воском. Для уменьшения погрешностей, связанных с увеличением объема системы, используется вытеснитель объема в виде четырехгранной призмы, вставляемой в отверстие в упругом элементе.

Датчик закона подачи закрепляется на специальной гайке 15 распылителя форсунки 16. В нижнюю часть корпуса датчика 17 ввертывается штуцер 18 с жиклером 2. Топливо, выходящее из форсунки, через приемную камеру V, жиклер и штуцер отводится наружу.

Определение закона подачи топлива с помощью описываемого датчика основано на измерении давления топлива в приемной камере датчика (метод ЦНИТА) [3], которое регистрируется датчиком давления, по конструкции аналогичным описанному выше. Сечение жиклера выбирается с таким расчетом, чтобы давление в приемной камере не превышало 50—60 кг/см², что соответствует давлению в камере сгорания в конце такта сжатия. Таким образом, датчик закона подачи имитирует работу форсунки на двигателе.

График закона подачи строится по формуле [3]

$$Q = \frac{1000}{6n} \mu_{ж} f_{ж} \sqrt{\frac{2g}{\gamma_{т}}} \cdot \sqrt{P},$$

где $\mu_{ж}$ — коэффициент расхода жиклера;
 $f_{ж}$ — площадь проходного сечения жиклера, см²;
 g — ускорение силы тяжести, см/сек²;
 $\gamma_{т}$ — удельный вес топлива, кг/см³;
 n — число оборотов кулачкового вала насоса в 1 мин;
 P — давление в приемной камере, кг/см² (берется по осциллограмме).

Зависимость эффективного сечения жиклера от давления устанавливали экспериментальным путем, проливкой жиклера на специальной установке, обеспечивающей поддержание постоянного давления.

Образец осциллограммы, снятой на номинальном режиме работы двигателя Д-40, приведен на рис. 3.

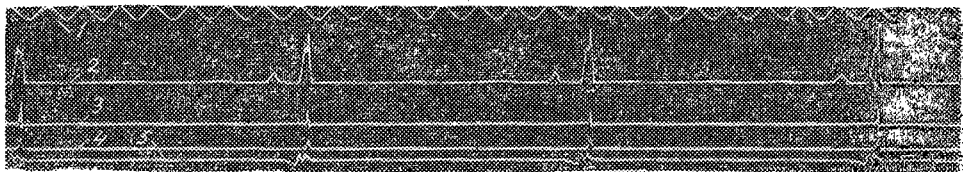


Рис. 3. Осциллограмма процесса впрыска топливного насоса ОНМ-4 ($n = 750$ об/мин., $h_{\text{акт}} = 2,2$ мм).

1 - отметка времени 100 мкс; 2 - давление перед распылителем; 3 - давление в приемной камере; 4 - график движения иглы форсунки; 5 - отметка ВМТ плунжера.

Анализ результатов испытаний показал, что плунжер топливного насоса изнашивается неравномерно, обнаружены три зоны местных износов: у верхнего торца, у распределительного паза и у отсечных отворстий [2]. В силу этого оценить техническое состояние нагнетательного элемента величиной зазора затруднительно. Поэтому целесообразно воспользоваться для этой цели величиной цикловой подачи при определенном активном ходе и числе оборотов плунжера. Изменение величины цикловой подачи на различных этапах испытаний приведено в табл. 1.

Таблица 1

| Режим работы насоса | Цикловая подача, мм ³ | | | | | |
|---|----------------------------------|---------------------------|------|------|------|------|
| | перед испытаниями | после испытаний на этапах | | | | |
| | | I | II | III | IV | V |
| $n = 750$ об/мин $h_{\text{акт}} = 2,2$ мм | 66,0 | 46,8 | 45,0 | 42,0 | 35,0 | 27,4 |
| $n = 250$ об/мин $h_{\text{акт}} = 3,0$ мм | 102,5 | 96,0 | 86,0 | 73,0 | 60,0 | 31,0 |

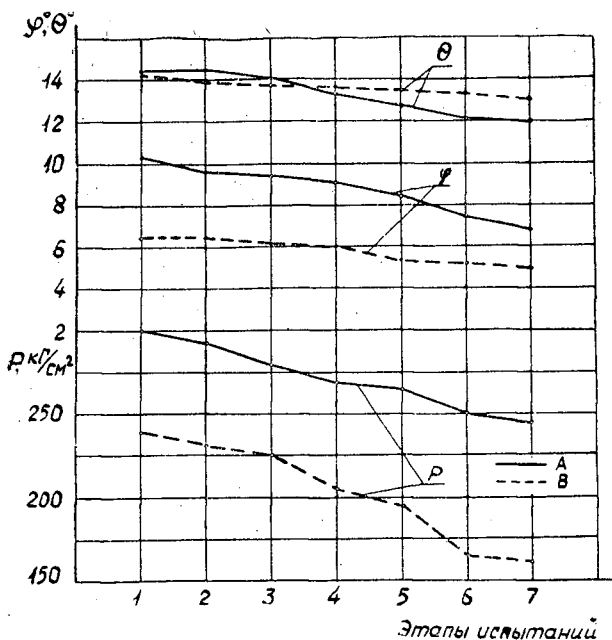


Рис. 4. Изменение характеристик впрыска при износе нагнетательного элемента.

θ — опережение впрыска; φ — продолжительность впрыска;
 P — максимальное давление впрыска; А — $n = 750$ об/мин,
 $h_{\text{акт}} = 2,2$ мм; В — $n = 250$ об/мин, $h_{\text{акт}} = 3,0$ мм. Цифры
 на оси абсцисс — номера замеров. 1 — перед испытаниями; 2 —
 после нарезания лунок; 3, 4, 5, 6, 7 — соответственно после
 I, II, III, IV и V этапов испытания.

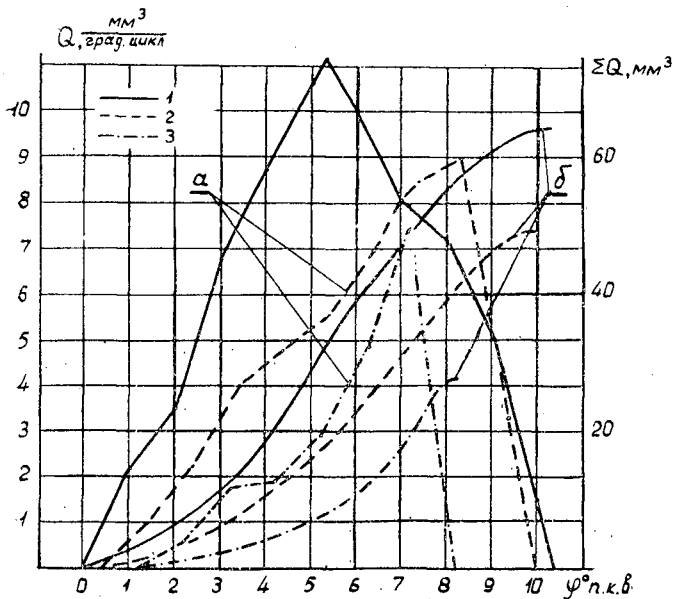


Рис. 5. Изменение закона подачи (а — в дифференциальной, б — в интегральной форме) при износе нагнетательного элемента $n = 750$ об/мин, $h_{\text{акт}} = 2,2$ мм.
 1 — перед испытаниями; 2 — после I этапа испытания; 3 — после V этапа испытания.

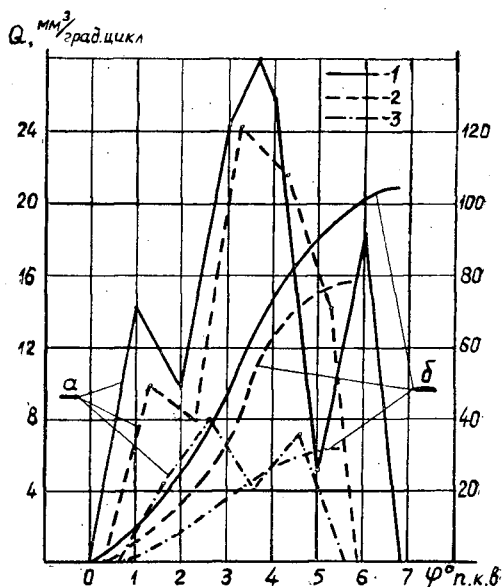


Рис. 6. Изменение закона подачи (a — в дифференциальной, b — в интегральной форме) при износе нагнетательного элемента $n = 250$ об/мин, $h_{\text{акт}} = 3,0$ мм.

1 — перед испытаниями; 2 — после III этапа испытаний; 3 — после V этапа испытаний.

Характер изменения основных характеристик впрыска при износе нагнетательного элемента показан на рис. 4, 5, 6. Из приведенных данных видно, что износ нагнетательного элемента приводит к снижению максимального давления, уменьшению производительности и увеличению запаздывания впрыска. Однако, несмотря на то, что цикловая подача при 750 об/мин уменьшилась в 2,4 раза, а при 250 об/мин в 3,3 раза (табл. 1), характеристики впрыска изменились сравнительно незначительно. Для режима $n = 750$ об/мин и $h_{\text{акт}} = 2,2$ мм максимальное давление впрыска уменьшилось с 300 до 245 $\text{кг}/\text{см}^2$ (на 18%), продолжительность впрыска — с 10,3 до 6,9 град (на 33,0%), а опережение впрыска с 14,4 град (до ВМТ плунжера) до 12,0 град (на 17%). Для режима $n = 250$ об/мин и $h_{\text{акт}} = 3,0$ мм максимальное давление впрыска уменьшилось на 33%, продолжительность впрыска — на 23%, опережение впрыска — 8,5%.

Наиболее значительным изменениям подвергается закон подачи топлива (рис. 5, 6). Износ нагнетательного элемента приводит к существенному искажению заданного закона подачи, что является результатом общего уменьшения цикловой подачи вследствие увеличения утечек топлива. При этом уменьшается количество топлива, подаваемого плунжером на 1 град поворота, в среднем с 6,5 $\text{мм}^3/\text{град}$ перед испытанием до 4,0 $\text{мм}^3/\text{град}$ после испытаний для 750 об/мин и с 15,3 до 6,2 $\text{мм}^3/\text{град}$ — для 250 об/мин. Это снижение особенно заметно в начальной фазе процесса впрыска. Окончание же впрыска остается достаточно четким.

Выводы

1. Износ нагнетательного элемента топливного насоса распределительного типа с дозированием на нагнетании вызывает уменьшение

максимального давления впрыска, продолжительности впрыска и увеличение запаздывания.

2. Изменение характеристик впрыска незначительно по сравнению с изменением цикловой подачи.

3. Таким образом, изменение характеристик впрыска при износе нагнетательного элемента не является главным и определяющим фактором при оценке технического состояния нагнетательного элемента. Прделанная работа дает основание утверждать, что характеристики впрыска топливного насоса с дозированием на нагнетании достаточно стабильны.

4. Сделанные выводы могут быть распространены и на другие насосы распределительного типа с дозированием на нагнетании, в частности, НД-21.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. И. П. Зубиетов. Исследования насосов распределительного типа. Труды НАТИ, вып. 127, М., 1960. [2]. Н. И. Кузнецов. Применение метода вырезанных лунок при исследовании износа прецизионных деталей. Сб. «Лесозэксплуатация», АЛТИ, Архангельск, 1967. [3]. Б. Н. Файлейб. Экспериментальное определение закона подачи топлива. Труды ЦНИТА, вып. 5, 1960.

Поступила 23 мая 1968 г.

УДК 65.011.54:634.0.375.4

К ВОПРОСУ О ПОПЕРЕЧНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ МЕХАНИЗМОВ НА ТРЕЛЕВКЕ ЛЕСА

А. В. ЖУКОВ

(Белорусский технологический институт)

Способ транспортировки хлыстов в полупогруженном состоянии в настоящее время наиболее распространен. Однако известны зарубежные (Тимберскиддер, Летурно) и отечественные (К-703) трелевочные тракторы, оснащенные арочным устройством и перемещающие пакет в полуподвешенном состоянии. Рациональность применения той или иной схемы трелевки тесно связана с вопросами динамики [1].

Одним из основных критериев оценки работоспособности трелевочной машины является динамическая устойчивость и надежность при работе в условиях неровного пути, особенно характерного для лесосеки.

С этой точки зрения важен вопрос о поперечной устойчивости машин. Обычно при расчетах рассматривают только статическую устойчивость трелевочных машин без учета дополнительных динамических отклонений подрессоренных масс. Решение вопроса, связанного с поперечно-угловыми динамическими отклонениями машины, позволяет квалифицированно оценить различные варианты машин на подвозке леса в условиях лесосеки, а также дает возможность правильно подобрать параметры подвески, наиболее целесообразные конструктивные размеры (например, высоту подвешивания груза), объем пачки, скорости движения и т. д.

Обычно задача по оценке динамической поперечной устойчивости машин сводится к определению угла отклонения подрессоренных масс динамической системы при переезде их через неровности пути.

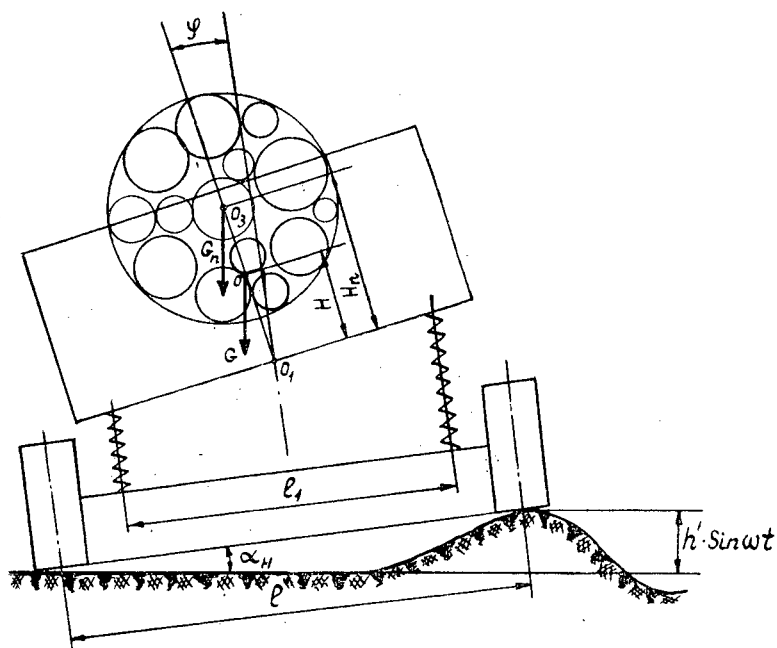


Рис. 1. Схема поперечно-угловых колебаний при трелевке пакета в полупогруженном состоянии.

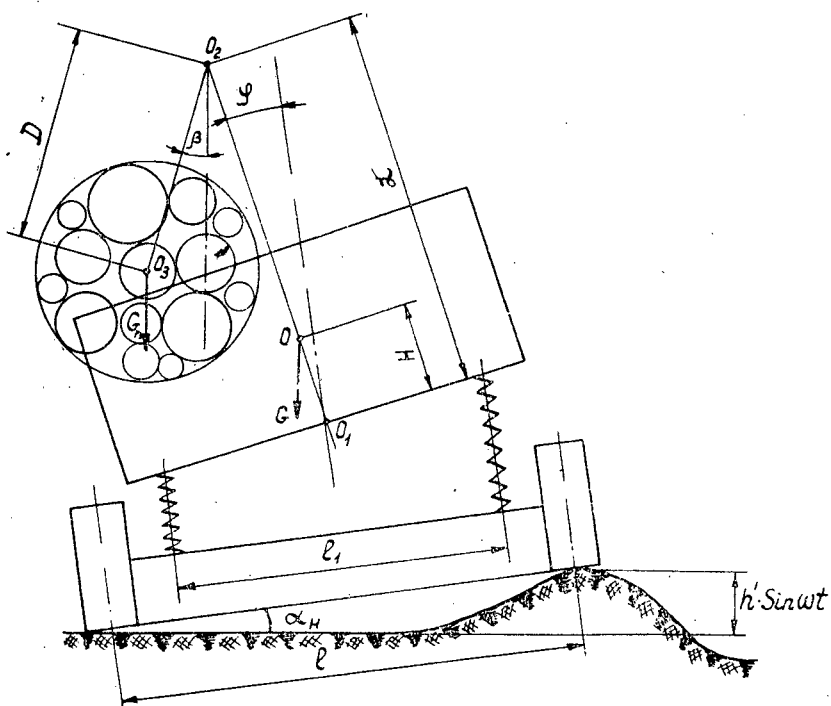


Рис. 2. Схема поперечно-угловых колебаний при трелевке пакета в полуподвешенном состоянии.

Рассмотрим известные схемы трелевки хлыстов (рис. 1 и 2) в полупогруженном и полуподвешенном состоянии. Профиль неровностей с известным приближением принимаем синусоидальным, то есть возмущающая сила

$$Q(t) = H \cdot \sin \omega t.$$

При решении задачи приняты некоторые допущения: колебания подрессоренной массы происходят вокруг оси крена O_1 , которая определяется кинематикой подвески [2], подвеска не имеет ограничителей, амортизаторы отсутствуют, характеристика рессор линейная.

Колебания системы, показанной на рис. 1, описываются следующим дифференциальным уравнением:

$$\ddot{\varphi} + p^2 \cdot \varphi = \frac{1}{b} q \cdot \sin \omega t, \quad (1)$$

$$\text{где } p^2 = \frac{c_p \frac{l_1^2}{2} \xi - GH - G_n H_n}{b}; \quad b = I_T + I_n; \quad q = \frac{c_p \cdot l_1^2 \cdot \alpha_n}{2}.$$

В выражениях для p^2 , b , q приняты следующие обозначения:

- I_T, I_n — моменты инерции соответственно подрессоренной массы трактора и пачки относительно оси крена и оси, проходящей через точку O_1 и центр касания пачки с землей;
 c_p — вертикальная жесткость рессоры;
 l_1 — расстояние между рессорами;
 ξ — число осей;
 G, G_n — вес соответственно подрессоренной массы трактора и вес пакета, приходящийся на трактор;
 H, H_n — расстояния соответственно от горизонтальной оси крена до центра тяжести подрессоренной массы трактора и до оси пакета, то есть точки O_3 (рис. 1);
 a — разность деформаций рессор при переезде через неровность ($a = \frac{l_1}{2} \alpha_n \cdot \sin \omega t$).

Согласно общеизвестному решению уравнения (1), при входе системы в резонанс ($p = \omega$) вынужденные колебания системы, изображенной на рис. 1, выразятся следующим образом (при $t = \frac{\pi}{p}$):

$$\varphi_{max} = \frac{c_p \cdot l_1^2 \cdot \alpha_n \cdot \pi}{4 \left(c_p \frac{l_1^2}{2} \xi - GH - G_n H_n \right)}. \quad (2)$$

Как видно из формулы (2), φ , переходя от отрицательных значений к положительным, будет неограниченно возрастать с увеличением t .

В действительности при наличии сопротивлений вынужденные колебания не увеличивают безгранично своей амплитуды. При действии амортизаторов максимальный угол раскачки для рассматриваемой системы (рис. 1) составит

$$\varphi_{max} = \frac{\alpha_n}{\gamma \left(\xi - \frac{GH + G_n H_n}{c_p \frac{l_1^2}{2}} \right)}, \quad (3)$$

где $\gamma = \frac{\mu_a \cdot d^2}{2(I + I_n)p}$ (μ_a — коэффициент сопротивления амортизатора, d — расстояние между амортизаторами).

Частота резонансных колебаний системы определяется по формуле

$$f = \frac{1}{2\pi} \cdot p \quad (4)$$

и резонансная скорость движения

$$v_{рез} = 7,2 \cdot s \cdot f \text{ км/час,}$$

где s — длина неровности, м.

Перейдем к рассмотрению системы с арочным устройством (рис. 2). Эта система, в отличие от первой, имеет две степени свободы, которые характеризуются двумя обобщенными координатами φ и β .

Выразим соответствующими формулами кинетическую и потенциальную энергию и, применив уравнение Лагранжа, после преобразований для системы, представленной на рис. 2, получаем следующие дифференциальные уравнения, описывающие ее поперечно-угловые колебания:

$$\left. \begin{aligned} a_{11}\ddot{\varphi} + a_{12}\ddot{\beta} + c_{11}\varphi &= q \cdot \sin \omega t \\ a_{12}\ddot{\varphi} + a_{22}\ddot{\beta} + c_{22}\beta &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{где } a_{11} &= I_r + \frac{G'_n}{9g} (D + L)^2; \quad c_{11} = e_p \frac{l_1^2}{2} \xi - GH - G_n H_n \\ a_{22} &= I_n^{02} + \frac{G'_n}{9g} D^2; \quad c_{22} = G_n D \\ a_{12} &= D \frac{G'_n}{9g} (1 + L); \quad c_{12} = 0, \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

здесь I_n^{02} — момент инерции пачки хлыстов относительно оси, проходящей через точку O_2 и центр касания пачки с землей;
 D — высота подвески пачки ($D = L - H_n$);
 L — расстояние от оси крена до точки подвеса O_2 ;
 G'_n — полный вес пачки.

Для определения вынужденных колебаний, то есть частного решения системы (5), запишем дифференциальные уравнения движения системы в главных координатах

$$\ddot{Q}_\varphi + k_1^2 Q_\varphi = \frac{q \cdot \sin \omega t}{a_1} \beta; \quad \ddot{Q}_\beta + k_2^2 Q_\beta = \frac{q \cdot \sin \omega t}{a_2} \beta_2, \quad (7)$$

где Q_φ и Q_β — главные координаты;

a_i — коэффициент, равный $a_{11} \beta_i^2 + 2a_{12} \beta_i + a_{22}$ ($i = 1, 2$);
 β_i — коэффициент форм главных колебаний.

Связь между исходными неизвестными φ и β и главными координатами следующая:

$$\varphi = \beta_1 \cdot Q_\varphi + \beta_2 \cdot Q_\beta; \quad \beta = Q_\varphi + Q_\beta. \quad (8)$$

Частоты главных колебаний k_1 и k_2 определяют при общем решении однородной системы. Коэффициенты форм главных колебаний находятся по формулам

$$\beta_1 = \frac{a_{12}}{a_{11}} \cdot \frac{k_1^2}{n_1^2 - k_1^2}; \quad \beta_2 = \frac{a_{12}}{a_{11}} \cdot \frac{k_2^2}{n_1^2 - k_2^2},$$

где n_1 и n_2 — парциальные частоты.

Как видно, задача сводится к нахождению частных решений двух не зависящих друг от друга дифференциальных уравнений (7) и переходу от главных координат к исходным неизвестным по уравнениям (8).

В рассматриваемом случае явление резонанса имеет место при совпадении одной из частот главных колебаний k_1 или k_2 с частотой возмущающей силы ω .

При $t_i = \frac{\pi}{k_i}$ в условиях резонанса имеем

$$(k_1 = \omega), \quad \varphi = \frac{c_p l_1^2 \cdot \alpha_n \cdot \pi}{4a_1 \cdot k_1} \beta_1^2; \quad \beta = \frac{c_p \cdot l_1^2 \cdot \alpha_n \cdot \pi}{4a_1 \cdot k_1} \cdot \beta_1. \quad (9)$$

$$(k_2 = \omega), \quad \varphi = \frac{c_p \cdot l_1^2 \cdot \alpha_n \cdot \pi}{4a_2 \cdot k_2} \cdot \beta_2^2; \quad \beta = \frac{c_p \cdot l_1^2 \cdot \alpha_n \cdot \pi}{4a_2 \cdot k_2} \cdot \beta_2. \quad (10)$$

Частоты резонансных колебаний и резонансные скорости движения определяют по формулам, аналогичным приведенным для системы, показанной на рис. 1.

Анализ выражений коэффициентов форм главных колебаний указывает на то, что всегда $\beta_1 > 0$ и $\beta_2 < 0$, то есть при главном колебании низшей частоты k_1 знаки φ и β одинаковы, а при главном колебании высшей частоты различны. В первом случае обе массы отклоняются одновременно по одну сторону от вертикали, причем отношение углов отклонения остается постоянным ($\varphi^{(1)} = \beta_1 \cdot \beta^{(1)}$); во втором — по разные стороны вертикали при неизменном отношении углов φ и β . Из формул (9) и (10) видно, что $\varphi < \beta$ при $\beta_1 < 1$ и $k_1 = \omega$ и $\varphi < \beta$ при $\beta_2 < -1$ и $k_2 = \omega$.

В качестве примера рассмотрим движение трелевочной машины при следующих расчетных параметрах: $G = 5000$ кг; $G'_n = 5000$ кг; $G_n = 3300$ кг; $I_T = 10^3$ кг см сек²; $I_n^{02} = 6 \cdot 10^3$ кг см сек; $c_p = 180$ кг/см; $\xi = 2$; $L = 140$ см; $H = 92$ см; $H_n = 35$ см; $l_1 = 100$ см; $l = 210$ см. Высоту неровности синусоидального профиля принимаем равной 20 см.

При первом варианте трелевки максимальный угол раскачки φ_{max} поддресоренных масс ($p = \omega$), подсчитанный по формуле (2), составил 10° при скорости движения $v_{рез} = 23,3$ км/час; во втором резонансных скоростей движения две: при $k_1 = \omega$ $v_{рез} = 5$ км/час; при $k_2 = \omega$ $v_{рез} = 7,7$ км/час. Первой скорости движения соответствуют отклонения $\varphi = 22^\circ$ и $\beta = 30^\circ$, второй — $\varphi = 30^\circ$ и $\beta = 45^\circ$. Частоты главных колебаний (как низшая, так и высшая) для второго варианта ниже, чем частота собственных колебаний первой системы: $k_1 = 4,35$ 1/сек; $k_2 = 6,74$ 1/сек; $p = 20,2$ 1/сек. Коэффициенты форм главных колебаний равны: $\beta_1 = 0,74$; $\beta_2 = -0,66$.

Как видно из приведенного примера, угловые отклонения поддресоренных масс трелевочных машин при переезде единичной неровности могут быть значительными, поэтому при расчетах поперечной устойчивости ими пренебрегать нельзя.

Наличие амортизаторов в подвеске несколько снижает размах колебаний. Так, для первой схемы трелевки при относительном коэффициенте гашения $\gamma = 0,5$ максимальный угол раскачки, подсчитанный по формуле (3), составит не 10° , а 8° .

Пользуясь приведенной методикой и формулами, нетрудно произвести расчет необходимого уширения колеи, выбрать рациональную высоту подвешивания груза и т. д. для обеспечения надежной поперечной устойчивости трактора, что особенно важно при трелевке на крутых склонах.

Учет динамики трелевочных машин позволяет более точно произвести расчет деталей ходовой системы на прочность, наметить меры по снижению нагрузок в ее узлах и т. д.

Изложенные материалы могут оказаться полезными при разработке новых схем трелевочных механизмов для разных условий эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. С. Ф. Орлов. Теория и применение агрегатных машин на лесозаготовках. Гослесбуиздат, 1963. [2]. Р. В. Ротенберг. Подвеска автомобиля и его колебания. Машгиз, 1960.

Поступила 3 июня 1968 г.

УДК 634.0.378

ЗАПАННЫЙ ПЫЖ ЗАДАННОЙ СТРУКТУРЫ

Н. Т. ЗАЙЦЕВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

На уменьшение утопа березовых сортиментов при молевом сплаве большое влияние может оказать сокращение сроков их пребывания в воде до сплотки в пучки.

Известно, что большую часть периода сплава (нередко 3—4 месяца) сортименты находятся в запанном пыже в ожидании сплотки. Поэтому представляет большой интерес такая организация сплава, при которой березовые сортименты, обладающие небольшим запасом плавучести, направлялись бы в сплотку как можно быстрее и, конечно, раньше хвойных. Очередность скатки, сгона, разборки пыжа и сплотки должна быть такой, чтобы лиственные сортименты находились в воде до сплотки минимальное время и утоп не превзошел некоторого предельного значения.

Подсчеты по уравнениям утопа [1] дают следующие максимальные значения утопа березовых сортиментов для бассейна р. Суды (Вологодская область) за соответствующие сроки сплава с учетом тройной ошибки каждого уравнения со знаком плюс (табл. 1).

Таблица 1

| Месяц заготовки | Величина утопа, %, при продолжительности сплава, дн. | | | |
|-----------------|--|----|----|-----|
| | 30 | 60 | 90 | 120 |
| XII-I-II | 12 | 19 | 24 | 27 |
| III | 14 | 22 | 29 | 33 |
| IV | 12 | 21 | 26 | 29 |
| V | 5 | 14 | 24 | — |
| VI-VII | 7 | 12 | 16 | — |

Из табл. 1 видно, что даже при продолжительности сплава 30 дн. утоп достигает больших значений (от 5 до 14%). Сортименты майской, июньской и июльской заготовки при проведении опытов в течение месяца находились на складе и скатывали их в первые дни следующего месяца, поэтому они подсыхали (особенно майские) и в начале намокания давали несколько пониженный утоп. В среднем для сортиментов всех месяцев заготовки в течение 30 дн. утоп достигает 9,68% [1].

Проведение молевого сплава березовых сортиментов и сплотка их в пучки в течение 30 дн. стали выполнимы с выходом в 1964 г. новых «Правил подготовки и приемки древесины для сплава», открывших широкие возможности для творческого подхода к сплаву лиственной древесины. В п. 32 новых правил есть указание о необходимости сортировки леса на приречных складах на три группы: хвойную, лиственную, идущую в сплав, и лиственную, оставляемую для просушки. При такой сортировке можно осуществить ту очередность сплава, при которой

лиственные сортименты действительно попадают в сплотку первыми, за ними хвойный мелкотоварник, а затем хвойные бревна с хорошей плавучестью.

Формируемый таким образом пыж должен иметь определенную структуру: в головной (утолщенной) части следует сосредоточить хвойный лес хорошей плавучести в объеме, достаточном только для формирования этой его части на расстоянии 500—600 м от запани; там, где толщина пыжа уже небольшая (в 2—3 бревна), необходимо помещать лиственный лес и часть хвойного, затем хвойный мелкотоварник и в конце — крупный хвойный лес.

Пыж такой структуры можно создать при следующем порядке проведения работ. С открытием навигации, как обычно, начинается скатка леса со всех складов без каких-либо промедлений, но с ближайших к запани складов в течение одного или двух дней нужно скатывать, только хвойный лес для утолщенной части пыжа, а со всех других — лиственный вместе с хвойными подушками. Через 1—2 дня с ближайших складов скатывают в воду лиственные штабели с хвойными подушками. Объем леса во всех хвойных подушках примерно равен объему хвойного приплота в лиственных пучках.

После лиственного леса скатывают хвойный мелкотоварник (на складах его также целесообразно отделять), а затем уже хвойный лес с хорошей плавучестью, не дающий утопа.

Разборку пыжа следует проводить траншейным способом. В середине пыжа надо как можно быстрее проработать траншею до лиственного леса и с этого места начать разбирать пыж на всю его ширину, направляя лиственную древесину, а затем хвойный мелкотоварник по траншее в сплотку.

В этом случае утоп лиственных сортиментов может быть сокращен в 2 раза (как показывают соответствующие подсчеты).

Если торцы березовых сортиментов обработать цементным составом то, как известно [1], утоп может быть еще значительно сокращен. Применив обработку торцов березовых сортиментов гидроизоляционным составом на цементной основе и формировку и разборку запанного пыжа заданной структуры, мы можем уменьшить утоп березовых сортиментов более чем в 10 раз.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. Т. Зайцев. Уравнения утопа березовых сортиментов при молевом сплаве. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1968.

Поступила 23 февраля 1967 г.

УДК 69

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИИ ТОРФА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПРИГРУЗОЧНОГО СЛОЯ ПЕСКА

А. Д. ХУДЯКОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

При подготовке к застройке заторфованных территорий методом пригрузки [2] существенными вопросами являются определение оптимальной толщины пригрузочного слоя песка, при которой обеспечива-

ются минимальные эксплуатационные осадки; установление величины абсолютной осадки; исследование развития во времени осадок песчаного пригрузочного слоя на торфе.

Для выяснения этих вопросов мы провели полевые исследования. Опытный участок представляет собой верховое болото глубиной от 2,5 до 6 м. Стратиграфия участка представлена на рис. 1,а.

В лаборатории были произведены компрессионные испытания образцов торфа ненарушенной структуры площадью 60 см² и высотой 3 см. В результате установлены компрессионные свойства торфа по глубине залежи (рис. 1,б).

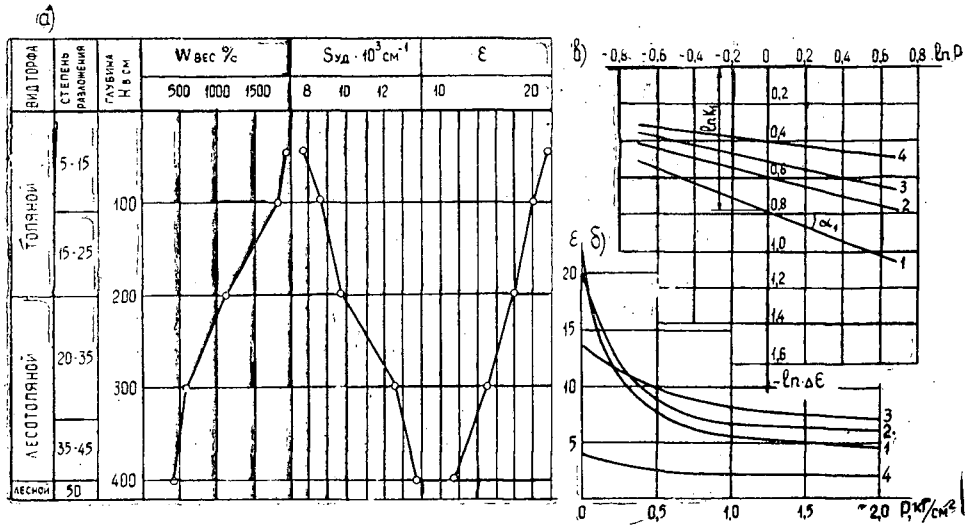


Рис. 1. Характеристика свойств торфа по глубине залежи.

а — изменение влажности $W_{\text{вес}}$, дисперсности $S_{\text{уд}}$ и коэффициента пористости ϵ ; б — изменение компрессионных свойств по глубине залежи $\epsilon = f(P)$; 1 — топяной торф $R = 15\%$ на глубине $H = 1,7$ м; 2 — лесотопляной торф $R = 25\%$ на глубине $H = 2,6$ м; 3 — лесотопляной торф $R = 32\%$ на глубине $H = 3,4$ м; 4 — лесной торф $R = 50\%$ на глубине $H = 4,0$ м; в — то же в виде зависимости $\ln \Delta \epsilon = f(\ln P)$.

Кроме обычной зависимости $\epsilon = f(P)$, компрессия характеризовалась еще зависимостью логарифма относительного изменения коэффициента пористости $\ln \Delta \epsilon$ от логарифма нагрузки $P - \ln P$ (рис. 1,в), которую можно записать так:

$$\ln \Delta \epsilon = \ln k - \text{tg } \alpha \cdot \ln P, \tag{1}$$

где $\ln k$ — участок на оси $\ln \Delta \epsilon$, отсекаемый прямой (рис. 1,в); $\text{tg } \alpha = n$ — наклон прямой.

Формула (1) записывается в виде

$$\Delta \epsilon = k \cdot \frac{1}{P^n} \text{ или } \epsilon_p = k \frac{\epsilon_0}{P^n}. \tag{2}$$

Выражение (2) является уравнением компрессионной зависимости. Величины k и n , полученные при обработке результатов компрессионных испытаний, представлены на графике (рис. 2) в зависимости от величины удельной поверхности $S_{\text{уд}}$, процентного содержания частиц < 2 мк и степени разложения.

Компрессионные исследования показывают, что с глубиной деформативность торфа уменьшается вследствие снижения влажности, пористости и увеличения дисперсности торфа.

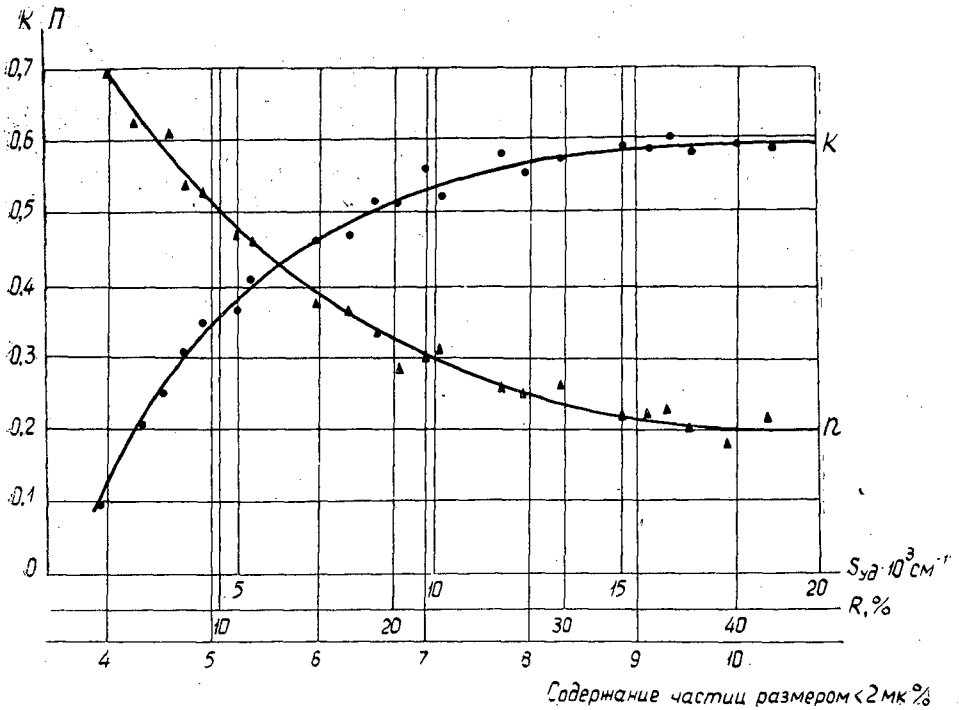


Рис. 2. Зависимость k и n от процентного содержания частиц $< 2 \text{ мк}$, степени разложения R и удельной поверхности $S_{уд}$.

На опытном участке размером $364 \times 213 \text{ м}$ через 50 м устанавливали нивелировочные марки, с помощью которых вели наблюдение за осадками песчаного пригрузочного слоя на торфе. Поверхностные марки изготовлены из деревянного бруса $100 \times 100 \text{ мм}$ с основанием $1,2 \times 1,2 \text{ м}$ и высотой $3-5 \text{ м}$. Для определения послойной деформации торфяных грунтов в залежи служили глубинные марки, представляющие собой стальную трубу, состоящую из звеньев, с основанием в виде четырех лепестков. При погружении марки лепестки находятся в сложенном состоянии. На нужной глубине они раскрываются до упора и фиксируются проволоочной скруткой в положении, перпендикулярном оси трубы, образуя опорную площадку в 960 см^2 *

Поверхностные и глубинные марки устанавливали группами около пробуренных скважин, что позволило определить послойную деформацию торфа.

Как показали наблюдения за осадками марок, интенсивные осадки торфа начинаются при достижении толщины слоя песка $1,5-2 \text{ м}$. При такой толщине пригрузки h_n вертикальные деформации торфа развиваются очень быстро ($5-6$ суток) и составляют $55-60\%$ общей величины осадки S_∞ .

Развитие осадок во времени характеризуется степенью консолидации [5]

$$u_t = \frac{S_t}{S_\infty} \quad (3)$$

С учетом первичной и вторичной консолидации для u_t получено выражение [4] в виде

$$u_t = \left(1 - \frac{8}{\pi^2} e^{-Mt} + \frac{\delta}{\delta_1} \left\{ (1 - e^{-\delta_1 t}) - \frac{8}{\pi} \left[\frac{e^{-Mt} - e^{-\delta_1 t}}{1 - M \cdot \frac{C}{\delta_1}} \right] \right\} \right) \frac{1}{1 + \frac{\delta}{\delta_1}}, \quad (4)$$

* Площадь марок определяли из условия максимально возможного негативного трения песка.

где $M = \frac{\pi^2 C}{4h^2}$; $C = \frac{k\beta_0}{\gamma_0 a_0}$;

δ, δ_1 — параметры ползучести;

C — коэффициент консолидации.

При условии, что относительная деформация слоя грунта определяется из выражения

$$e = \frac{\varepsilon_0 - \varepsilon_p}{1 + \varepsilon_0},$$

с учетом формулы (2) для S_∞ запишем

$$S_\infty = \frac{1}{A} h \frac{\varepsilon_0 \left(1 - \frac{k}{P\pi}\right)}{1 + \varepsilon_0}, \quad (5)$$

где h — мощность сжимаемого слоя;

A — коэффициент, учитывающий ползучесть скелета (табл. 1).

Таблица 1

| Вид торфа | Степень разложения $R, \%$ | Коэффициент A |
|-------------|----------------------------|-----------------|
| Топяной | < 30 | 0,95 |
| | > 30 | 0,80 |
| Лесотопяной | < 30 | 0,85 |
| | > 30 | 0,80 |
| Лесной | < 30 | 0,80 |
| | > 30 | 0,80 ÷ 0,70 |

По данным полевых наблюдений построены графики изменения степени консолидации u_t и удельного давления песчаного пригрузочного слоя на торфяную залежь P во времени [3] (рис. 3).

Пригрузочный слой в рассмотренном случае был намыт в два приема. В первый прием удельное давление на торф в течение 40 суток

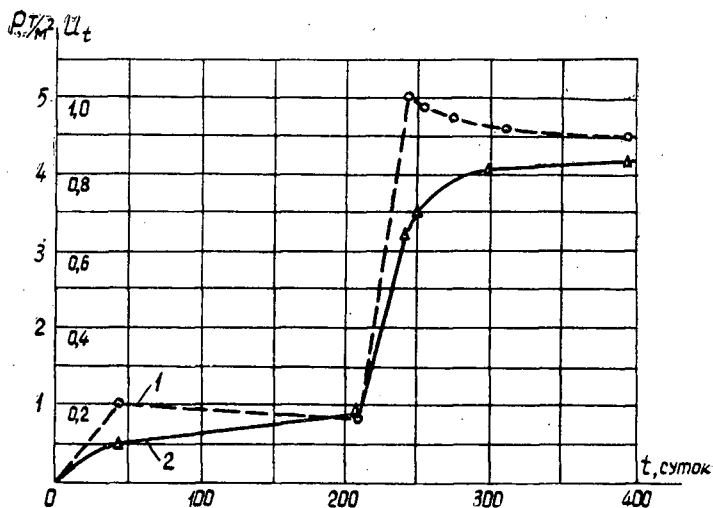


Рис. 3. Изменение удельного давления пригрузочного слоя песка P (1) и степени консолидации u_t (2) во времени.

было доведено до 1 т/м^2 . К этому моменту степень консолидации составила 0,1. В последующем (170 суток) намыв песка прекратили. В результате осадки песчаного слоя возросло взвешивающее действие воды и удельное давление снизилось от 1 до $0,8 \text{ т/м}^2$ (линия 1 на рис. 3). Степень консолидации возросла прямо пропорционально времени в пределах 0,1—0,18 (линия 2 на рис. 3).

Второй этап, намыва песка проходил в течение 30 суток, и удельная нагрузка была доведена до 5 т/м^2 . Изменение степени консолидации во времени характеризуется сначала резким скачком до величины 0,65. Далее, за 150 дней после окончания намыва она увеличилась от 0,65 до 0,85.

В результате наблюдений за осадками нивелировочных марок и бурения, проведенного через 16 месяцев после окончания намыва песка на торфяную залежь, установлено, что фактические величины осадок отличаются от расчетных — выражения (3), (4), (5) — в среднем на 6—7%. Это говорит о том, что развитие деформаций торфа в случае пригрузки песком на большой площади в начальный период подчиняется зависимости теории фильтрационной консолидации. Дальнейшее развитие процесса деформаций не подчиняется этой теории ввиду того, что в результате уплотнения торфа значительно возрастают начальные градиенты напора (табл. 2).

Таблица 2

| Вид торфа | Степень разложения $R, \%$ | Удельное давление $P, \text{ кг/см}^2$ | Коэффициент пористости ϵ | Начальный градиент напора I_0 |
|-------------|----------------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------|
| Топяной | 10 | 0,0 | 25,3 | 0,20 |
| | | 0,5 | 16,1 | 1,2 |
| | | 1,0 | 15,9 | — |
| Лесотопяной | 30 | 0,0 | 18,2 | 0,22 |
| | | 0,5 | 14,7 | 2,1 |
| | | 1,0 | 12,2 | — |
| Лесной | 40 | 0,0 | 12,9 | 1,2 |
| | | 0,5 | 9,6 | 3,0 |
| | | 1,0 | 8,5 | — |

В данном случае определение осадок можно производить по методике С. А. Роза [4].

Наши исследования дали возможность получить зависимость величины осадки от толщины пригрузочного слоя песка при различной глубине болота. Из графика, представленного на рис. 4, видно, что оптимальная толщина пригрузочного слоя песка составляет: при глубине болота $H_{\text{болота}} = 2 \text{ м}$ $h_{\text{песка}} = 2,5 \div 3 \text{ м}$, при $H_{\text{болота}} = 4 \text{ м}$ $h_{\text{песка}} = 3 \div 3,5 \text{ м}$, при $H_{\text{болота}} = 6 \text{ м}$ $h_{\text{песка}} = 3,5 \div 4 \text{ м}$.

Послойные деформации, определенные в результате наблюдений за глубинными марками в течение 6 месяцев, приведены в табл. 3.

Таблица 3

| Глубина установки марки, м | Мощность слоя торфа под маркой, м | Осадка марки | | |
|----------------------------|-----------------------------------|--------------|--------------------|--------------------------------|
| | | м | % от полной осадки | % от толщины нижележащего слоя |
| 1,0 | 3,2 | 0,48 | 52 | 15 |
| 2,0 | 2,2 | 0,26 | 28 | 12 |
| 2,8 | 1,4 | 0,17 | 18 | 12 |

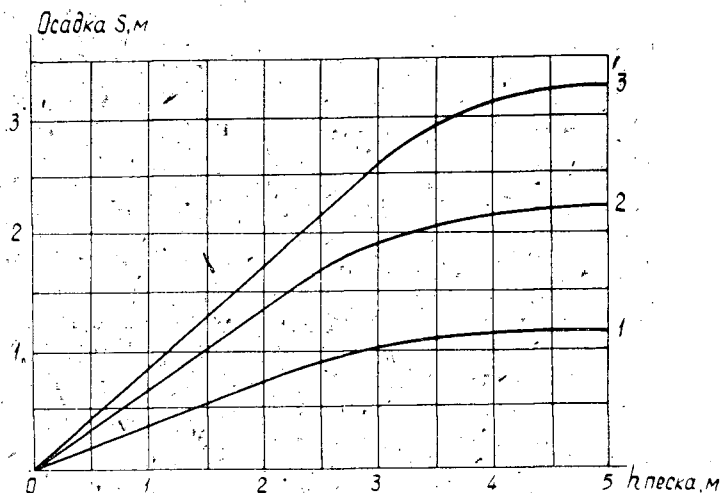


Рис. 4. Зависимость осадки торфяной залежи верхового типа от толщины пригрузочного слоя песка.

1 - $H_{\text{болота}} = 2$ м; 2 - $H_{\text{болота}} = 4$ м; 3 - $H_{\text{болота}} = 6$ м.

На основании этих данных можно сделать вывод, что примерно половина полной осадки приходится на верхний слой торфа, имеющий большую пористость и влажность (в данном случае $\epsilon = 21,2$, $W_{\text{вс}} = 1800\%$).

Для оценки прочностных характеристик торфа под насыпью после его уплотнения мы определяли величину сопротивления сдвигу τ с помощью сдвигомера-крыльчатки СК-8 конструкции Л. С. Амаряна [1]. На 44-й день после пригрузки песком сопротивление торфа сдвигу τ под слоем песка толщиной 2,5 м составляло $0,12$ кГ/см², а на 62-й день под слоем песка 3 м увеличилось до $0,17$ кГ/см², в то время как до пригрузки $\tau = 0,07$ кГ/см². Под действием пригрузки сопротивление торфа сдвигу возросло в 2,5—3 раза, что говорит о резком улучшении прочностных характеристик торфа под пригрузочной песчаной насыпью.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Л. С. Амарян. Исследования прочности и напряженного состояния торфяных оснований. Труды КПИ, вып. 1 (XIV), Изд. «Недра», М., 1966. [2]. Н. П. Коваленко, О. Н. Бубликов, А. Д. Худяков. Подготовка заторфованных территорий к застройке. ИВУЗ, Журн. «Строительство и архитектура» № 11, 1967. [3]. Н. П. Коваленко. О подготовке к застройке заторфованных территорий методом пригрузки. Журн. «Основания, фундаменты и механика грунтов» № 2, 1968. [4]. С. А. Роза. Осадка гидротехнических сооружений на глинистых грунтах малой влажности. Журн. «Гидротехническое строительство» № 9, 1950. [5]. Н. А. Цытович, Ю. К. Зарецкий, М. В. Малышев, М. Ю. Абелев, З. Г. Тер-Мартirosян. Прогноз скорости осадок оснований сооружений. Стройиздат, М., 1967.

Поступила 5 августа 1968 г.

УДК 629.11.013

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ВЕРТИКАЛЬНОЙ И ПОПЕРЕЧНОЙ ДИНАМИКИ СПЕЦИАЛЬНОГО ТИПА СЦЕПА УЖД

Г. К. ЛЕНЮК

(Ленинградская лесотехническая академия)

В одном из литературных источников [2] было указано на необходимость исследования динамики вагона-сцеп ЛТА — Ленлес (рис. 1) как одного из перспективных типов лесовозного подвижного состава. Однако большинство аналитических выводов по динамике вагона-сцеп ЛТА — Ленлес приложимо и к обычному кониковому подвижному составу.

На рис. 1 изображена плоская колебательная схема связанной системы вагон-сцеп ЛТА — Ленлес + пакет хлыстов и показаны ее основные параметры.

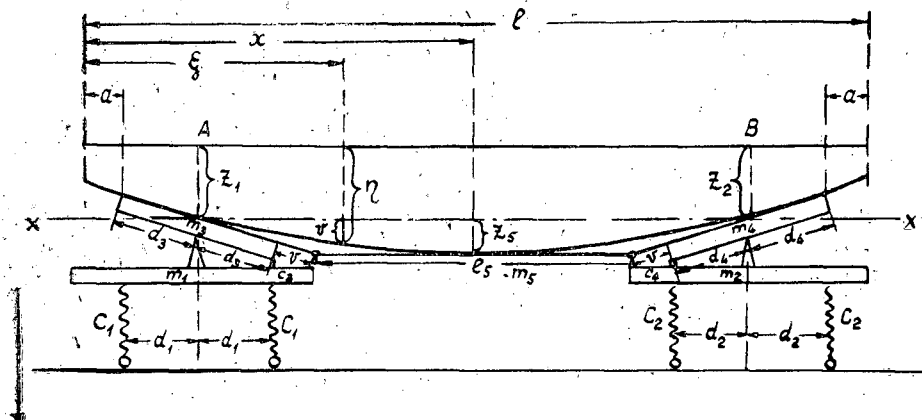


Рис. 1. Расчетная колебательная схема связанной системы вагон-сцеп ЛТА — Ленлес + пакет хлыстов.

В основу данной работы легли результаты экспериментов, проведенных автором [4] в 1965—1966 гг. на Рижненской ужд треста «Ленлес». В вертикальной плоскости связанная система вагон-сцеп ЛТА — Ленлес + пакет хлыстов [3] характеризуется пятью собственными частотами.

Аналитически выведены [3] выражения некоторых собственных частот подпрыгивания и галопирования связанной системы как функции ее параметров.

$$\left. \begin{aligned}
 k_1 &= \sqrt{\frac{2c_3 \frac{d_3^2}{(d_3 + \nu)^2} + \frac{\int_0^l EI [f''(\xi)]^2 d\xi}{[f(x)]^2}}{2 \frac{I_3}{(d_3 + \nu)^2} + m_5 + \int_0^l m(\xi) \frac{[f(\xi)]^2}{[f(x)]^2} d\xi}} \\
 k_2 &= \sqrt{\frac{2c_1}{m_1 + m_3 + \frac{1}{12} m \left(\frac{l^2}{B^2} + 3 \right)}} \\
 k_3 &= \sqrt{\frac{2c_1 \int_0^l m(\xi) \frac{\xi - a - d_3}{B} \cdot \frac{f(\xi)}{f(x)} d\xi}{a_{25} \left[m_1 + m_3 + \frac{1}{12} m \left(\frac{l^2}{B^2} + 3 \right) \right] - \left[\frac{m}{2} - \frac{1}{12} m \left(\frac{l^2}{B^2} + 3 \right) \right] \left(\int_0^l m(\xi) \frac{f(\xi)}{f(x)} d\xi - a_{25} \right)}} \\
 a_{25} &= \int_0^l m(\xi) \frac{\xi - a - d_3}{B} \cdot \frac{f(\xi)}{f(x)} d\xi \\
 k_4 &= \sqrt{\frac{(2c_1 + c_3) d_4^2}{I_1}},
 \end{aligned} \right\} (1)$$

где m_1 , I_1 и m_3 , I_3 — масса и момент инерции соответственно нижней и верхней рам относительно центральной поперечной оси;

m_5 — масса верхней связи;

$f(\xi)$ — уравнение изогнутой оси (статических прогибов пакета);

$f(x)$ — статический прогиб сечения x (середины) пакета;

B — база сцепа;

l , m — длина и масса всего пакета;

c_3 — жесткость скользунов;

c_1 — жесткость рессор тележки.

Аналогично, сводя по предложению Г. М. Васильева объемную колебательную схему к эквивалентному плоскому случаю, можно получить выражение для двух собственных частот колебаний боковой качки связанной системы

$$\left. \begin{aligned}
 K_1 &= \sqrt{\frac{c_{\Phi 1}}{m_{\Phi 1} + m_{\Phi 3} + \frac{1}{12} m \left(\frac{l^2}{B^2} + 3 \right)}} \\
 K_2 &= \sqrt{\frac{\int_0^l EI [f''(\xi)]^2 d\xi}{\int_0^l m(\xi) [f(\xi)]^2 d\xi}},
 \end{aligned} \right\} (2)$$

где $c_{\Phi 1} = 2 \left(\frac{b}{H_0} \right)^2 c_1$;

$$m_{\phi i} = \frac{I_{xm_i}}{H_0^2};$$

$2b$ — расстояние между осями рессорных комплектов поперек вагона-сцепы;

H_0 — радиус инерции груза (пакета хлыстов) относительно оси боковой качки x ;

I_{xm_i} — момент инерции массы m_i относительно оси боковой качки x .

Две из собственных частот подпрыгивания и галопирования связанной системы (k_4 и k_5) являются частотами высокого порядка (не менее 80,0 1/сек) и в диапазоне эксплуатационных скоростей (до 35 км/час) практически не проявляются. Этот эффект [3] объясняется тем обстоятельством, что масса пакета хлыстов обыкновенно составляет величину не менее критической $m_{кр}$. При проектировании подвижного состава и переходе на повышенные скорости ее, однако, следует учитывать, и тем больше, чем резче будут изменяться параметры самого вагона-сцепы

$$m_{кр} = -2 \left(m_1 + m_3 + \frac{m_5}{2} \right) + \sqrt{\frac{16I_1\gamma_{11}}{n_1^2 d_1^4}}, \quad (3)$$

где $\gamma_{11} = (2c_1 + c_3) d_1^2$;

$n_1 = 2n$ (n — коэффициент затухания колебаний рессорного комплекта).

Низшая собственная частота вертикальных колебаний вагона-сцепы ЛТА — Ленлес k_1 (аналогичная частота для коникового сцепы имеет примерно такую же величину) зависит в основном от параметров — формула (1) — груза (пакета хлыстов). Это необходимо учитывать соответствующим устройством пути. Собственные частоты вертикальных колебаний вагона-сцепы ЛТА — Ленлес k_2 и k_3 имеют весьма близкие значения (около 25,0 1/сек), вызывающие биения системы.

Для сцепов коникового типа частота $k_3 = 0$, а частота k_2 во всех случаях выражается формулой (1).

Исследованиями Г. М. Васильева доказано, что частота k_2 является преобладающей для кониковых сцепов и что, меняя величину базы сцепы, можно изменить значения k_2 и k_3 . Критические базы

$$B_{кр.2} = \sqrt{\frac{l^2 k_3^2 m}{24c_1 - 12k_3^2 (m_1 + m_3) - 3k_3^2 m}}$$

$$B_{кр.3} = -2 \frac{2c_1 - \left(m_1 + m_3 + \frac{m}{2}\right) k_3^2}{k_3^2} \cdot \frac{\int_0^l m(\xi) (\xi - a - d_3) f(\xi) d\xi}{m \int_0^l m(\xi) f(\xi) d\xi} +$$

$$+ \sqrt{4 \left[\frac{2c_1 - \left(m_1 + m_3 + \frac{m}{2}\right) k_3^2}{k_3^2} \cdot \frac{\int_0^l m(\xi) (\xi - a - d_3) f(\xi) d\xi}{m \int_0^l m(\xi) f(\xi) d\xi} \right]^2 + \frac{l^2}{3}} \quad (4)$$

Важнейшими динамическими характеристиками лесовозного подвижного состава в поперечной плоскости являются три собственные частоты боковой качки связанной системы. Низшая из собственных частот K_1 — формула (2) — легко учитывается при проектировании нового подвижного состава и поддается произвольному изменению в производственных условиях регулированием базы сцепы. Критической базой будет

$$B_{кр} = \sqrt{\frac{l^2 K_1^2 m}{12c_{\phi 1} - 12K_1^2 (m_{\phi 1} + m_{\phi 3}) - 3K_1^2 m}} \quad (5)$$

Собственная частота боковой качки связанной системы K_2 — формула (2) — зависит исключительно от параметров груза (пакета хлыстов) и не подлежит произвольному изменению. Это необходимо учитывать соответствующим устройством пути.

Приведем пример вычисления собственных частот и критических баз вагона-сцепки. Для сцепки № 1 (табл. 1) при длине верхней связи $l_5 = 4,5$ м имеем $m_1 g = 1200$ кг; $B = 11,3$ м; $C_1 = 350 \cdot 10^3$ кг/м; $C_3 = 11400$ кг/м; $C_{\phi 1} = 67 \cdot 10^3$ кг/м; $m_{\phi 1} = 19,6$ кг; $m_{\phi 3} = 36$ кг; $m_3 g = 1450$ кг. Полагая по Рэлею, $f(\xi) = f(x) \sin \frac{\pi}{B} \cdot (\xi - a - d_3)$, $f(x) = \frac{5qB^4}{384EI} - \frac{MB^2}{8EI} = 0,0475$ м, где $q = \frac{mg}{l}$; $M = q \frac{(a + d_3)^2}{2}$,

по формулам (1) легко получим значения второй и третьей частот подпрыгивания и галопирования связанной системы: $k_2 = 24,6$ 1/сек; $k_3 = 25,4$ 1/сек. По формуле (2) определим первую частоту боковой качки $K_1 = 8,45$ 1/сек.

Задача нахождения критических баз сцепки по заданным частотам обратна. Пусть, например, известна частота возмущения p , равная 24,6 1/сек, и требуется определить критическую базу сцепки, при которой система будет резонировать с частотой k_2 . Очевидно, в этом случае должно выполняться равенство $k_2 = p$ и по формуле (4) для этого же пакета № 1 (табл. 1) находим $B_{кр.2} = 11,3$ м.

На основании данных эксперимента установлено, что преобладающим видом колебаний на рессорах вагона-сцепки ЛТА — Ленлес является боковая качка.

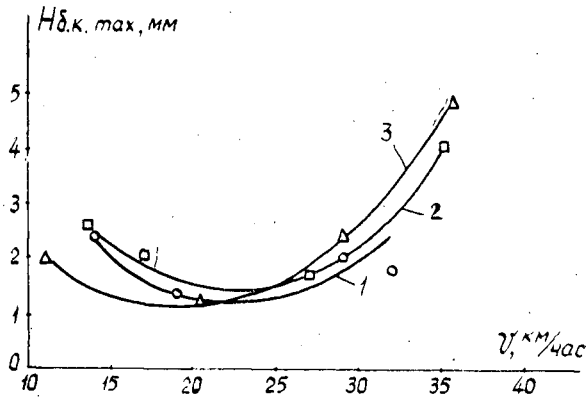


Рис. 2. Зависимости от скорости движения наиболее вероятных максимальных амплитуд боковой качки трех опытных сцепок.

Зависимости от скорости движения наиболее вероятных максимальных амплитуд боковой качки $H_{\delta.k. max}$ трех опытных сцепок изображены на рис. 2 (1, 2, 3 — номера сцепок). Характеристики трех опытных сцепок приведены в табл. 1.

Таблица 1

| № сцепки | Вес груза mg , Т | Объем груза, м ³ | Средняя длина хлыстов l , м | Жесткость пакета EI , кг м ² |
|----------|--------------------|-----------------------------|-------------------------------|---|
| 1 | 18,64 | 25,63 | 18,2 | $2550 \cdot 10^3$ |
| 2 | 19,54 | 24,40 | 19,6 | $1770 \cdot 10^3$ |
| 3 | 16,96 | 20,95 | 17,0 | $2500 \cdot 10^3$ |

Примечание. На сцепке № 3 пакет сдвинут от оси симметрии на 2 м.

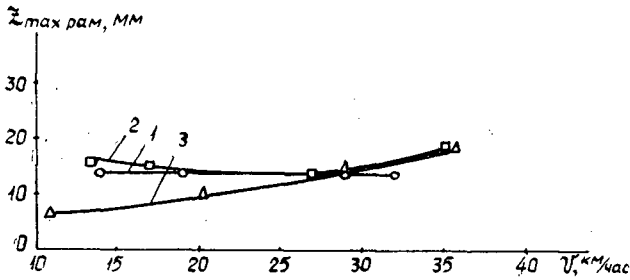


Рис. 3. Зависимости от скорости движения наиболее вероятных максимальных амплитуд колебаний верхних рам трех опытных сцепов.

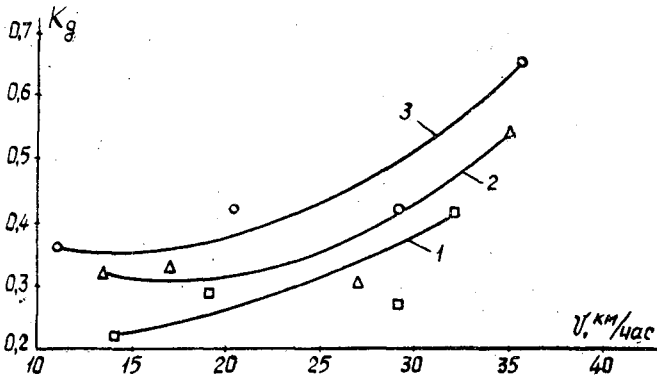


Рис. 4. Зависимости от скорости движения наиболее вероятных максимальных коэффициентов динамической добавки трех опытных сцепов.

Отношения встречающихся в эксперименте максимальных амплитуд (при езде со скоростями до 35 км/час) галопирования вагона-сцепы ЛТА — Ленлес $H_{гmax}$, подпрыгивания $H_{пmax}$ и боковой качки $H_{б.кmax}$ соответственно составляли (приблизительно) 1:2:3. Зависимости от скорости движения наиболее вероятных максимальных амплитуд колебаний верхних рам $z_{maxрам}$ и максимальных коэффициентов динамической добавки k_d (по рессорам) трех опытных сцепов изображены на рис. 3 и 4.

Коэффициенты динамичности (по рессорам) вагона-сцепы ЛТА — Ленлес при правильной его погрузке принимают значения [1], примерно одинаковые с аналогичными коэффициентами для вагонов-сцепов НЦИИМЭ — АВЗ.

Однако коэффициенты динамичности по пакету у вагона-сцепы ЛТА — Ленлес значительно ниже аналогичных коэффициентов всех типов коникового подвижного состава вследствие более высокого значения (не менее чем в два раза) коэффициента затухания колебаний пакета.

Для оценки важности коэффициента динамичности по пакету перейдем к рассмотрению неустановившегося движения. При равномерном движении вагона-сцепы ЛТА — Ленлес на скоростях до 35 км/час наибольшая амплитуда колебаний верхних рам $z_{maxрам}$ составляла 19 мм и, следовательно, возможный наибольший динамический прогиб середины пакета, равный $\frac{d+y}{d} z_{maxрам}$, не превышал 25 мм.

Однако при неустановившемся движении вагона-сцепы ЛТА — Ленлес (на разгоне) уже на средней скорости (взятой за 4,6 сек), равной 11 км/час (и даже 8,6 км/час для второго опытного сцепы), зафиксирована максимальная амплитуда колебаний верхних рам в 24 мм. Ей соответствует возможный максимальный динамический прогиб пакета 33 мм (на 32% больше, чем в предыдущем случае).

Приведенный пример указывает на необходимость учета неустановившегося движения при изучении вертикальной и поперечной динамики подвижного состава, его эксплуатации и модернизации.

Выводы

1. Приведенные выражения собственных частот связанной системы дают возможность рационально выбирать основные параметры вагона-сцепы при его усовершенствовании.

2. При эксплуатации подвижного состава необходимо широко пользоваться возможностью изменения некоторых собственных частот (k_2 , k_3 и K_1) связанной системы посредством изменения длины базы вагона-сцепы.

3. Наиболее вероятные максимальные амплитуды всех основных видов колебаний на рессорах (галоупирования, подпрыгивания, боковой качки) подвижного состава коникового типа, исследованного Г. М. Васильевым, более чем в два раза превосходят аналогичные амплитуды колебаний вагона-сцепы ЛТА — Ленлес.

4. Максимальные динамические прогибы пакета при установившемся движении вагона-сцепы ЛТА — Ленлес со скоростями до 35 км/час и более могут быть достигнуты при неустановившемся движении со средними скоростями, равными сцепным.

5. Коэффициенты динамической добавки по рессорам k_d вагонов-сцепов ЛТА — Ленлес и ЦНИИМЭ — АВЗ аналогичны, однако коэффициенты динамической добавки по пакету в первом случае значительно ниже, чем у всех типов коникового подвижного состава.

6. В сравнении с другими типами подвижного состава вагон-сцеп ЛТА — Ленлес имеет весьма выгодные динамические качества: небольшие коэффициенты динамичности и высокую плавность хода. К преимуществам вагона-сцепы ЛТА — Ленлес следует также отнести переносимость его базы.

Исследования показали, что упругие скользуны сцепы ЛТА — Ленлес повышают некоторые из собственных частот системы, но их установка влечет за собой незначительную перегрузку внутренних осей вагона-сцепы. Жесткость упругих скользунов должна быть, следовательно, невысокой и выбираться из условия поддержания верхней связи в желаемом положении.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. М. Васильев, И. Г. Волков. Исследование ходовых качеств вагонов-сцепов ЦНИИМЭ — АВЗ для вывозки леса в хлыстах. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1960. [2]. Б. Г. Гастев, В. И. Мельников. Основы динамики лесовозного подвижного состава. Изд-во «Лесная промышленность», М., 1967. [3]. Г. К. Ленюк. Вертикальная динамика специального вагона-сцепы при вывозке хлыстов по ужд. Материалы научно-технической конференции, ЛТА, Л., 1967. [4]. Г. К. Ленюк. Методика экспериментального исследования некоторых вопросов динамики специального типа сцепы ужд. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1967.

Поступила 29 октября 1968 г.

УДК 620.1.08

УСТАНОВКА «НУЛЯ» ЭЛЕКТРОДИНАМОМЕТРОВ И КОНТРОЛЬ ЕГО ПОД НАГРУЗКОЙ

С. А. ВЛАДИМИРОВ

(Архангельский лесотехнический институт)

При исследованиях во многих случаях необходимо производить измерения сил в течение длительного времени, когда исключена возможность разгрузки исследуемых объектов от действия этих сил. Широко применяющиеся электрические методы измерения действующих сил предусматривают использование электродинамометров различного типа. Основная часть этих приборов — тензометрические датчики сопротивления, соединенные по схеме четырехплечего моста. Правильность показаний электродинамометров обеспечивается периодической проверкой стабильности установки нулевой точки этой измерительной схемы, в связи с возможным уходом (сползанием) с первоначальной отметки. Для контроля нулевой точки необходима полная разгрузка исследуемого объекта от действующих напряжений. Такой метод контроля при исследовании сооружений, находящихся в эксплуатации (запаны, плоты, дорожные основания, фундаменты, строительные и другие объекты), как правило, бывает затруднителен или невозможен.

В связи с этим в нашей статье рассматривается такая измерительная схема, которая позволяет производить контроль и установку нулевой точки электродинамометров непосредственно под нагрузкой, без снятия действующих напряжений (рис. 1).

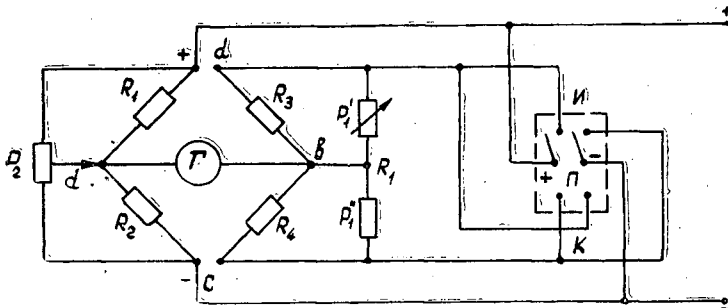


Рис. 1. Принципиальная измерительная схема с установкой и контролем нулевой точки под нагрузкой.

В данной схеме есть ряд отличий от обычной мостовой схемы соединения датчиков. Резисторы R_1 и R_4 являются рабочими датчиками, а R_2 и R_3 — компенсационными. В случае применения кольцевых динамометров, когда все датчики рабочие, резисторы R_1 и R_4 работают на растяжение, а R_2 и R_3 на сжатие. При этом должно соблюдаться условие: $R_1 \approx R_2 \approx R_3 \approx R_4$. Наибольшая допустимая величина отклонения составляет 3%.

В схему дополнительно введены потенциометр P_1 и переключатель Π . Потенциометр P_1 состоит из переменного P_1' и постоянного P_1'' резисторов. Первоначальная балансировка моста производится по методу, предложенному В. А. Рихтером. При помощи резистора P_1' можно достичь того, что установка переключателя Π в положение I и K не будет сказываться на показаниях гальванометра. Это сопротивление служит для предварительной балансировки схемы перед началом измерения, а затем его положение фиксируется. Потенциометр P_2 является уравновешивающим устройством схемы. С его помощью устанавливается гальванометр на нулевую отметку перед началом измерения.

При установке переключателя Π в положение I производится измерение действующей нагрузки, а в положение K — контроль нулевой точки схемы. При этом стрелка гальванометра должна вернуться на нулевую отметку. Если стрелка гальванометра не устанавливается на нуле, вследствие непропорционального изменения сопротивления резисторов в контактной сети или по другим причинам, то при помощи потенциометра P_2 стрелка возвращается на нуль гальванометра, после чего делается новый отсчет измеряемой нагрузки. Таким образом, данная схема позволяет производить установку и контроль нуля электродинамометра без разгрузки его от действующих напряжений.

Для увеличения стабильности балансировки моста и возможности фиксации величины балансирующего сопротивления, в качестве потенциометра P_1' нами использован магазин сопротивлений типа Р-33.

В качестве P_1'' служит остеклованное проволочное сопротивление (50 *кОм*). Произведя на магазине набор величины первоначального балансирующего сопротивления и установив нуль, можно последовательно подключить к контактам любое количество измеряемых точек. При необходимости одновременного измерения в диагональ моста ac включается обычный потенциометр типа СП, аналогичный потенциометру P_2 . Потенциометрическое устройство P_1 , показанное на рис. 1, используется в этом случае для контроля стабильности балансировки мостов динамометров и может периодически включаться в диагональ ac .

Измерительная схема с контролем нулевой точки под нагрузкой может применяться для измерения как динамических, так и статических нагрузок. Для более точной работы схемы необходимо стремиться к тому, чтобы рабочие датчики находились в области равных по величине деформаций, а сопротивление подводящих проводов было одинаковым.

Рассмотренная схема измерения проверена и успешно использовалась нами в течение 1965—1968 гг. при определении нагрузок в таке-лажных креплениях запаней на донных опорах.

Поступила 15 июля 1968 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 634.0.812

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРОБОЙ МЕРЗЛОЙ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ

Ю. П. СЫРНИКОВ, В. М. ЖЕСТЯНИКОВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Электрические свойства мерзлой древесины изучены недостаточно, в частности, отсутствуют данные о влиянии на нее сильных электрических полей.

Нами выполнена работа по снятию вольтвременной характеристики при приложении высокого напряжения к мерзлой древесине березы обыкновенной.

В качестве объекта испытаний применяли стандартные фанерные чураки (длина 1,3 м, диаметр 20—25 см) из древесины недавней рубки двух видов — лесосплавные и сухогрузные (доставленные автотранспортом). Чураки охлаждали естественным путем в ноябре и декабре.

При опытах на торцы чурака подавали постоянное по величине напряжение ($U = 3 \div 5$ кв) частотой 50 гц. Один электрод полностью охватывал площадь торца, второй прилегал к его центральной части, занимая около 60% площади торца. Фиксировался ток в первичной обмотке однофазного повышающего трансформатора. В наших опытах электрическое поле действовало вдоль волокон, что соответствовало условию, при котором электропроводность сквозь древесину наибольшая.

Анализ кривых зависимости тока I от времени t приложения напряжения к торцам березовых чураков (рис. 1) показывает, что

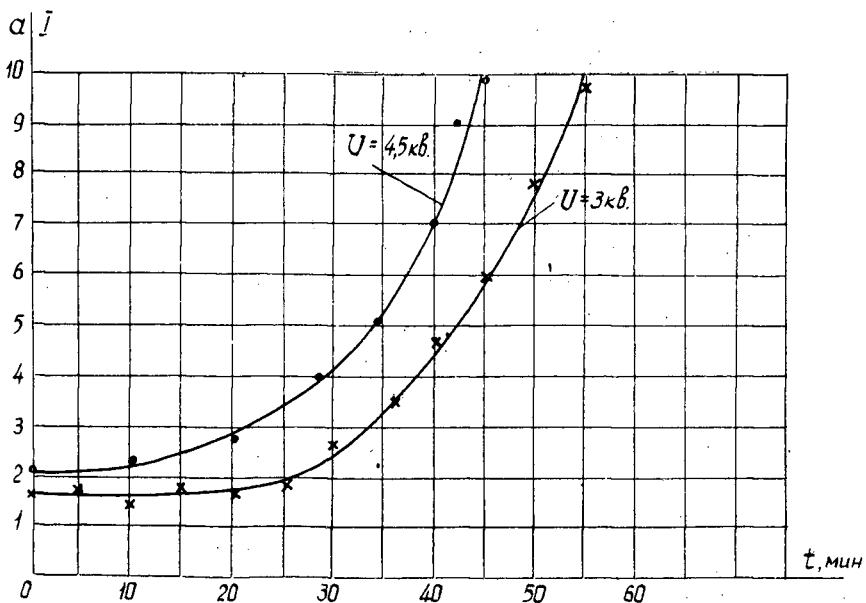


Рис. 1.

процесс может быть разделен на два основных этапа. Первый характеризуется малозаметной зависимостью I от t и незначительной величиной тока через чурак, общий ток почти равен току холостого хода трансформатора. Замерзшая древесина представляет собой диэлектрик с высоким значением удельного объемного сопротивления, равным по нашим данным [1] $8 \cdot 10^5$ ом \cdot м при -20°C . Начиная с некоторого критического момента ток через чурак растет быстро, кривая $I = f(t)$ в этот период соответствует показательной функции. Коэффициент, характеризующий изменение тока $\frac{dI}{dt}$, переменный.

Характер изменения I во второй период позволяет сделать предположение о возникновении пробоя в чураках под воздействием электрического поля. У трех чураков измеряли сопротивление изоляции между электродами до и после опытов (табл. 1).

Таблица 1

| Тип чурака | Электросопротивление, мг \cdot ом | | Начальная температура, $^\circ\text{C}$ |
|------------------------------------|-------------------------------------|-------------|---|
| | до опыта | после опыта | |
| Сухогрузный неокоренный | 150 | 0,1 | -20 |
| Сухогрузный без коры | 250 | 10,0 | -5 |
| Лесосплавной неокоренный | 130 | 20,0 | -25 |
| Карандаш | 175 | 0,06 | -25 |

Необратимое уменьшение электросопротивления подтверждает высказанное предположение. Явление пробоя в данном случае носит сложный характер и обуславливается, главным образом, наличием в древесине (при отрицательных температурах) некоторого количества воды в жидком состоянии, содержащей растворенные соли. Электропроводность жидкой воды, особенно содержащей хотя бы незначительное количество растворенной соли, на несколько порядков выше, чем проводимость льда и сухого вещества древесины.

В первый период после приложения напряжения в чураке устанавливается квазистационарное электрическое поле. Напряженность E этого поля уменьшается по мере удаления от электродов, поэтому условия нагрева чураков по их длине неодинаковы. Плотность тепловой мощности P определяют из выражения

$$P = E^2 g,$$

где g — проводимость.

В зоне, прилегающей к электродам, тепло должно выделяться более интенсивно, чем в отдаленных от электродов участках, что и наблюдалось в наших опытах. Возрастание температуры в приэлектродных участках облегчает диссоциацию жидкой фазы на ионы и повышает уровень их энергии. Начинается процесс перераспределения поля, причем повышенный потенциал выносится дальше от электродов, происходит прорастание электропроводящих каналов от одного электрода к другому. Электросопротивление чурака начинает резко уменьшаться, процесс идет лавинообразно и приводит к новому состоянию со значительной сквозной электропроводностью.

В данном случае пробой происходит, с нашей точки зрения, только в жидкой фазе, не затрагивая твердых компонентов. Особенность строения древесины березы (наличие в ней сквозных ходов) и приложение поля вдоль волокон способствуют своеобразному процессу пробоя, описанному выше.

При параллельном включении электропроводящих каналов мерзлый чурак нагревается. У чураков сухогрузных и лесосплавных распределение температуры по сечению образцов различное. У сухогрузных преимущественно прогревалась центральная часть чурака, главным образом, ложное ядро. В изученных образцах можно было выделить более нагретую область (температура $+30 \div +90^\circ\text{C}$), по которой происходила основная электропроводность; остальной объем прогревался слабо. Были зарегистрированы два случая, когда прогрев был более равномерным, то есть колебания температуры в различных точках находились в пределах $\pm 15^\circ\text{C}$. При визуальном обследовании образцов, нагрев которых происходил относительно равномерно, не удалось обнаружить каких-либо различий в строении древесины, по сравнению с локализованным нагревом.

У всех чураков, доставленных лесосплавом, прогревалась только периферийная область, у некоторых образцов — камбиевый слой непосредственно под корой, остальная часть древесины практически не прогревалась.

Повышение величины приложенного напряжения уменьшает продолжительность предварительного этапа. В данном случае ограничением является напряжение поверхностного перекрытия. Рабочую напряженность поля можно в определенной степени повысить подбором оптимальной конфигурации электродов и использованием полупроводящих покрытий.

Представляет интерес рассмотренное явление электрического пробоя мерзлой древесины применить для интенсификации процесса оттаивания чурака бревен перед лущением, сушкой, распиловкой, гнутьем и другими технологическими операциями в деревообрабатывающей промышленности.

В настоящее время для оттаивания мерзлой древесины бревна длительно выдерживают в бассейне с подогретой водой или в теплом помещении, что удлиняет общий цикл изготовления продукции. Рекомендации американских специалистов [2] по нагреву бревен электрическим током только при положительных температурах не могут быть использованы в условиях промышленности СССР.

Оценим время t , необходимое для того, чтобы мерзлую древесину разогреть сквозной электропроводностью на разность температур $\Delta\tau$. Допустим, что основной прогрев происходит в толще замерзшего слоя. Тогда в первом приближении можно пренебречь теплообменом с внешней средой, так как теплопроводность замерзшей древесины низкая, и для определения длительности прогрева использовать закон Ленца — Джоуля

$$U^2 \frac{s}{lp} t = dC\Delta\tau,$$

где U — электрическое напряжение;

s и l — площадь сечения и длина образца древесины;

C , d и ρ — теплоемкость, плотность и удельное электросопротивление мерзлой древесины.

Используя понятие о напряженности электрического поля

$$E = \frac{U}{l},$$

для величины t получим следующую формулу:

$$t = \frac{\rho d C \Delta\tau}{E^2}.$$

Время разогрева непосредственно не зависит от размеров образца. В полученное выражение вставим максимально возможное значение напряженности поля $E = 30 \text{ в/см}$ и самую малую величину удельного электросопротивления $\rho = 10^5 \text{ ом}\cdot\text{м}$. Пренебрегая зависимостью

величины проводимости g от температуры, видим, что для нагрева древесины от -20°C до 0°C нужно время свыше 6,5 час. Кроме того, необходимо длительное время для перевода льда в жидкое состояние. Прогрев мерзлых чураков электропроводностью токопроводящих каналов, образующихся в бревнах при пробое жидкой фазы древесины, протекает значительно быстрее и без затруднений может быть автоматизирован. Обычные защитные устройства легко обеспечивают условия безопасной работы.

Для решения вопроса об области применения электроподогрева необходимо исследовать тепловое поле при пробое мерзлой древесины и выбрать оптимальные режимы.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. М. Жестяников, И. Н. Прусс-Жуковская, Ю. П. Сырников. Электропроводность древесины березы при отрицательных температурах и в процессе оттаивания. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 2, 1960, стр. 112—116. [2]. Быстрый подогрев чураков посредством высокого напряжения. «Lumberman», т. 188, № 2352, 1954, стр. 74.

Поступила 23 декабря 1967 г.

УДК 634.0.812

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ В ИНФРАКРАСНОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА

Я. А. ДОЛАЦИС

(Латвийская сельскохозяйственная академия)

С. Г. ИЛЬЯСОВ

(Московский технологический институт пищевой промышленности)

Из оптических характеристик материалов наибольший практический и теоретический интерес представляют способности к отражению, пропусканию и поглощению, которые для древесины изучены мало. До последнего времени при изучении оптических свойств древесины измеряли какую-либо одну из интегральных характеристик — пропускание интегрального потока излучения или интегральную способность к отражению. Однако исследования некоторых авторов указывают на селективность оптических свойств древесины, поэтому применяемые ранее методы определения только интегральных характеристик не могут удовлетворить сегодняшние запросы теории и практики (при этом зашумевываются истинные значения оптических свойств материалов).

Нами были изучены образцы древесины некоторых пород. Оптические свойства древесины исследовали (методика А. С. Гинзбурга, В. В. Красникова и Н. Г. Селюкова* для изучения оптических свойств диффузно-рассеивающих материалов в области спектра 0,4—15,0 мк) на аппаратуре, разработанной и созданной в спектрофотометрической лаборатории кафедры физики Московского технологического института пищевой промышленности.

* А. С. Гинзбург, В. В. Красников, Н. Г. Селюков. Исследование оптических свойств материалов, подвергаемых обработке терморрадиацией. ИФЖ, т. VIII, № 6, 1965.

Спектральную способность к отражению в области длин волн 0,4—1,2 $\mu\text{к}$ измеряли на спектрофотометре СФ-4А с приставкой диффузного отражения ПДО-1. В диапазоне длин волн 0,7—15,0 $\mu\text{к}$ измерения производили на инфракрасном спектрофотометре ИКС-12 с приставкой в виде зеркальной полусферы. Способность к пропусканию исследовали с помощью специально разработанной приставки к спектрофотометру СФ-4. Нами было учтено также рассеяние материалом падающей радиации.

На рис. 1 даны спектры отражения древесины бука (кривая 1; толщина $\delta = 0,48 \text{ мм}$), красного дерева — кайи (кривая 2; $\delta = 0,60 \text{ мм}$), сосны (кривая 3; $\delta = 0,46 \text{ мм}$) в диапазоне длин волн $\lambda = 0,4 \div 15 \text{ мк}$.

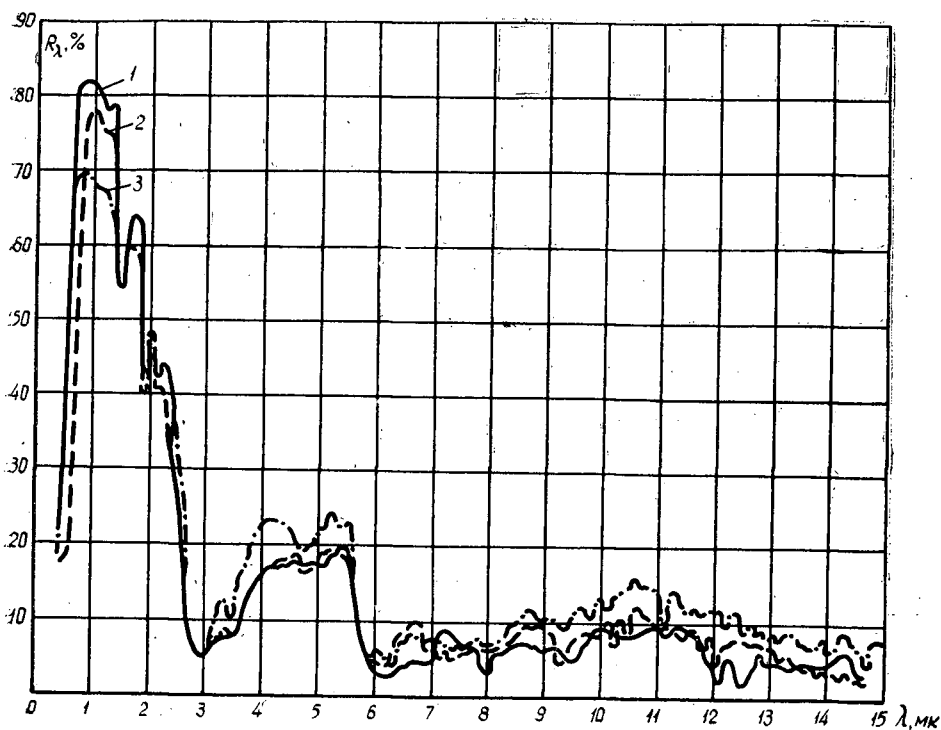


Рис. 1.

Из рис. 1 следует, что для исследованных образцов кривые зависимости спектральной способности к отражению от длины волн имеют одинаковый характер. Древесина обладает значительным отражением в ближней инфракрасной области спектра ($\lambda < 2,5 \text{ мк}$) и сильным поглощением — в дальнем инфракрасном диапазоне ($\lambda > 2,5 \text{ мк}$). Полосы селективного поглощения вблизи 1,5; 1,95; 3,0 и 6,0 $\mu\text{к}$ объясняются наличием влаги как в образцах, так и в воздухе. Исследованные образцы находились в воздушно сухом состоянии, то есть влажность их соответствовала равновесной при комнатных условиях.

Из рис. 1 также видно, что в ближней инфракрасной области спектра при $\lambda = 0,77\text{—}1,1 \text{ мк}$ способность к отражению древесины резко возрастает, достигая максимума при длине волны 1,1 $\mu\text{к}$. Затем наблюдается спад с интенсивными полосами поглощения, и вблизи 3,0 $\mu\text{к}$ отражение резко падает. В интервале длин волн 4,0—5,3 $\mu\text{к}$ обнаружено второе, менее сильное возрастание отражения с резким

спадом вблизи 6,0 мк. В области длин волн от 6,0 до 15,0 мк отражение примерно постоянно, однако при 10,0—12,0 мк способность к отражению немного увеличивается.

На рис. 2 представлена спектральная способность к отражению для образцов древесины сосны разных толщин в диапазоне длин волн $\lambda = 0,4—2,6$ мк. Из рис. 2 видно, что с увеличением толщины образца возрастает и его способность к отражению. Это объясняется рассеивающей способностью древесины и проникновением излучения внутри на некоторую глубину.

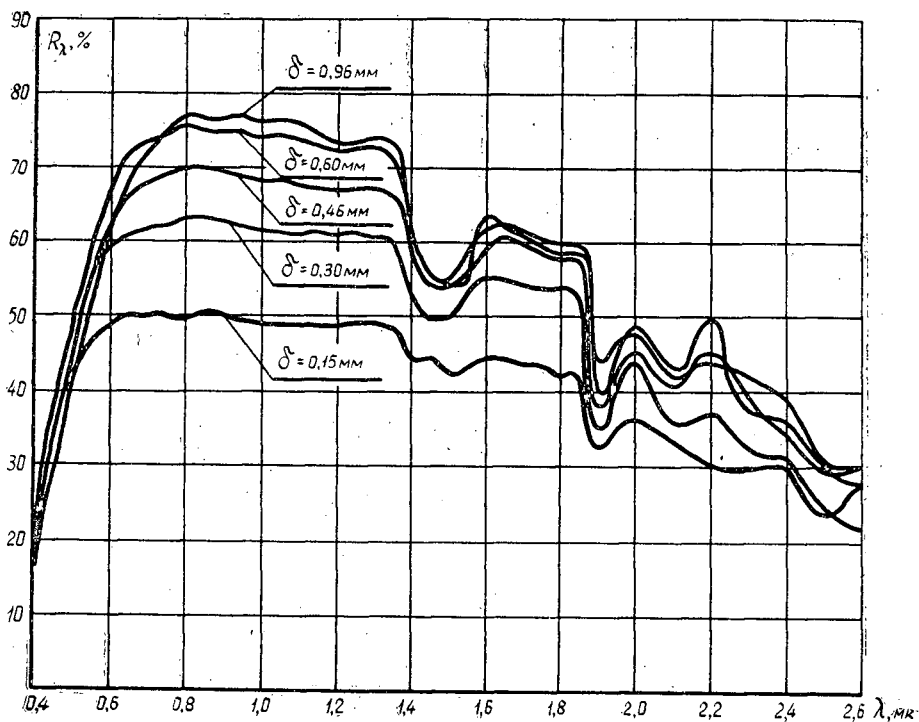


Рис. 2.

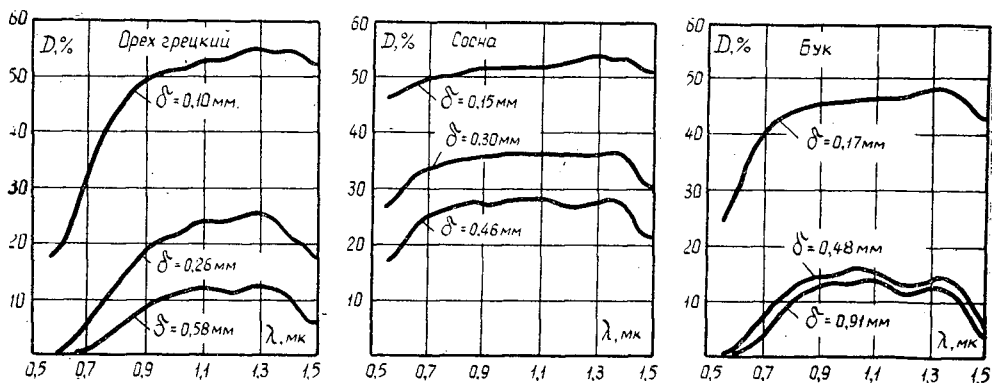


Рис. 3.

На рис. 3 показана спектральная способность к пропусканию образцов различных толщин древесины сосны, бука и грецкого ореха в диапазоне длин волн $\lambda = 0,55-1,5$ мк. Из этого рисунка видно, что древесина грецкого ореха толщиной 0,58 мм при длине волны 1,1—1,3 мк пропускает излучение в пределах 11—13%, а по исследованиям С. Прата* для древесины грецкого ореха в инфракрасной области спектра такая же проникаемость (с помощью фотопластики) получена при толщине не более 0,5 мм.

Метод исследования оптических свойств материалов с помощью фотопластики неточен. Главный его недостаток — невозможность установить количественное пропускание излучения, а также ошибку, связанную со вторичным излучением самого образца в результате его нагрева. Кроме того, большую погрешность вносят разрешающая способность самого материала фотопластики и ее спектральные оптические характеристики.

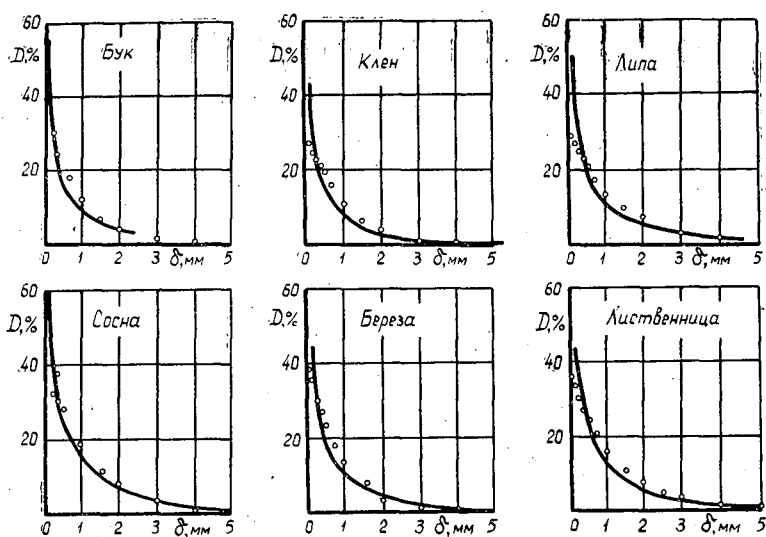


Рис. 4.

На рис. 4 представлены кривые зависимости пропускания излучения от толщины образца для древесины бука, клена, липы, сосны, березы и лиственницы при длине волны $\lambda = 1,1$ мк. Кривые построены по экспериментальным данным, а точки соответствуют расчетам. Оказалось, что пропускание излучения древесиной в зависимости от толщины образца (δ , мм) при длине волны 1,1 мк выразится следующим образом:

$$\begin{aligned}
 D &= 34,81e^{-1,0543\delta} \quad (\text{для бука}); & D &= 41,59e^{-0,7612\delta} \quad (\text{для сосны}); \\
 D &= 31,73e^{-1,0325\delta} \quad (\text{для клена}); & D &= 41,77e^{-1,1181\delta} \quad (\text{для березы}); \\
 D &= 31,15e^{-0,7361\delta} \quad (\text{для липы}); & D &= 34,98e^{-0,7187\delta} \quad (\text{для лиственницы}).
 \end{aligned}$$

* S. Prat. Durchlässigkeit des Holzes für infrarote und für X-Strahlen. Berliner Deutsche Botanische Gesellschaft, Bd. 55, Nr. 3, 1937.

УДК 634.0.812

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ ПСЕВДОТСУГИ ЗЕЛЕННОЙ

Т. М. БРОДОВИЧ, Б. И. ЦЫБЫК

(Львовский лесотехнический институт)

Физико-механические свойства древесины псевдотсуги зеленой, произрастающей в лесных насаждениях СССР, изучены очень мало [1]. С целью исследования физико-механических свойств древесины этой породы нами была заложена пробная площадь в псевдотсугово-еловом древостое на территории Восточных Карпат в Быстрицком лесничестве (квартал 26, участок 18) Дубриничского лесокомбината Закарпатской области. На пробной площади был проведен сплошной пересчет деревьев, модельные деревья (6 шт.) выбраны по рекомендации ОСТА НКЛеса-196. Таксационная характеристика модельных деревьев приведена в табл. 1.

Таблица 1

| № модельных деревьев | Диаметр на высоте 1,3 м, см | Высота, м | Коэффициент формы | Класс роста | Высота прикрепления первого живого сучка, м | Площадь проекции кроны, м ² | Объем ствола, м ³ |
|----------------------|-----------------------------|-----------|-------------------|-------------|---|--|------------------------------|
| 1 | 33 | 28,0 | 0,77 | II | 17,5 | 5,18 | 1,305 |
| 2 | 32 | 27,5 | 0,75 | II | 18,0 | 5,08 | 1,075 |
| 3 | 43 | 25,0 | 0,65 | III/II | 16,5 | 13,2 | 1,799 |
| 4 | 41 | 25,2 | 0,66 | III/II | 17,5 | 12,2 | 1,636 |
| 5 | 54 | 39,2 | 0,70 | I | 28,2 | 31,9 | 4,108 |
| 6 | 52 | 39,5 | 0,71 | I | 28,2 | 30,5 | 3,657 |

Примечание. Все работы по сбору полевого материала проведены в июле 1965 г. Диаметры модельных деревьев (в коре) замеряли по двум взаимно перпендикулярным направлениям с точностью до 0,5 см. Возраст деревьев во всех случаях 65 лет.

Образцы для испытания свойств древесины заготавливали по требованиям действующих ГОСТов [3], исследования проводили в лаборатории древесиноведения кафедры дендрологии и древесиноведения Львовского лесотехнического института. Материал обрабатывали статистически.

Результаты исследования

Древесина псевдотсуги зеленой — ядровая со смоляными ходами. Заболонь ее желтоватая, ядро розовато-красного цвета. Годичные слои широкие, хорошо заметны, состоят из четко различаемой ранней и поздней зон [5]. Поздняя древесина хорошо развита и, как показали наши исследования, ее ширина прямо пропорциональна ширине годичного слоя. Сердцевинные лучи заметны на радиальном разрезе в виде коротких горизонтальных полосок, обладающих слабым блеском.

Данные, характеризующие число годичных слоев в 1 см и процент поздней древесины, приведены в табл. 2.

Таблица 2

| Показатели | Количество образцов n | Средняя арифметическая M | Пределы колебаний | Среднее квадратическое отклонение $\pm\sigma$ | Ошибка средней арифметической величины $\pm m$ | Коэффициент изменчивости $v, \%$ | Показатель точности $p, \%$ |
|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------|---|--|----------------------------------|-----------------------------|
| Число годичных слоев в 1 см | 348 | 3,0 | 1,0—8,0 | 1,51 | 0,08 | 50,3 | 2,3 |
| Процент поздней древесины | 348 | 43 | 18—69 | 11,0 | 0,59 | 25,6 | 1,3 |

На основании значения средних арифметических можно сделать вывод, что исследуемая древесина обладает широкими годичными слоями и довольно высоким процентом поздней древесины.

Данные физических свойств древесины псевдотсуги зеленой представлены в табл. 3.

Таблица 3

| Показатели | Количество образцов n | Средняя арифметическая M | Пределы колебаний | Среднее квадратическое отклонение $\pm\sigma$ | Ошибка средней арифметической величины $\pm m$ | Коэффициент изменчивости $v, \%$ | Показатель точности $p, \%$ |
|----------------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------|---|--|----------------------------------|-----------------------------|
| Объемный вес, g/cm^3 | 348 | 0,554 | 0,401—0,670 | 0,069 | 0,004 | 12,4 | 0,7 |
| Коэффициент усушки тангентальной | 232 | 0,285 | 0,17—0,51 | 0,055 | 0,004 | 19,5 | 1,3 |
| радиальной . . . | 233 | 0,19 | 0,09—0,33 | 0,054 | 0,004 | 28,3 | 1,8 |
| вдоль волокон . . . | 226 | 0,008 | 0,002—0,019 | 0,003 | 0,0002 | 34,1 | 2,2 |
| объемной . . . | 237 | 0,51 | 0,26—0,80 | 0,097 | 0,0064 | 19,2 | 1,3 |

Приведенные в табл. 3 данные говорят о том, что древесину псевдотсуги зеленой следует отнести к породам умеренно легким и умеренно усыхающим (согласно классификации древесных пород по весу и усушке) [2].

Механические свойства древесины определяли с помощью испытательной машины УМ-5А, маятникового копра МК-10 и ударника А. Х. Певцова. Полученные показатели механических свойств древесины псевдотсуги зеленой, пересчитанные на 15%-ную влажность, даны в табл. 4; значения величины M приведены также для лиственницы европейской УССР и для сосны обыкновенной УССР. (Данные о механических свойствах последних двух пород взяты из руководящих технических материалов [4].)

На основании показателей механических свойств древесины псевдотсуги зеленой следует отнести ко второй группе прочных пород согласно классификации древесных пород по прочности (сумма пределов прочности при сжатии вдоль волокон и статическом поперечном изгибе превышает 1400 кг/см^2).

Из данных табл. 4 видно, что по показателям механических свойств древесина псевдотсуги зеленой очень близка к древесине лиственницы европейской, произрастающей на территории УССР, и значительно превосходит древесину сосны обыкновенной. В связи с этим древесину псевдотсуги зеленой наравне с древесиной сосны обыкновенной и лист-

Таблица 4

| Показатели древесины | n | M | | | ±σ | ±m | v, % | p, % |
|--|-----|---|---|--|-------|-------|------|------|
| | | для псевдотсуги зеленой УССР (Закарпатская обл.) | для листвен- ницы европей- ской УССР | для сосны обык- новен- ной УССР | | | | |
| Предел прочности при сжатии вдоль волокон, $кг/см^2$ | 95 | 468 | 412 | 384 | 82,50 | 8,47 | 17,6 | 1,8 |
| Условный предел прочности при сжатии поперек волокон | | | | | | | | |
| в радиальном направлении | 66 | 29 | — | — | 7,8 | 0,96 | 26,9 | 3,4 |
| в тангентальном направлении | 64 | 53 | — | — | 14,4 | 1,80 | 27,2 | 3,4 |
| Предел прочности при растяжении вдоль волокон, $кг/см^2$ | 102 | 1375 | — | 963 | 232,2 | 22,99 | 16,9 | 1,7 |
| при статическом изгибе, $кг/см^2$ | 54 | 938 | 840 | 732 | 157,0 | 21,40 | 16,7 | 2,3 |
| Предел прочности при скалывании вдоль волокон, $кг/см^2$ | | | | | | | | |
| по радиальной плоскости | 115 | 89 | 82 | 72 | 19,6 | 1,83 | 22,0 | 2,1 |
| по тангентальной плоскости | 119 | 85 | 79 | 65 | 22,6 | 2,07 | 26,6 | 2,4 |
| Удельная работа при ударном поперечном изгибе, $кгм/см^3$ | 211 | 0,36 | 0,32 | 0,20 | 0,165 | 0,011 | 45,8 | 3,2 |
| Статическая твердость, $кг/см^2$ | | | | | | | | |
| торцовая | 94 | 384 | 395 | — | 75,0 | 7,74 | 19,5 | 2,0 |
| радиальная | 94 | 264 | — | 223 | 73,8 | 7,61 | 27,9 | 2,9 |
| тангентальная | 94 | 263 | — | 241 | 72,7 | 7,50 | 27,7 | 2,8 |
| Ударная радиальная твердость, $Гмм/мм^2$ | 85 | — | — | — | 139 | 15,06 | 14,8 | 1,6 |
| Модуль упругости при статическом поперечном изгибе, тыс. $кг/см^2$ | 54 | 125 | 114 | 121 | 2,95 | 0,40 | 23,6 | 3,2 |

венницы европейской можно рекомендовать для использования в жилищном и промышленном строительстве, в гидросооружениях, на железнодорожном транспорте, в авиастроении и кораблестроении, в фанерно-строгальном и столярно-мебельном производствах, а также для изготовления паркета. Отходы этой древесины целесообразно применять для химической переработки и изготовления древесноволокнистых и древесностружечных плит.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Т. М. Бродович. Некоторые данные физико-механических свойств древесины дугласовой пихты. Тезисы докладов XIV научной конференции Львовского лесотехнического института, Львов, 1962. [2]. В. Е. Вихров. Диагностические признаки древесины. Изд. АН СССР, М., 1959. [3]. ГОСТы: 11492—65, 11493—65, 11495—65, 11496—65, 11498—65, 11499—65. Древесина. Методы испытаний. Издание официальное, М., 1966. [4]. Руководящие технические материалы. Древесина. Показатели физико-механических свойств, М., 1962. [5]. Б. И. Цыбык. Определитель древесины древесных пород западных областей УССР. Львов, 1963.

Поступила 25 марта 1968 г.

УДК 674.815-41

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСКОРЕННЫХ ПРОЦЕССОВ СТАРЕНИЯ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛИТ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ЧАСТИЦ

А. П. БЕРСЕНЕВ

(Уральский лесотехнический институт)

Известно, что при хранении и эксплуатации древесностружечных плит в них необратимо изменяются ценные физико-механические свойства, то есть происходит старение материала [1], [2].

В данной статье приведены результаты исследований ускоренного старения плит под совокупным действием некоторых факторов.

Для испытаний были использованы древесностружечные плиты, изготовленные на карбамидной смоле М-60. Содержание связующего в наружных слоях 10%, во внутренних — 8%. Объемный вес плит 0,6—0,7 г/см³. Размеры опытных образцов 300×300×20 мм. При исследовании нами были учтены следующие факторы, влияющие на плиты в эксплуатационных условиях: воздействие тепла (тепловое старение), облучение ультрафиолетовыми лучами при повышенной температуре (светотепловое старение), совокупное светотепловое воздействие с увлажнением и без увлажнения. Методика испытаний предусматривала не только определение свойств плит при старении, но и опробование некоторых защитных мер для стабилизации физико-механических свойств. Влияние перечисленных факторов старения на свойства плит выясняли с помощью физико-механических методов.

Исследования проводили в аппаратах искусственной погоды (рис. 1). Число циклов обработки образцов было принято равным 5; 10 и 15. Каждый цикл обработки с увлажнением длился одни сутки и включал в себя следующие процессы: увлажнение водой — 30 мин, сушка при 70° — 3,5 часа, облучение при 50° УФ-лучами — 4 часа, выдержка при 18° — 16 час; без увлажнения: сушка при 70° — 4 часа, облучение УФ-лучами при 50° — 4 часа, выдержка при 18—20° — 16 час. Для каждого цикла повторность образцов восьмикратная.

Образцы увлажняли из расчета 1 л воды в 1 мин, следовательно, при 30 мин увлажнения на боковую поверхность образцов за 1 цикл подавалось 30 л воды, а за 5 циклов — 150 л. Часть образцов гидрофобизировали петролатумом из расчета 2% к весу абс. сухих стружек, на другую часть наносили защитные покрытия (масляную краску, кремнийорганическую жидкость ГКЖ-94, эпоксидную смолу ЭД-5). После каждого цикла обработки производили контрольное взвешивание образцов. Если их вес превышал первоначальный, то образцы дополнительно выдерживали при 18°С до достижения первоначального веса. После определенного количества циклов обработки образцы выдерживали до равновесной влажности и определяли их физико-механические свойства.

В табл. 1 приведены данные физико-механических свойств плит.

Анализ данных табл. 1 показал, что одновременное воздействие тепла и света с попеременным увлажнением и сушкой («мокрый» метод) значительно изменяет физико-механические свойства плит: объемный вес, предел прочности при изгибе, водопоглощение и разбухание снижаются, а толщина плит увеличивается. Чем продолжительнее обработка, тем значительнее изменяются свойства образцов. Наименьшее снижение объемного веса и предела прочности при изгибе показали плиты, гидрофобизированные петролатумом, и с защитными покрытиями. Уменьшение водопоглощения плит при старении объясняется снижением их объемного веса, а уменьшение разбухания — необратимостью размеров образцов при разбухании.

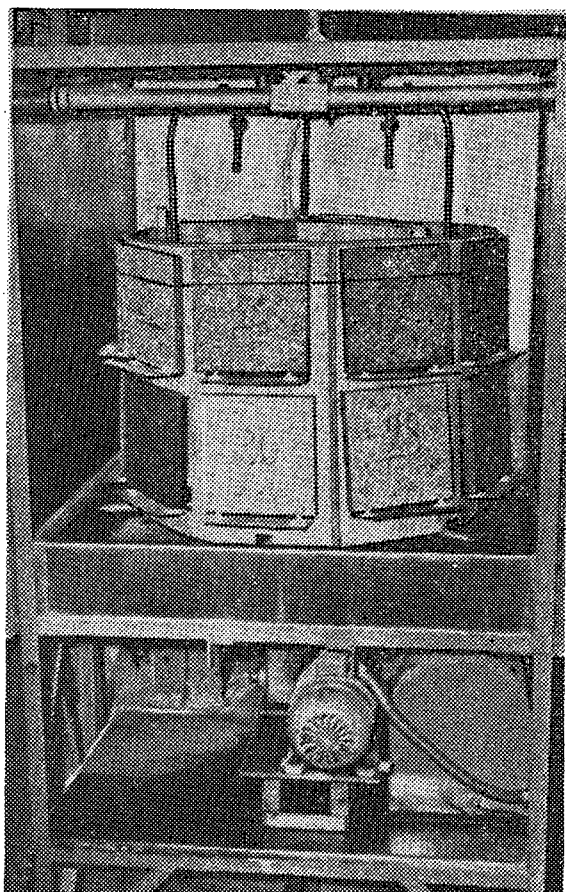


Рис. 1. Общий вид образцов в климатической камере.

Из табл. 1 видно также, что при ускоренных «сухих» методах старения физико-механические свойства плит изменяются значительно медленнее. Снижение прочности происходит при одновременном увеличении объемного веса и разбухания плит. Наблюдается снижение водопоглощения образцов. У плит, гидрофобизированных петролатумом и обработанных поверхностными защитными окрасками, в некоторых случаях предел прочности при изгибе повышается при обработке в 5 и 10 циклов.

В основном, при ускоренном сухом старении плит предел прочности при изгибе снижается с одновременным увеличением объемного веса и разбуханием. Обработка поверхности плит защитными покрытиями и гидрофобизация их в процессе изготовления резко повышают стойкость плит (вследствие упрочнения покрытия на пластях) и стабилизируют их свойства. Наилучшие результаты получены для плит, покрытых масляной краской и кремнийорганической жидкостью ГКЖ-94.

Под воздействием тепла и света с увлажнением и без увлажнения с последующей сушкой после первого цикла испытаний плиты темнеют, а после 3—5 циклов постепенно исчезает их блеск. Под действием ультрафиолетовых лучей без увлажнения поверхность плит приобретает яркий соломенно-желтый цвет, а блеск становится более интенсивным.

Плиты, гидрофобизированные петролатумом, теряют блеск после 10 циклов испытаний с увлажнением.

Таким образом, главные факторы, ускоряющие старение древесностружечных плит, — увлажнение и резкие изменения предельных условий. Мы рекомендуем мокрый метод испытания для плит, идущих на внешнюю отделку зданий, полы и дверные полотна.

Одна из ближайших задач в области применения и использования плит — разработка унифицированных ускоренных методов испытаний их на старение и установление строгой корреляции с реальными условиями эксплуатации изделий и конструкций из плит.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. П. Берсенев. К вопросу стабильности физико-механических свойств и размеров плит из древесных частиц. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1965. [2]. А. П. Барсенев, И. П. Пермикин, А. А. Черемисин, М. И. Морозова. Плитные материалы из древесных частиц на синтетических смолах. Изд-во литературы по строительству, М., 1966.

Поступила 9 января 1968 г.

УДК 634.0.813

СКЛЕИВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ, МОДИФИЦИРОВАННОЙ СТИРОЛОМ

В. М. ХРУЛЕВ

(Новосибирский инженерно-строительный институт)

Пропитка древесины мономерами, способными полимеризоваться в ее капиллярно-пористой структуре, значительно улучшает физико-механические свойства и химическую стойкость пропитанных элементов*. Одним из наиболее доступных для пропитки мономеров является стирол (ГОСТ 10003—62).

Вследствие повышения твердости и хрупкости модифицированная стиролом древесина плохо скрепляется механическими способами, поэтому при изготовлении строительных конструкций и изделий важной становится проблема ее склеивания. Клеи в виде растворов термопластичных полимеров непригодны для склеивания древесины, особенно в конструкциях. В связи с этим нами проведены опыты по склеиванию модифицированной стиролом древесины термореактивными фенолоформальдегидным КБ-3 и резорцино-формальдегидным ФР-12 клеями холодного отверждения.

Бруски размером $50 \times 20 \times 20$ мм и $30 \times 20 \times 10$ мм из сосновой (заболонь) и березовой древесины пропитывали** в течение 1,5 час при атмосферном давлении стиролом, содержащим 0,5% порофора 4ХЗ-57 — инициатора реакции полимеризации. (Предварительно бруски вакуумировали при 0,1 атм в течение 30 мин.). Затем бруски нагревали в камере при 90°C в течение 8 час.

Характеристика древесины, пропитанной стиролом, дана в табл. 1. Как видно из табл. 1, стирол хорошо поглощается древесиной, однако значительное его количество улетучивается при термообработке образцов. Этот недостаток частично устраняется, если образцы плотно

* В. S. Bryant. The Chemical Modifications of Wood. Forest Products Journal, v. 16, № 2, 1966.

** В настоящей работе принимали участие В. А. Зайвий (им предложена и исследована технология пропитки), З. В. Егорова и К. И. Юдакова.

Таблица 1

| Порода древесины | Объемный вес в сухом состоянии, г/см ³ | Влажность древесины до пропитки, % | Вес образцов, % к первоначальному | | Объемный вес пропитанной древесины, г/см ³ | Улетучивание номера, % к весу древесины |
|------------------|---|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|---|---|
| | | | после пропитки | после полимеризации | | |
| Сосна | 0,449 | 6,0 | 228 | 193 | 0,865 | 35,0 |
| Береза | 0,593 | 5,74 | 179 | 147 | 0,871 | 32,0 |

упаковать в целлофан или полиэтиленовую пленку, но ввиду неполного превращения стирола более 10% его остается в свободном состоянии и постепенно диффундирует.

Бруски склеивали по обычной технологии без предварительной зачистки поверхности. Расход клея КБ-3 составил около 300 г/м², а клея ФР-12 — 250 г/м². Клен наносили на радиальные срезы брусков. Продолжительность запрессовки 48 час при 22°C под давлением 5—7 кг/см². В результате склеивания получили образцы (рис. 1), аналогичные по форме стандартным образцам на скалывание вдоль волокон в радиальной плоскости (ГОСТ 11496—65). После распрессовки образцы кондиционировали в помещении при 22°C в течение 7 дней.

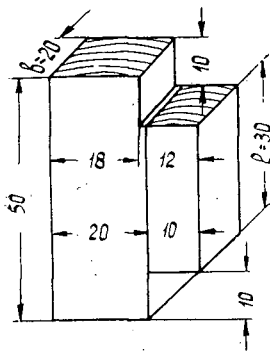


Рис. 1. Схема образца для определения прочности склеивания модифицированной древесины.

Образцы испытывали на скалывание по клеевому шву в сухом состоянии после вымачивания в воде в течение 48 час и после трех циклов вымачивания — высушивания, каждый из которых состоял из вымачивания в воде в течение 48 час при 20°C и высушивания в сушильном шкафу в течение 24 час при 80°C. Перед испытанием на прочность образцы этой группы вымачивали в воде, чтобы получить сравнимые с предыдущей группой образцов данные. Параллельно с пропитанными образцами испытывали клееные образцы из натуральной древесины.

В табл. 2 приведены результаты испытаний образцов клеевых соединений сосновой и березовой древесины, пропитанной стиролом. Из таблицы видно, что прочность пропитанных образцов, испытанных в сухом состоянии, за исключением одной группы, несколько ниже, чем контрольных при сравнительно высоком проценте разрушения по древесине. Последнее указывает на то, что снижение прочности вызвано не слабой адгезией клея к пропитанной древесине, а скорее изменением упругих свойств склеиваемых материалов. Но вместе с тем при испытании пропитанных березовых образцов понижение прочности сопровождалось более низкими значениями процента разрушения по древесине, что может свидетельствовать и о некотором ослаблении адгезионных связей.

При испытании образцов после вымачивания в воде было обнаружено, что соединения пропитанной древесины на клее ФР-12 более водостойки, чем аналогичные на клее КБ-3. Так, прочность сосновых и березовых пропитанных образцов на клее ФР-12 после вымачивания оказалась выше соответствующих значений контрольных образцов. Прочность пропитанных образцов, склеенных клеем КБ-3, оказалась ниже соответствующих значений контрольных образцов. Следовательно, при испытании на водостойкость положительный эффект от пропитки древесины стиролом получился лишь в соединениях на резорцино-формальдегидном клее ФР-12. Подобный же эффект наблюдался и при испытании после переменного вымачивания — высушивания. Однако только пропитанные березовые образцы, склеенные клеем ФР-12, и соответствующие контрольные выдержали трехцикловые испытания. Остальные образцы, за исключением сосновых контрольных, имели в группах

несколько выпадений (случай самопроизвольного расклеивания), что не позволило произвести статистическую обработку данных. Сосновые контрольные образцы, хотя и не имели выпадений, однако разброс полученных данных был весьма значительным, особенно в соединениях на клее КБ-3.

При испытании после переменного вымачивания — высушивания получаются более низкие значения прочности пропитанных образцов по сравнению с непропитанными. Следовательно, клеевые соединения пропитанной стиролом древесины, особенно на клее КБ-3, нельзя считать стойкими к переменным температурно-влажностным воздействиям. Более вероятной причиной малой стойкости указанных клеевых соединений следует считать низкую теплостойкость полистирола и относительно большие его температурные деформации; влияние влажностных деформаций менее существенно, чем в контрольных образцах (табл. 3). Другой причиной малой стойкости может быть влияние на полистирол ацетона, содержащегося в клее КБ-3.

Набухание и водопоглощение пропитанных стиролом образцов, склеенных феноло-формальдегидным клеем КБ-3 холодного отверждения, приведены в табл. 3.

Таблица 3

| Образцы | Увеличение размеров, % при набухании | | Увеличение веса, % | Снижение набухания пропитанных образцов, % | | Снижение водопоглощения, % |
|-------------------------|--------------------------------------|----------------|--------------------|--|-----------------|----------------------------|
| | радиальном | тангенциальном | | радиального | тангенциального | |
| Сосновые непропитанные | 4,2 | 6,6 | 56,0 | — | — | — |
| Сосновые пропитанные | 3,8 | 4,7 | 17,1 | 0,4 | 1,9 | 38,9 |
| Березовые непропитанные | 5,0 | 8,6 | 49,0 | — | — | — |
| Березовые пропитанные | 3,7 | 5,6 | 20,1 | 1,3 | 3,0 | 28,9 |

Как видно из табл. 3, уменьшение деформаций набухания в воде древесины, пропитанной стиролом, более заметно в березовых образцах, которые показали более высокую прочность при вымачивании — высушивании. По-видимому, благодаря уменьшению набухания, общее суммарное влияние температурных и влажностных деформаций в

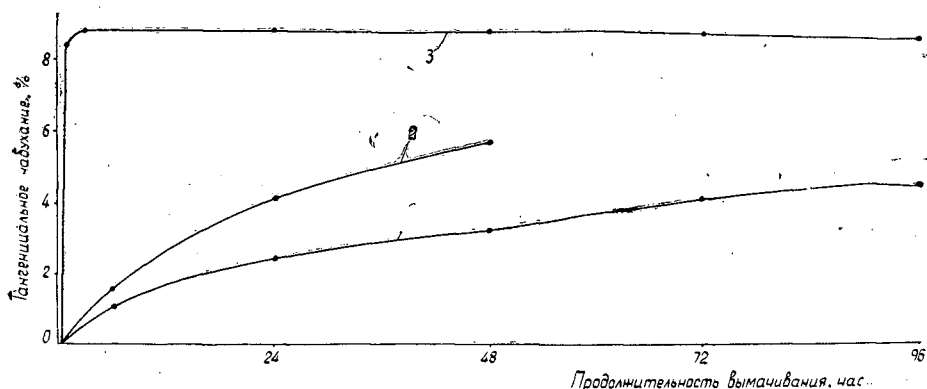


Рис. 2. Кинетика набухания в тангенциальной плоскости образцов древесины, помещенных в воду при 20°C.

1 — пропитанный стиролом (размер 10×10×8 мм); 2 — пропитанный стиролом (50×20×20 мм); 3 — непропитанный (10×10×8 мм).

березовых образцах на их прочность оказалось меньше, чем в сосновых. При этом следует учитывать и более высокую плотность самой березовой древесины, также влияющую на прочность клеевых ее соединений.

Стабилизирующий эффект пропитки древесины стиролом в немалой степени зависит и от размеров образца, у которого измеряются деформации набухания. Так, пропитанные березовые образцы размером $10 \times 10 \times 8$ мм (последний размер вдоль волокон) набухают в воде в тангенциальном направлении на 3% за 48 час и на 4% за 96 час (рис. 2). Пропитанные березовые образцы размером $50 \times 20 \times 20$ мм набухают в воде на 5,6% за 48 час. Таким образом, с приближением размеров образца к размерам натуральных сортиментов стабилизирующее влияние пропитки несколько ослабляется, что, несомненно, должно понизить стойкость клеевых соединений древесины по сравнению с данными, полученными в лабораторных условиях.

Результаты испытаний и их анализ указывают на то, что пропитанная стиролом древесина, хотя и склеивается достаточно прочно феноло-формальдегидным и резорцино-формальдегидным клеями холодного отверждения, однако стойкость клеевых соединений к переменным температурно-влажностным воздействиям ниже, чем стойкость соединений натуральной древесины.

Поступила 10 апреля 1967 г.

УДК 674.812

КАЧЕСТВО ПРОПИТКИ ПРЕССОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ МЕТАЛЛОМ

Ю. В. ГНУСОВ

(Воронежский лесотехнический институт)

Пропитка прессованной древесины расплавленным металлом позволяет получить новый материал, соединяющий в себе свойства древесины и металла. В результате прочность прессованной древесины возрастает в 2—2,5 раза, равновесная влажность находится в пределах 1—3%, влагоемкость снижается в 18—25 раз, теплопроводность вдоль волокон возрастает в 32—40 раз, поперек волокон — в 10—14 раз. Однако, кроме прочностных свойств материала, необходимо знать и качество пропитки, то есть равномерность распределения металла по сечению заготовки, так как структура материала оказывает значительное влияние на его антифрикционные свойства.

Качество пропитки характеризовалось глубиной проникновения расплавленного металла, равномерностью распределения металла по сечению или по объему пропитываемой заготовки и количеством поглощенного прессованной древесиной металла. Для пропитки использовали прессованную древесину березы (обозначение по ГОСТу 9629—61 ДП) с объемным весом в абс. сухом состоянии от 0,95 до 1,1 г/см³.

Относительный объем пор для абс. сухой прессованной древесины, а следовательно, и теоретически возможный объем поглощения расплавленного металла можно определить по формуле

$$c = \frac{d - \gamma_0}{d},$$

где d — удельный вес древесинного вещества, $1,56 \text{ г/см}^3$;
 γ_0 — объемный вес абс. сухой прессованной древесины, г/см^3 .

Следовательно, прессованная древесина с объемным весом от 0,95 до $1,1 \text{ г/см}^3$ может поглощать от 39 до 29% металла, то есть теоретически возможный объемный вес металлопрессованной древесины находится в пределах от 4,0 до $3,5 \text{ г/см}^3$. Однако результаты пропитки показали, что полного заполнения пор древесины металлом не происходит.

Степень заполнения пор металлом в зависимости от пористости прессованной древесины, а также в зависимости от размера пропитываемых заготовок изучали на образцах сечением $20 \times 20 \text{ мм}$ и длиной по волокну 5, 10, 20 мм и т. д. до 300 мм через каждые 10 мм. Образцы вырезали из древесины контурного (ДП-К) и одноосного прессования (ДП-О). Для гнупопрессованной древесины (ДП-ГТ) длина образца по волокну не превышала 20 мм. Пропитку вели до максимально возможной степени насыщения. Степень заполнения пор характеризовалась коэффициентом заполнения, который определяли по формуле

$$K = \frac{P_m \cdot 10^4}{d_m V_c},$$

где K — коэффициент заполнения пор металлом, %;
 d_m — удельный вес металла, г/см^3 ;
 P_m — вес металла в образце, г;
 V — объем образца, см^3 ;
 c — объем пор образца, %.

В результате проведенных исследований зависимость коэффициента заполнения пор от размера образца не была обнаружена. Имевшие место колебания коэффициента заполнения пор (на 2—5%) носили противоречивый характер. Однако указанное обстоятельство следует рассматривать как частный случай, так как образцы из прессованной древесины, подвергавшиеся пропитке, при различной длине по волокну имели одинаковое сечение, хотя пропитка в поперечном направлении идет значительно хуже.

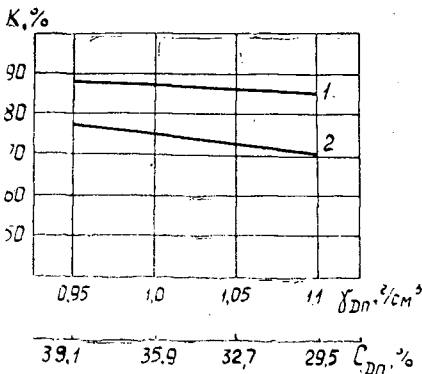


Рис. 1.

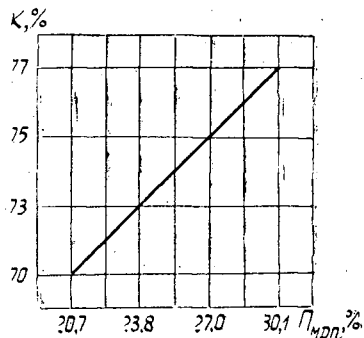


Рис. 2.

Зависимость коэффициента заполнения пор от пористости прессованной древесины, или от ее объемного веса показана на рис. 1. Из рис. 1 видно, что для древесины контурного и одноосного прессования коэффициент заполнения пор находится в пределах от 77 до 70% (прямая 2), а для гнупопрессованной — от 88 до 85% (прямая 1).

Неполное заполнение пор древесины металлом объясняется, по нашему мнению, тем, что расплавленный металл имеет определенную вязкость и не может войти в наиболее мелкие поры. Незаполненными остаются также закрытые поры. Кроме того, часть расплавленного металла вытекает из сосудов после снятия давления в результате отдачи. Более низкий коэффициент заполнения пор древесины контурного и одноосного прессования по сравнению с гнупрессованной древесиной при одинаковой пористости объясняется тем, что в первом случае древесина подвергается более значительным химическим изменениям при прессовании, препятствующим пропитке.

Зависимость количества металла по объему от коэффициента заполнения пор для древесины контурного и одноосного прессования показана на рис. 2, а для гнупрессованной древесины — на рис. 3.

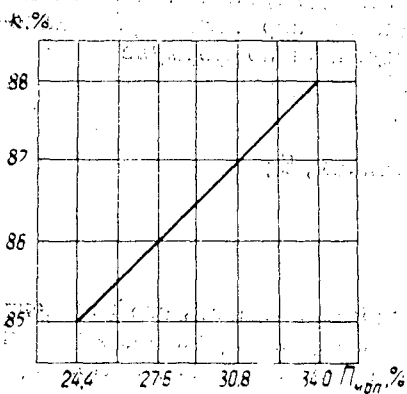


Рис. 3.

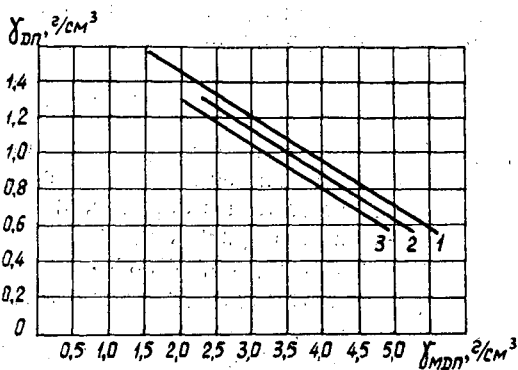


Рис. 4.

Из рис. 2 и 3 видно, что исследуемая древесина контурного и одноосного прессования практически поглощает объем металла меньше теоретически возможного в среднем на 9%, а гнупрессованная древесина — меньше в среднем на 5%. В соответствии с этим на рис. 4 показана зависимость объемного веса металлопрессованной древесины от объемного веса прессованной древесины. На этом рисунке прямая 1 — для теоретически возможного объемного веса металлопрессованной древесины, прямая 2 — для получающегося практически объемного веса при пропитке гнупрессованной древесины, прямая 3 — то же при пропитке древесины контурного и одноосного прессования.

Из рис. 4 следует, что объемный вес металлопрессованной древесины находится в пределах 3,7—3,1 г/см³ при пропитке гнупрессованной древесины и в пределах 3,35—2,75 г/см³ — при пропитке древесины контурного и одноосного прессования.

Равномерность пропитки определяли путем микроструктурного анализа полированных срезов. Заготовку из древесины одноосного прессования сечением 20 × 20 мм и длиной 300 мм пропитывали до максимальной возможной степени насыщения, затем ее разрезали на образцы длиной 20 мм. Всего из заготовки вырезали 10 таких образцов и поверхность их тщательно обрабатывали, затем образцы взвешивали на лабораторных весах с точностью до 0,01 г, измеряли микрометром их размеры с точностью до 0,01 мм и определяли объемный вес. Амплитуда колебаний объемного веса образцов не превышала 2%, что говорит о равномерности пропитки по глубине.

После определения объемного веса образцы снова разрезали на более мелкие с площадью поперечного сечения 80—100 мм², затем обрабатывали личным напильником и шлифовали на наждачной бумаге М-20 и М-14 до полного исчезновения рисок. После этого отшлифованную поверхность образца полировали на вращающемся суконном круге; доводку шлифов осуществляли на фланелевом круге.

Микроструктуру металлопрессованной древесины изучали на металлографическом микроскопе МИМ-7. Данные микроструктурного анализа показали, что металл равномерно распределяется по сечению заготовки, заполняя полости сосудов и внутриклеточные пространства.

По результатам проведенных исследований можно заключить, что пропитка прессованной древесины металлом расширит область применения ее в машиностроении.

Поступила 9 января 1968 г.

УДК 674.05

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АЭРОСТАТИЧЕСКИХ НАПРАВЛЯЮЩИХ НА ПОПЕРЕЧНУЮ ЖЕСТКОСТЬ ПОЛОТНА ЛЕНТОЧНОЙ ПИЛЫ

Э. П. БЕРЛИН

(ЦНИИМОД)

В современных производственных процессах лесопильной промышленности находят все более широкое применение ленточнопильные станки. Наиболее уязвимым местом таких станков являются ленточные пилы, низкая поперечная жесткость которых обычно приводит к потере ими устойчивости, то есть к получению в процессе распиловки пиломатериалов более низкого качества и на значительно заниженных скоростях.

Под термином «поперечная жесткость» понимается способность полотна пилы противостоять силам, приложенным нормально к его плоскости. Пути повышения поперечной жесткости различны. Определенный интерес представляют аэростатические направляющие системы [1], [2], позволяющие двухсторонними воздушными подушками демпфировать поперечные и угловые отклонения пильной ленты.

Цель данных исследований — установить увеличение поперечной жесткости пилы при различных высотах воздушных подушек (то есть зазорах между плоскостью сопловых аппаратов и полотном пилы) в зависимости от давления воздуха в камерах сопловых аппаратов при аэростатических направляющих по сравнению с обычными колодочными направляющими.

Опыты проводили в статических условиях на экспериментальной установке, схема которой приведена на рис. 1. Пилу, натянутую на шкивах ленточнопильного станка, нагружали поперечной сосредоточенной силой $P = 2 \text{ кг}$ в плоскости наименьшей жесткости полотна по центру пролета между направляющими опорами.

Жесткость (кг/мм) выражается в виде зависимости

$$j = \frac{P}{Y},$$

где P — сила, действующая в направлении перемещения полотна, кг ;

Y — прогиб полотна в месте приложения силы, мм .

Величину прогиба измеряли в точке (которую выбирали на основании ранее проведенных исследований [3]) посередине свободной длины полотна пилы между

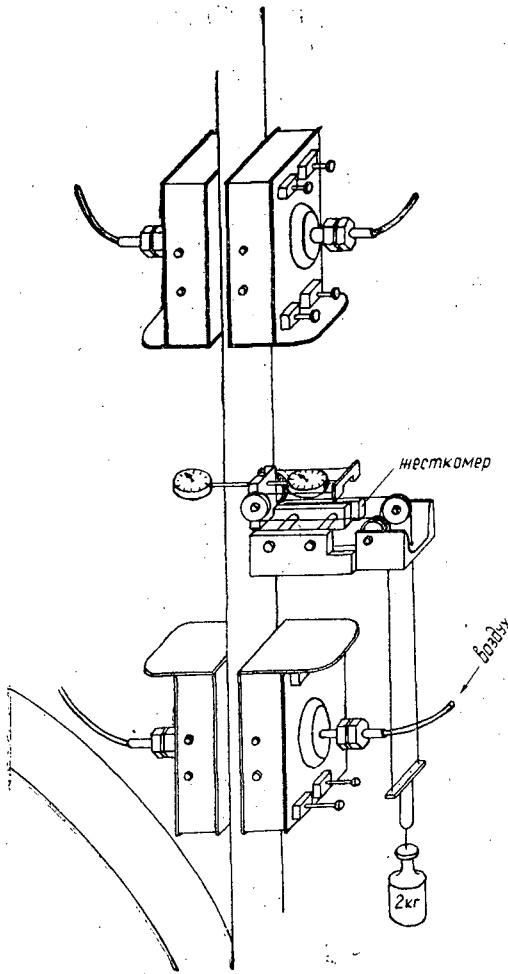


Рис. 1.

Таблица 1

| Зазор, мм | Эффект повышения поперечной жесткости полотен пил, %, при давлении в камерах сопловых аппаратов, кг/см ² | |
|-----------|---|-----|
| | 3,5 | 5,5 |
| 0,1 | 21 | 48 |
| 0,2 | 32 | 59 |
| 0,3 | 29 | 58 |
| 0,5 | 25 | 53 |
| 1,0 | 33 | 69 |
| 2,0 | 11 | 25 |
| 3,0 | 4 | 10 |

Анализируя данные, представленные на рис. 2, можно отметить следующее.

1. Жесткость заделки ленточных полотен в аэростатических направляющих находится в гиперболической зависимости от давления воздуха в камерах сопловых аппаратов.

направляющими, в 5 мм от линии основания впадин между зубьями. Прогиб пилы замеряли с помощью жесткомера с двумя индикаторами типа ИЧ-10. Для учета влияния величин коробленности и крыловатости в контрольной серии опытов ленточную пилу на шкивах проворачивали и жесткость измеряли по всей длине пилы через 250 мм.

Для проведения экспериментов были приняты следующие условия: тип аппаратов — сопловой; напряжения в полотне пилы 6 кг/мм²; ширина полотна 125 мм; толщина пилы 1 мм; расстояние между направляющими 400 мм; величины зазора между полотном пилы и лицевой плоскостью аппаратов, 3; 1; 0,5; 0,3; 0,2; 0,1 и 0 мм; давление воздуха в камерах сопловых аппаратов 0,5—5,5 кг/см². Заданные высоты воздушных подушек определяли по индикаторам, жестко установленным по углам сопловых аппаратов, а также контролировали с помощью щупа. Давление изменяли с помощью стабилизаторов, поставленных в воздухоподводящие магистрали, и контролировали визуально по манометрам МЭД 2304 (класс точности 1). В сериях опытов, в которых давление равнялось нулю и которые проводили в одних и тех же условиях, применяли направляющие обычного колодочного типа. Число наблюдений брали такое, чтобы получить достоверные результаты. Полученные ряды замеров прогиба обрабатывали методами математической статистики.

На рис. 2 показано влияние аэростатических направляющих на поперечную жесткость полотна ленточной пилы.

Таблица 2

| Зазор, мм | Поперечная жесткость полотна, %, при давлении в камерах сопловых аппаратов, кг/см ² | |
|-----------|--|------|
| | 3,5 | 5,5 |
| 0,1 | 86,4 | 92,2 |
| 0,2 | 70,0 | 76,8 |
| 0,3 | 61,8 | 69,3 |
| 0,5 | 48,2 | 55,5 |
| 1,0 | 27,7 | 40,4 |
| 2,0 | 5,6 | 10,7 |
| 3,0 | 1,7 | 3,4 |

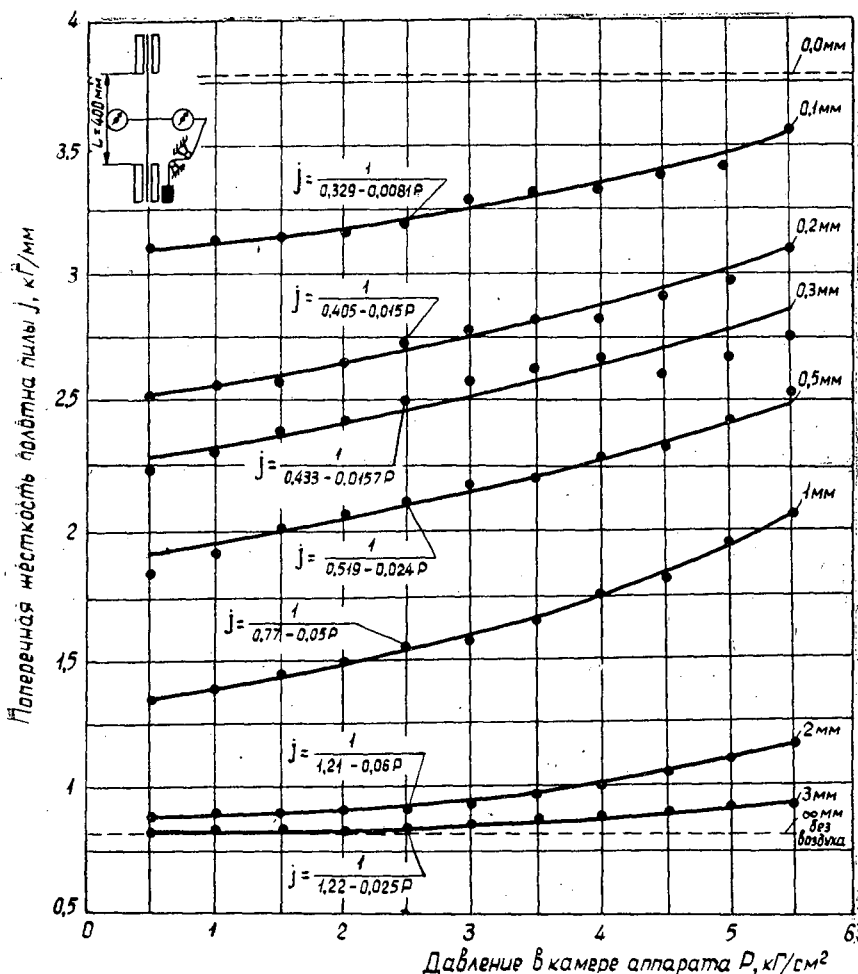


Рис. 2.

2. В диапазоне рабочих зазоров 0,1—0,3 мм в случае применения аэростатических направляющих поперечная жесткость ленточных пил увеличивается на 27% (давление воздуха в камерах сопловых аппаратов 3,5 кг/см²) и на 55% (давление 5,5 кг/см²) по сравнению с направляющими обычного колодочного типа (табл. 1); относительно абсолютной жесткой заделки, принятой за 100%, поперечная жесткость равняется 73% при давлении 3,5 кг/см² и 79% при давлении 5,5 кг/см² (табл. 2).

3. Характер кривых $\delta = \varphi(P)$ меняется в зависимости от величины зазора. Чем меньше зазор, тем больше поперечная жесткость полотна. При уменьшении зазора от 1 до 0,1 мм при постоянном давлении 3,5 кг/см² поперечная жесткость полотна пилы увеличивается на 50%.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Э. П. Берлин. О методах повышения устойчивости ленточных пил. Сборник трудов ЦНИИМОДа, 1967. [2]. Э. П. Берлин. Экспериментальное исследование силовых характеристик аэростатических направляющих для ленточных пил. Сборник трудов ЦНИИМОДа, 1967. [3]. А. Е. Феоктистов. Исследование и разработка режимов пиления бревен и брусьев хвойных пород на ленточнопильных станках. Научный отчет по теме № 15, ЦНИИМОД, 1960.

Поступила 2 ноября 1967 г.

УДК 674.038.6

ВЫХОД ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ИЗ ОСИНОВОГО ПИЛОВОЧНИКА

В. И. НИКАНОВ

(ЦНИИМОД)

С целью определения полезного выхода пиломатериалов применительно к новым стандартам на сырье и пилопродукцию нами были проведены опытные распиловки доставленного сплавом осинового пиловочника прошлогодней заготовки.

В состав пиловочного сырья вошли бревна, средний диаметр которых равнялся 24 см, длина 4,25 м, объем 0,220 м³. Всего было распилено 419 бревен. Посортное соотношение их приведено в табл. 1.

Таблица 1

| Сорт бревен по унифицированному ГОСТу 9462-60 | Среднее количество бревен, % от пиловочника |
|---|---|
| I | 22,4 |
| II | 13,3 |
| III | 33,7 |
| IV | 30,6 |

В распиленном сырье наиболее распространенные сортообразующие пороки — сучки здоровые (40%) и гнилые (11,1%), гниль (15,2%) и кривизна (8%). Значительная встречаемость бревен с сучками объясняется преобладанием в опытном сырье некомлевых бревен (73,3%), которые по сравнению с комлевыми имеют значительно больше сучков. Довольно существенное снижение сортности сырья по гнили частично можно объяснить тем, что длительное время оно находилось в пути следования к потребителю и не было защищено от поражения послеубочными пороками.

Бревна распиливали на обрезные доски с 75%-ной брусковкой. Посортное соотношение пилопродукции приведено в табл. 2.

Таблица 2

| Сорт бревен по ГОСТу 9462-60 | Количество обрезных пиломатериалов по ГОСТу 2695-62, % | | | Выход тарных пиломатериалов, % | Общий выход пиломатериалов, % |
|-----------------------------------|--|------|------|--------------------------------|-------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | | |
| I | 6,4 | 10,8 | 26,3 | 2,9 | 46,4 |
| II | 2,4 | 8,0 | 41,3 | 2,6 | 54,3 |
| III | 1,7 | 3,2 | 35,2 | 2,9 | 43,0 |
| IV | 2,0 | 2,8 | 32,2 | 2,5 | 39,5 |
| Среднее количество пиломатериалов | 2,9 | 5,4 | 33,1 | 2,7 | 44,1 |

В общей массе полученных пиломатериалов преимущественно встречаются доски третьего сорта, которые относятся к этому сорту большей частью по сучкам и побурению. Качество пиломатериалов по кромочным сучкам значительно ниже, чем по сучкам на пластах. Из бревен диаметром 22—26 см количество досок третьего сорта по сучкам на пластах составляет 2,5% от сырья, а по кромочным — 18,2%.

При распиловке некоторых групп бревен количество досок третьего сорта по побурению достигло 10—17% от сырья.

Пиломатериалов первого сорта получено сравнительно немного. Это можно объяснить в известной степени влиянием сучков и побурения, а также тем, что крупное и частично среднее сырье как основной источник высококачественной продукции сильно поражено гнилью.

Из сырья второго сорта выход оказался наибольшим. Основной сортообразующий порок этой группы бревен — сучки здоровые. В остальных группах пиловочника значительный удельный вес составляют бревна с гнилью и кривизной (в пределах допускаемых норм ГОСТа).

По длине доски распределены на две группы: 4,5—2 и 1,75—1 м. Наибольшую часть составляют доски первой группы (39,3%), количество коротких досок — 2,1% от сырья.

Отпад досок в дрова по гнили равнялся 13% от сырья или $\frac{5}{6}$ от общего отпада. Наиболее распространенные размеры гнили, выходящей в один торец бревна, составляют $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ и $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{8}$ части соответствующего диаметра. Гниль встречается не только в крупном пиловочнике, но и в тонкомере. С увеличением диаметров бревен встречаемость гнили растет. При распиловке бревен с гнилью таких размеров выход товарных пиломатериалов составил всего лишь 33,4%, количество дровяных досок по гнили — 25,6% от сырья.

Исследования показали, что в бревнах диаметром 20 см гниль распространяется в направлении от центра к периферии на расстояние 0,75 диаметра, в бревнах диаметром 22—30 см и 32—38 см гниль достигает зоны сбегания. При этом в направлении от периферии к центру древесины поражена гнилью на 20—80%.

Таким образом, основная причина низкого выхода пиломатериалов — сильная пораженность бревен гнилью и несоответствие обычной технологии лесопиления требованиям рационального раскроя бревен с данным пороком. Для уменьшения влияния гнили и сокращения потерь древесины от утопа пиловочник нужно перерабатывать в специализированных цехах вблизи мест заготовки.

Поступила 26 мая 1966 г.

УДК 674.05

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ ЕМКОСТИ БУФЕРНЫХ МАГАЗИНОВ

В. А. КАПУСТИН

(Свердловский НИИ лесной промышленности)

Буферные магазины, встраиваемые между станками (участками) полуавтоматических или поточных линий, являются автоматическими устройствами, позволяющими накапливать и поштучно выдавать полуфабрикаты и тем самым обеспечивать работу одного из участков во

время простоев другого или сглаживать неравномерности циклов обработки изделий. В машиностроении такие устройства называют бункерами [2] или накопителями [3].

В лесотехнической литературе более детально разработана теория выбора емкости бункера для обеспечения нормальной работы участков линии при разных кратковременных и одинаковых средних величинах их производительности. Г. А. Вильке и А. П. Полищук [1] предложили следующую формулу для определения емкости бункера (шт.):

$$E = \frac{|\Delta t' + |\Delta t''|}{T_{\text{ср}}} k \sqrt{Npq}, \quad (1)$$

- где $\Delta t'$ — разница в средних циклах обработки изделия, когда циклы его обработки на первом участке линии больше (меньше), чем на втором;
- $\Delta t''$ — то же, когда на первом участке цикл обработки меньше (больше), чем на втором;
- $T_{\text{ср}}$ — среднее время цикла обработки изделия;
- k — число, характеризующее вероятность появления количества изделий больше расчетного со временем цикла меньше и больше среднего;
- p — доля изделий, цикл обработки которых на первом участке больше (меньше), чем на втором;
- N — количество изделий, выпускаемых поточной линией за рассматриваемый период;

$$q = 1 - p.$$

Г. А. Вильке и А. П. Полищук рекомендуют при расчетах брать количество изделий N , выпускаемых поточной линией за смену или за полсмены. Такая рекомендация была бы верна при бесперебойной работе обоих участков линии в течение указанных периодов. Однако, как показывают наблюдения, в существующих линиях по переработке деревьев, хлыстов или бревен станки очень часто останавливаются по тем или иным причинам. Так, в Оленинском леспромхозе (наблюдения 1963 г.) для сучкорубного станка СКФ-1 среднее время безотказной работы равнялось 6,0 мин, для раскряжевочного станка ПЛХ-3 (с учетом простоев из-за сортировочного транспортера с ручной сборкой) оно составляло 5,2 мин.

При простое любого из участков линии прекращается процесс накопления или истощения запаса в бункере из-за временной разности в циклах обработки и начинается такой процесс из-за простоя одного из участков. Поэтому количество выпускаемых изделий N следует брать не за смену или полсмены, а за период безотказной работы линии. Так как среднее время безотказной работы линии в 30—40 раз меньше длительности полсмены, то для сглаживания кратковременной разности в циклах обработки изделий участками линии требуется бункер емкостью в $\sqrt{30-40}$ раз меньше, чем это рекомендуют Г. А. Вильке и А. П. Полищук.

Определим вероятность простоя P одного из участков линии вследствие разности в циклах обработки изделий при наличии бункера, емкость которого рассчитана по количеству изделий, выпускаемых за среднее время безотказной работы линии,

$$P = \sum_{i=0}^{N_{\text{max}}} P_i P'_i, \quad (2)$$

где P_i — вероятность полного заполнения (опорожнения) бункера при безотказной работе линии, за время которой выпущено N_i изделий;

P'_i — вероятность безотказной работы линии, за время которой выпущено N_i изделий.

Вероятность P_i определится принятыми в формуле (1) значениями k и N . Число k_i , характеризующее P_i , выразится в виде

$$k_i = \frac{ET_{cp}}{(|\Delta t'| + |\Delta t''|) \sqrt{N_{ipq}}} \quad (3)$$

После подстановки значения E из выражения (1) в формулу (3) получим

$$k_i = \frac{k \sqrt{N}}{\sqrt{N_i}} \quad (4)$$

Функцию $P_i = 1 - \Phi^*(k_i)$ находим по табличным значениям нормальной функции распределения

$$\Phi^*(k_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{k_i} e^{-\frac{1}{2} x^2} dx.$$

Чтобы определить вероятность P'_i , необходимо знать плотность распределения времени безотказной работы линии $f(t)$.

Для линий в машиностроении [2] $f(t)$ подчиняется показательному закону распределения

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}, \quad (5)$$

где λ — параметр распределения;

$$\lambda = \frac{1}{\bar{t}_p},$$

здесь \bar{t}_p — среднее время безотказной работы линии.

Плотность распределения количества изделий N , выпущенных за период безотказной работы линии, изменяется также по показательному закону

$$f(N) = \lambda_1 e^{-\lambda_1 N}; \quad (6)$$

$$\lambda_1 = \frac{1}{\bar{N}},$$

где \bar{N} — среднее количество изделий, выпускаемых за время безотказной работы линии.

Нами было выявлено, что плотность распределения времени безотказной работы полуавтоматических и поточных линий в лесной промышленности выразится в показательной функции. На рис. 1 приведена гистограмма времени безотказной работы линии раскряжевочный станок (СНИИЛП-10) — сортировочный транспортер, а также кривая показательного закона распределения.

Расхождение между опытным и теоретическим рядами проверяли по критерию согласия Пирсона χ^2 ; ряды хорошо согласуются — вероятность того, что отклонения случайны и составляют около 0,5.

Исходя из выражения (6), можно записать

$$P(N_{i-a} < N_i < N_{i+a}) = P'_i = e^{-\frac{N_i - a}{\bar{N}}} - e^{-\frac{N_i + a}{\bar{N}}} \quad (7)$$

где $2a$ — интервал разбивки количества изделий.

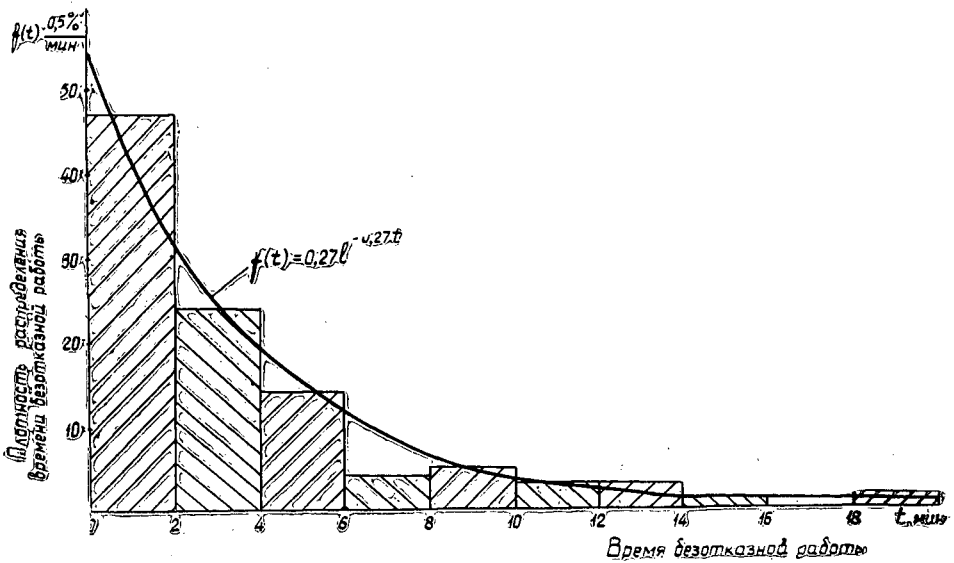


Рис. 1.

При выбранных значениях k и N , разбивая интервал $0 - N_{max}$ на ряд меньших $0 - 2a - 4a - \dots - N_{max}$, определим вероятности P_i и P'_i и по формуле (2) — вероятность простоя P одного из станков линии из-за разности в циклах обработки изделия при наличии бункера емкостью N .

Пример. По данным наблюдений для линии обрубки сучьев (СКФ-1) — раскряжевка хлыстов (ПЛХ-3) получены следующие значения величин: $\bar{t}_p = 6$ мин; $N = 6$ шт.; $T_{cp} = 60$ сек; $|\Delta t'| = 14$ сек; $|\Delta t''| = 22$ сек; $p \approx 0,7$.

Примем $k = 2,4$ и $N = N = 6$ шт., тогда $E = 2$ шт.

Расчетные величины k_i , P_i , P'_i и P при $E = 2$ приведены в табл. 1.

Таблица 1

| Границы разрядов $N_{i-a} - N_{i+a}$ | Среднее значение N_i | k_i | P_i | P'_i | $P_i P'_i$ |
|---|---------------------------|-------|-------|-----------------|-------------|
| 0—2,5 | 1,25 | 5,3 | 0 | 0,363 | 0 |
| 2,5—7,5 | 5 | 2,6 | 0,005 | 0,350 | 0,002 |
| 7,5—12,5 | 10 | 1,9 | 0,029 | 0,152 | 0,004 |
| 12,5—17,5 | 15 | 1,5 | 0,067 | 0,080 | 0,005 |
| 17,5—22,5 | 20 | 1,3 | 0,097 | 0,033 | 0,003 |
| 22,5—27,5 | 25 | 1,2 | 0,115 | 0,012 | 0,001 |
| 27,5—32,5 | 30 | 1,1 | 0,146 | 0,006 | 0,001 |
| 32,5—37,5 | 35 | 1,0 | 0,159 | 0,002 | 0,000 |
| 37,5—42,5 | 40 | 0,9 | 0,184 | 0,002 | 0,000 |
| | | | | $\sum P'_i = 1$ | $P = 0,016$ |

Таким образом, емкость бункера в два хлыста обеспечивает нормальную работу линии в 984 случаях из 1000 или за 20—25 смен (6000 мин работы) емкость будет недостаточна в 16 случаях (менее одного раза в смену). Как видно из табл. 1, простои возможны наиболее часто при длительности работы, соответствующей выпуску 10—20 хлыстов. Среднее возможное время простоя ΔT одного из участков линии

при емкости бункера в два хлыста с некоторым приближением выразится в виде

$$\Delta T = (E_{max} - E) |\Delta t_{max}|, \quad (8)$$

где E_{max} — максимально необходимая емкость бункера при выпуске линией 10—20 хлыстов.

Максимально необходимую емкость бункера определим по формуле (1), если примем $k_{max} = 3$ и $N_{max} = 15$. В этом случае

$$\Delta T = (k_{max} \sqrt{N_{max}} - k \sqrt{N}) \sqrt{pq} |\Delta t_{max}| = 56 \text{ сек.}$$

Возможные простои одного из станков линии в среднем за смену составят менее 50 сек, чем, естественно, можно пренебречь.

Для линии раскряжевка хлыстов (ПЛХ-3) — сортировка бревен, по нашим расчетам, при сглаживании неравенства в циклах обработки достаточен бункер емкостью в 2—3 бревна, что по времени работы линии составляет 20—30 сек. Таким образом, необходимая емкость бункера в 5—6 раз меньше, чем рекомендованная Г. А. Вильке и А. П. Полищуком.

Колебания в циклах обработки изделий в машиностроении гораздо меньше, чем в лесозаготовительной промышленности, и емкость бункеров рассчитывают исходя только из средней длительности простоев участков линии. А. П. Владзиевский [2] рекомендует емкость бункера по времени брать в 8—12 раз больше средней длительности простоя участков. По данным хронометража, последняя на нижнем складе леспромпхозов составляет от 1,2 до 3,8 мин. В этих случаях необходимая емкость бункера по времени составляет 12—40 мин, что во много раз превышает емкость бункера, нужную для сглаживания неравенства в циклах обработки изделий. Следовательно, не впадая в большую ошибку, последний фактор при расчете емкости бункеров и в лесозаготовительной промышленности можно не учитывать. Правда, есть основания считать, что рекомендуемые А. П. Владзиевским емкости бункеров для лесных материалов завышены в 1,5—2, раза, так как оптимальная емкость в значительной степени зависит от габаритов изделий. В этом случае емкость бункера, рассчитанная на сглаживание циклов обработки, будет составлять 10—30% от необходимой для ликвидации простоев одного участка линии по вине другого.

На практике полуавтоматические и поточные линии по переработке деревьев, хлыстов и бревен большей частью составляют из станков, имеющих разные средние циклы обработки изделий. По данным хронометража, продолжительность среднего цикла обработки дерева на сучкорезном станке СКФ-1 — 1,0 мин, на раскряжевочном станке ПЛХ-3 — 1,2 мин, на сортировочном транспортере для бревен, заготовленных из одного хлыста, — 0,4—0,6 мин. Необходимую емкость бункера определяют без учета разностей мгновенных производительностей, но принимая во внимание средние производительности станков линии и длительность их простоев.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Г. А. Вильке, А. П. Полищук. Буферные магазины автоматических линий лесопромышленных предприятий. Изд. Общественного заочного института, 1961. [2]. А. П. Владзиевский. Автоматические линии в машиностроении. Машгиз, 1958. [3]. Л. И. Волчкевич. Выбор экономически оптимальной структуры автоматических линий. Журн. «Механизация и автоматизация производства» № 11, 1965.

УДК 674.05

К РАСЧЕТУ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ЦИЛИНДРА ОДНОСТОРОННЕГО ДЕЙСТВИЯ

Ю. А. ВАРФОЛОМЕЕВ

(Архангельский лесотехнический институт)

В данной статье рассчитан цилиндр одностороннего действия с целью уточнения методики расчета и условий теплообмена между сжатым воздухом в цилиндре и окружающей средой.

Процесс изменения состояния воздуха в полости цилиндра не совпадает ни с одним из элементарных термодинамических процессов, протекающих с постоянным показателем политропы, однако крайними границами реального процесса являются процесс теплового баланса при хорошей тепловой изоляции системы и изотермический при полном теплообмене с окружающей средой. Чтобы оценить реальные процессы, протекающие в цилиндре, надо провести динамический расчет движения штока и состояния воздуха в рабочей полости цилиндра, при условиях процесса теплового баланса и изотермических условиях и сравнить результаты с данными эксперимента [2].

Исходные данные. Целевое назначение цилиндра — привод механизма подачи торцовочного станка типа ЦБК-3. Диаметр цилиндра $D = 82,5 \text{ мм}$ ($F = 0,535 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$); ход штока $x_k = 11,7 \cdot 10^{-2} \text{ м}$; уплотнения поршня манжетные по ГОСТу 6678-53; начальный объем воздуха в цилиндре и трубопроводе до золотника $V_0 = 1,54 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$; начальная координата перемещения $x_0 = \frac{V_0}{F} = 2,9 \cdot 10^{-2} \text{ м}$; давление воздуха в магистрали $p_m = 4,41 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ ($4,5 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^2$); площадь сечения дросселя на входе в цилиндр $f = 0,223 \cdot 10^{-1} \text{ м}^2$; температура воздуха в магистрали $T_m = 290^\circ\text{К}$.

По нашим экспериментальным данным усилие на штоке цилиндра от веса рамки $P_{пр} = 1073 - 339x \text{ н}$; приведенная масса движущихся частей механизма $m_{пр} = 165 - 109x \text{ кг}$; коэффициент трения в манжете $f_{тр} = 0,24$.

Расчет выполняем без учета противодействия воздуха в штоковой полости цилиндра и при работе станка без распиловки. В формулы расхода воздуха для расчетов пневматических механизмов вводят коэффициенты расходов, поскольку все факторы, влияющие на расход, учесть невозможно.

Значения коэффициентов для расчетного цилиндра найдены экспериментально при заполнении цилиндра постоянного объема сжатым воздухом [1], [3].

Результаты опытов и расчетов приведены на рис. 1, где μ — коэффициент расхода по уравнениям теплового баланса; μ_t — коэффициент расхода по уравнениям изотермы; $y = \frac{p}{p_m}$ (p — текущее давление воздуха в цилиндре).

Протекающие в пневматическом цилиндре процессы могут быть выражены системой дифференциальных уравнений [1], [3], [4], решить которую в конечном виде почти невозможно. Поэтому проводят приближенное численное интегрирование уравнений по методу Эйлера. Для этого их представляют в удобном для интегрирования виде [1], [3].

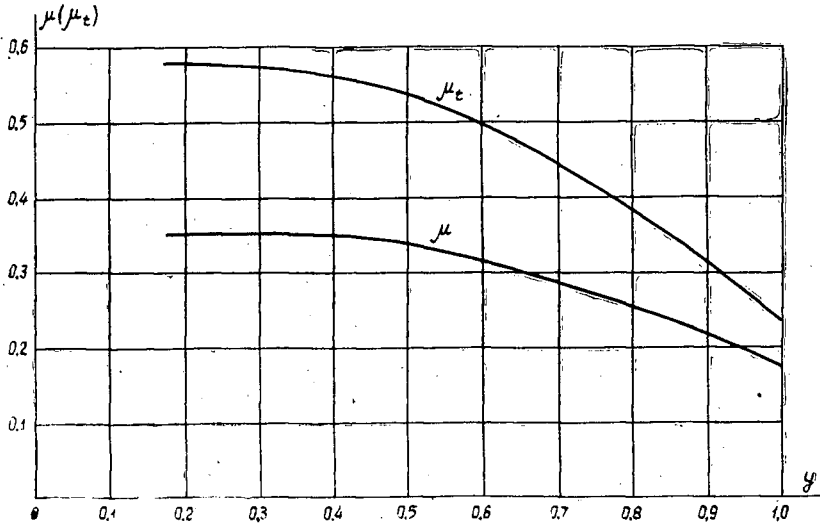


Рис. 1.

Расчет по уравнениям теплового баланса

Время наполнения цилиндра до момента трогания поршня с места мы находим по формуле [3]

$$t = 3,62 \cdot 10^{-2} \frac{V_0}{\mu f} [\psi(y_2) - \psi(y_1)], \quad (1)$$

где $y_1 = \frac{p_a}{p_m} = \frac{0,98 \cdot 10^5}{4,41 \cdot 10^5} = 0,222$; $y_2 = \frac{p_\tau}{p_m}$;

здесь p_a — атмосферное давление воздуха;
 p_τ — давление, при котором поршень трогается с места;

$$p_\tau = \frac{P_{np} + P_{тр}}{F} + p_a, \quad (2)$$

где $P_{тр}$ — сила трения в манжетах уплотнения поршня

$$P_{тр} = \pi D h f_{тр} (p_m - 0,98 \cdot 10^5);$$

$$P_{np} = 1073 \text{ н (при } x = 0).$$

В этом уравнении h — ширина манжеты ($1,2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$).

По формуле (2) находим $p_\tau = 3,31 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$; $y_2 = 0,752$. Из табл. 27 [3]: $\psi(y_1) = 0,222$; $\psi(y_2) = 0,760$. По рис. 1: $\mu \approx 0,325$ (при $y = 0,222 \div 0,752$).

Подставляя в формулу (1) все эти величины, получим $t = 0,0415 \text{ сек}$.

Период движения поршня рассчитываем следующим образом [1], [3]: приращение давления воздуха в цилиндре

$$\Delta p_i = \frac{k}{(x_0 + x_{i-1})} \left[\frac{GRT_m}{F} - p_{i-1} \cdot \dot{x}_{i-1} \right] \Delta t_i \frac{\text{н}}{\text{м}^2},$$

где x_i , \dot{x}_i , p_i , t_i — текущие значения переменных (перемещение и скорость штока, давление воздуха, время);

k — показатель адиабаты (1,4);

R — газовая постоянная воздуха ($287 \text{ нм/кг} \cdot \text{град}$);

G — расход воздуха.

$$G = \mu f B \frac{p_M}{\sqrt{T_M}} \cdot \varphi(y),$$

где $B = 0,156$;

$$\varphi(y) = 0,259 \left(\text{при } 0 < y = \frac{p}{p_M} \leq 0,528 \right) \text{ и } \varphi(y) = \sqrt{y^{\frac{2}{k}} - y^{\frac{k-1}{k}}} \quad (\text{при } 1,0 > y > 0,528).$$

Отсюда $G = 0,0903 \mu \varphi(y) \text{ кг/сек.}$

Давление воздуха в цилиндре

$$p_i = p_{i-1} + \Delta p_i \text{ н/м}^2;$$

ускорение движения штока цилиндра

$$\ddot{x}_i = \frac{F(p_i - 0,98 \cdot 10^5) - P_{\text{пр}} - P_{\text{тр}}}{m_{\text{пр}}}$$

или

$$\ddot{x}_i = \frac{0,460 \cdot 10^{-2} (p_i - 0,98 \cdot 10^5) - P_{\text{пр}}}{m_{\text{пр}}} \frac{\text{м}}{\text{сек}^2};$$

скорость движения штока

$$\dot{x}_i = \dot{x}_{i-1} + \ddot{x}_i \Delta t_i \text{ м/сек};$$

перемещение штока

$$x_i = x_{i-1} + \frac{\dot{x}_i + \dot{x}_{i-1}}{2} \Delta t_i \text{ м.}$$

Решение уравнения представлено в табл. 1, шаг интегрирования выбирали в зависимости от колебаний давления воздуха. Интегрировали от значений $p_i = p_T = 3,31 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ и $x_i = 0$ до $x_i = x_k = 11,7 \cdot 10^{-2} \text{ м.}$

Расчет по уравнениям изотермического процесса

Время наполнения цилиндра до момента трогания поршня с места

$$t = \frac{x_0 \Delta p F}{G_t R T_M}, \quad (3)$$

где $\Delta p = p_T - p_a = 3,31 \cdot 10^5 - 0,98 \cdot 10^5 = 2,33 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$;
 G_t — расход воздуха.

$$G_t = \mu_t f p_M \sqrt{\frac{2}{R T_M}} \varphi_t(y),$$

где $\varphi_t(y) = 0,429$ (при $0 < y = \frac{p}{p_M} \leq 0,607$) и $\varphi_t(y) = y \sqrt{\ln \frac{1}{y}}$ (при $1,0 > y > 0,607$);

$\mu_t \approx 0,52$ (по рис. 1 в пределах $y = 0,222 \div 0,752$);

$\varphi_t(y) \approx 0,427$. (в пределах $y = 0,222 \div 0,752$).

Отсюда $G_t = 10,7 \cdot 10^{-3} \text{ кг/сек.}$

Подставляя найденные величины в выражение (3), получим $t = 0,0406 \text{ сек.}$

Период движения поршня рассчитываем по следующим уравнениям:

$$\Delta p_i = \frac{1,0}{(x_0 + x_{i-1})} \left(\frac{G_t R T_m}{F} - p_{i-1} \dot{x}_{i-1} \right) \Delta t_i,$$

где $G_t = 0,0483 p_t \varphi_t (y)$;

$$p_i = p_{i-1} + \Delta p_i \text{ н/м}^2;$$

$$\ddot{x}_i = \frac{0,460 \cdot 10^{-2} (p_i - 0,98 \cdot 10^5) - P_{np}}{m_{np}} \text{ м/сек}^2;$$

$$\dot{x}_i = \dot{x}_{i-1} + \ddot{x}_i \Delta t_i \text{ м/сек};$$

$$x_i = x_{i-1} + \frac{\dot{x}_i + \dot{x}_{i-1}}{2} \Delta t_i \text{ м}.$$

Решение этих уравнений приведено в табл. 1. Интегрировали от значений $p_i = p_r = 3,31 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ и $x_i = 0$ до $x_i = x_k = 11,7 \cdot 10^{-2} \text{ м}$.

На рис. 2 приведены расчетные кривые $x = x(t)$, $\dot{x} = \dot{x}(t)$ и $p = p(t)$ по уравнениям теплового баланса и изотермическим и экспериментальные кривые [2] работы цилиндра торцовочного станка при $p_m = 4,41 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ и $f = 0,223 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ($D = 82,5 \text{ мм}$).

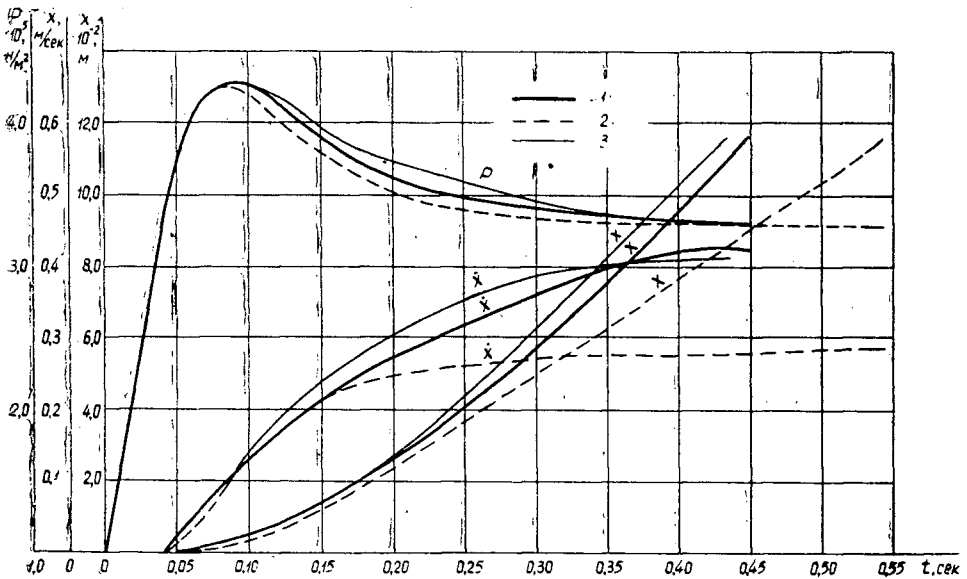


Рис. 2.

1 — кривые экспериментальные; 2 — по уравнениям теплового баланса;
3 — по уравнениям изотермы.

Результаты расчетов в некотором приближении отражают действительные процессы, протекающие в цилиндре при движении поршня. Характеры всех кривых примерно соответствуют друг другу, но по численным величинам показатели расходятся.

Процесс, рассчитанный по уравнениям теплового баланса, на 20% продолжительнее экспериментального, а текущие значения расчетных скоростей — до 30% ниже экспериментальных. Расчетные кривые, полученные по уравнениям изотермического процесса, значительно ближе к экспериментальным, по продолжительности цикла расхождения между

ними составляют всего — 4%, а по текущей скорости на $-13 \div +2,5\%$. (Точность экспериментальных наблюдений не менее $\pm 3\%$.)

Однако нет достаточных оснований считать, что действительный процесс изменения состояния воздуха в цилиндре очень близок к изотермическому, так как при экспериментальном определении расхода учтена какая-то часть влияния температурных изменений на давление воздуха. Коэффициент расхода μ_f — величина непостоянная и зависит от показателя y . Это значит, что действительный закон расхода воздуха, а следовательно, и весь процесс изменения состояния воздуха отличается от изотермического. Но при практическом расчете пневматического цилиндра наибольшую точность дают изотермические уравнения текущего давления воздуха в цилиндре, если пользоваться опытными значениями коэффициентов расхода.

Более точные и общие выводы можно сделать, если провести большой ряд экспериментов и расчетов при одинаковых исходных параметрах.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Б. Н. Бежанов. Пневматические механизмы. Машгиз, 1957. [2]. Ю. А. Варфоломеев. К исследованию пневматического цилиндра одностороннего действия. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1969. [3]. Е. В. Герц, Г. В. Крейнин. Динамика пневматических приводов машин-автоматов. «Машиностроение», 1964. [4]. Е. В. Герц, Г. В. Крейнин. К исследованию неустановившегося движения поршня пневматического устройства. «Механика и машиностроение». Известия АН СССР № 3, 1964.

Поступила 17 мая 1968 г.

УДК 674.09

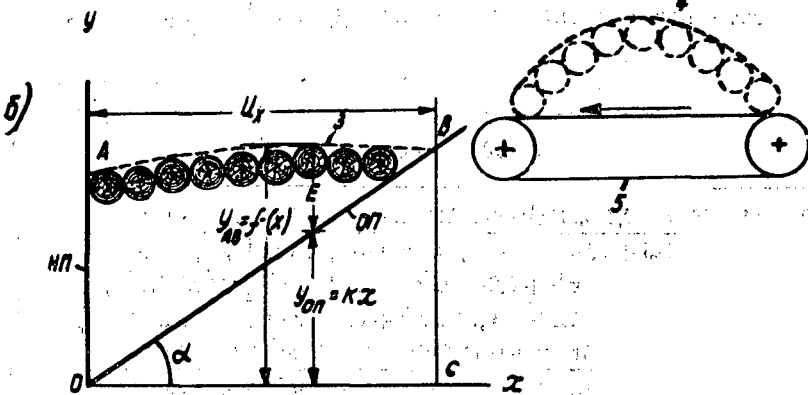
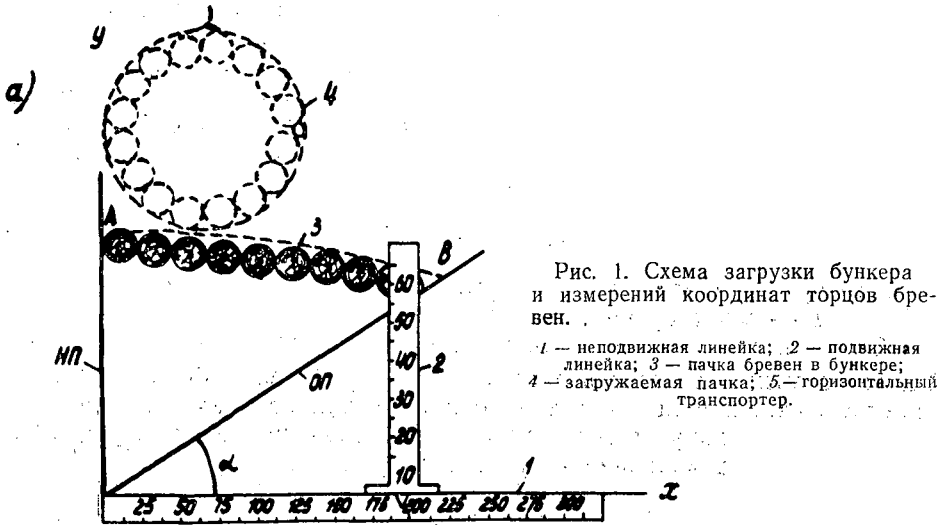
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ В БУНКЕРЕ ПИТАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

А. П. МАЛЫХ

(ЦНИИМОД)

В производственных потоках первичной переработки древесины часто необходимо поштучно разделить пачку бревен. Эту задачу можно решить при помощи питателей бункерного типа с нерегулируемым по ширине лотковым захватом. Описание такого механизма дано в одной из наших работ [1]. При помощи крана (манипулятора) или поперечного транспортера бревна пачками загружаются в бункер, образованный основной и направляющей ориентирующими плоскостями. От пачки бревна отделяются в процессе вертикального перемещения лоткового захвата; при этом захват извлекает нижнее бревно, расположенное на стыке ориентирующих плоскостей. В расчетах производительности и величины хода захвата, а также мощности привода таких механизмов необходимо учитывать взаимное расположение бревен в бункере питателя. Оно характеризуется распределением бревен по величине угла отклонения относительно продольной оси пачки, проходящей параллельно захватному органу.

Взаимное расположение бревен зависит от способа загрузки, от способа их ориентирования в бункере и от объема загружаемой пачки. При прохождении захвата через слой бревен происходит их взаимное



перемещение (ворошение), в результате которого характер расположения изменяется.

В задачу наших исследований входило изучить взаимное расположение бревен после загрузки и его изменение в результате ворошения. Для этого использовали бункер, образованный двумя ориентирующими плоскостями (рис. 1). Наклон основной ориентирующей плоскости OP к горизонту составлял 30° ; направляющую плоскость HP устанавливали вертикально. Исследования проводили при загрузке краном с базой стропов 1 м и поперечным цепным транспортером со скоростью 0,34 м/сек. Бревна ориентировались в бункере под действием гравитационных сил. Ворошение происходило в результате вертикального подъема бревна, расположенного на стыке ориентирующих плоскостей. Эксперименты проводили на натуральных неокоренных еловых и сосновых бревнах. Отношение длины бревен к их толщине составляло 20—40, что характерно для большинства перерабатываемых длинномерных бревен.

Для исследования распределения бревен по величине угла отклонения проводили три серии опытов при каждом способе загрузки. В загружаемых пачках было 10, 20 и 30 бревен при среднем их объеме 0,1 м³; при этом толщина слоя бревен над захватом соответственно

равнялась 40, 70 и 120 см. В каждой серии опытов обмеряли 50 пачек. Для изучения влияния ворошения в тех же условиях производили обмер пачек в течение 10 циклов ворошения. Во время опытов фиксировали длину и положение центров обоих торцов бревен в прямоугольной системе координат. Измерения производили при помощи линеек 1 и 2, установленных под углом 90° (рис. 1). Величину угла отклонения каждого бревна вычисляли по формуле

$$\gamma = \arcsin \frac{\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}}{L}, \quad (1)$$

где Δx и Δy — разности координат центров торцов;
 L — длина бревна.

Затем подсчитывали частоты n_j зафиксированных значений γ . Анализ опытных данных показал, что распределение бревен по величине угла отклонения относительно продольной оси пачки подчиняется обобщенному закону нормального распределения и распределения Пуассона. Выравнивающие частоты вычисляли по формуле

$$\tilde{n}_j = n f_B(x), \quad (2)$$

где n — объем ряда распределения.

В результате исследования выведены уравнения, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

| Число бревен в пачке | Выравнивающие частоты \tilde{n}_j |
|----------------------|--|
| 10 | $\frac{500P_x (4,655800 - 2,490534x^{[1]} + 0,728075x^{[2]} - 0,115651x^{[3]} + 0,00816x^{[4]})}{500P_x (0,7025 + 0,5473x^{[1]} - 0,2994x^{[2]} + 0,0446x^{[3]} + 0,0025x^{[4]})} \quad (3)$ |
| 20 | $\frac{1000P_x (2,0183 - 0,8221x^{[1]} + 0,29083x^{[2]} - 0,05883x^{[3]} + 0,005457x^{[4]})}{1000P_x (0,7999 + 0,4427x^{[1]} - 0,2369x^{[2]} + 0,0267x^{[3]} + 0,0048x^{[4]})} \quad (4)$ |
| 30 | $\frac{1500P_x (1,4933 - 0,1551x^{[1]} + 0,0083x^{[2]} - 0,0067x^{[3]} + 0,0016x^{[4]})}{1500P_x (0,9840 + 0,1937x^{[1]} - 0,0927x^{[2]} - 0,0168x^{[3]} + 0,0095x^{[4]})} \quad (5)$ |

Примечание. В числителе — данные при загрузке краном; в знаменателе — при загрузке транспортером.

В выражениях (3) — (5)

$$x^{[h]} = x(x-1)(x-2) \dots (x-h+1).$$

Используя эти уравнения, можно вычислить частоты отклонений бревен относительно продольной оси пачки на любую заданную величину угла γ .

Таблица 2

| Номер уравнения | λ |
|-----------------|----------------|
| 3 | 4,466 3,580 |
| 4 | 3,963 2,300 |
| 5 | 2,333 2,449 |

При практических расчетах в качестве значения x принимают величину угла отклонения; значение функции P_x берут из таблиц [2], где входным параметром является первый момент λ . Значения моментов для приведенных уравнений даны в табл. 2.

Соответствие каждого гипотетического ряда наблюдаемому проверяли по критерию Пирсона

$$\chi^2 = \sum \frac{(n_j - \tilde{n}_j)^2}{\tilde{n}_j},$$

где n_j — наблюдаемые частоты.

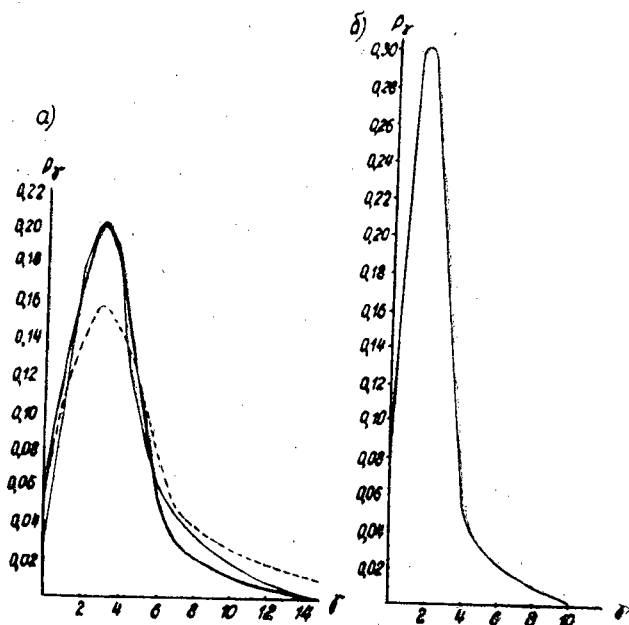


Рис. 2

Для всех кривых величина $P(\chi^2)$ располагалась в диапазоне 0,49—0,19. Это позволяет утверждать, что исследуемые ряды соответствуют принятому закону распределения.

В соответствии с распределением бревен по величине угла отклонения относительно продольной оси пачки были вычислены вероятности отклонений на заданный угол P_γ . На рис. 2, а приведены кривые распределения вероятностей отклонения бревен на заданный угол при загрузке бункера краном. Экстремальные точки графиков соответствуют углу отклонения γ , равному 3° . С увеличением объема пачки кривые распределения вероятностей сближаются. При уменьшении объема пачки возрастает число бревен (в процентном отношении) с углами отклонения свыше 8° . Это объясняется тем, что во время загрузки в пачках малого объема бревна ориентируются хуже.

При загрузке бункера транспортером для различных объемов пачек кривые распределения вероятностей P_γ совпадают (рис. 2, б). Совмещение кривых объясняется тем, что во время пересыпания бревен с транспортера в бункер создаются одинаковые условия для ориентирования при различных объемах пачек. Наибольшее значение кривой распределения соответствует углу отклонения $1,5^\circ$. Уменьшение экстремального значения γ при транспортерном способе загрузки объясняется снижением взаимных помех при ориентировании вследствие рассредоточения бревен во время пересыпания.

Влияние ворошения на степень ориентации бревен определяли по величине удельного угла отклонения $\gamma_z = \frac{\sum \gamma}{z}$. Зависимость γ_z от числа циклов ворошения n приведена на рис. 3. При загрузке краном (кривые 1, 2 и 3) удельный угол отклонения уменьшается с увеличением объема пачки. В процессе ворошения бревен величина γ_z вначале уменьшается, а после 4—5 циклов ворошения остается неизменной. С увеличением объема пачки конечная величина γ_z незначительно возрастает. Во время загрузки бункера транспортером бревна окончательно

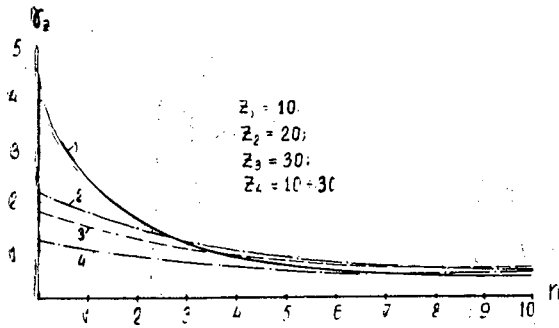


Рис. 3.

но ориентируются, что подтверждается незначительным изменением γ_z в процессе ворошения; в то же время величина γ_z равна значению удельного угла отклонения после ворошения при загрузке краном. Это дает основание полагать, что после ворошения распределение бревен по величине угла γ и распределение вероятностей P_γ при загрузке краном соответствуют этим распределениям в случае загрузки транспортером.

Выводы

1. Распределение бревен в бункере питателя по величине угла отклонения относительно продольной оси пачки при загрузке краном и поперечным цепным транспортером подчиняется обобщенному закону нормального распределения и распределения Пуассона.

2. С увеличением объема пачки (загрузка краном) кривые распределения вероятностей отклонения бревен на заданный угол сближаются и могут быть выражены одним уравнением, когда в пачку входят 20 и более бревен. В случае загрузки бункера транспортером это распределение не зависит от объема пачки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. П. Малых, Ю. Н. Селезнев. Устройство для поштучного извлечения бревен из пачки. Бюллетень изобретений, № 22, 1966. [2]. А. К. Митропольский. Техника статистических вычислений. Физматгиз, 1961.

Поступила 30 ноября 1967 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 54

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ОПЫТЫ ПО НЕПРЕРЫВНОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ФИТОСТЕРИНА ИЗ СПИРТОВЫХ РАСТВОРОВ СУЛЬФАТНОГО МЫЛА

С. И. ЛАДИНСКАЯ, А. Л. АГРАНАТ, Ф. Т. СОЛОДКИЙ

(Проблемная лаборатория по использованию живых элементов дерева
Ленинградской лесотехнической академии)

В технологическом процессе получения фитостерина по способу ЛТА основная операция — кристаллизация фитостерина из спиртовых растворов сульфатного мыла. Процесс кристаллизации фитостерина и его результат зависят от многих факторов: качества исходного сырья, применяемого растворителя и его крепости в растворе сульфатного мыла, перемешивания раствора, температурного режима кристаллизации, концентрации сухого вещества в растворе и продолжительности кристаллизации. Влияние этих факторов изучается в Проблемной лаборатории по использованию живых элементов дерева [1] — [4].

Уточненные данные влияния температуры кристаллизации и концентрации сухого вещества в растворе на выход и качество фитостерина показаны на рис. 1 и 2. Характеристика исходного продукта: на рис. 1 — влажность сульфатного мыла 34,2%, содержание фитостерина 3,62%, содержание бета-ситостерина 2,78%; на рис. 2 — влажность

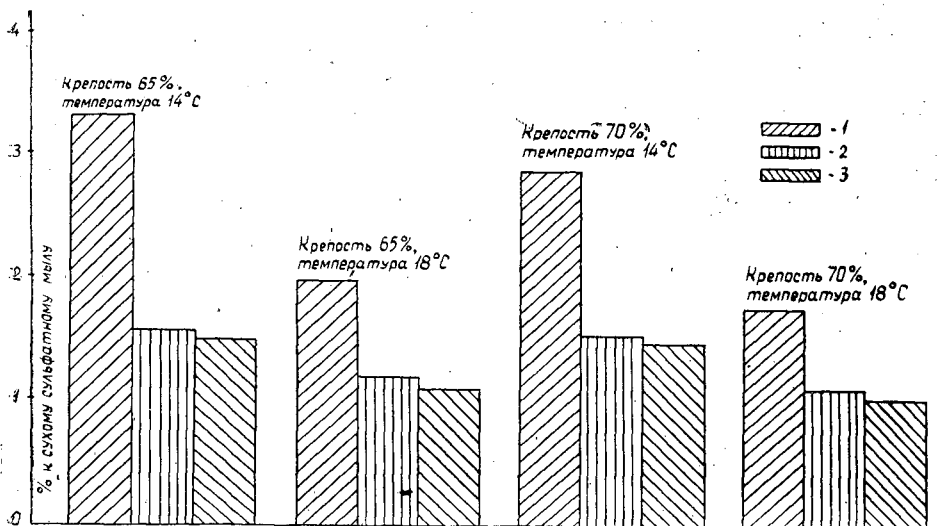


Рис. 1. Выход фитостерина-сырца, фитостерина очищенного и β -ситостерина (% к сухому сульфатному мылу) в зависимости от крепости спирта в растворе сульфатного мыла и температуры кристаллизации.

1 — фитостерин-сырец; 2 — фитостерин очищенный; 3 — β -ситостерин.

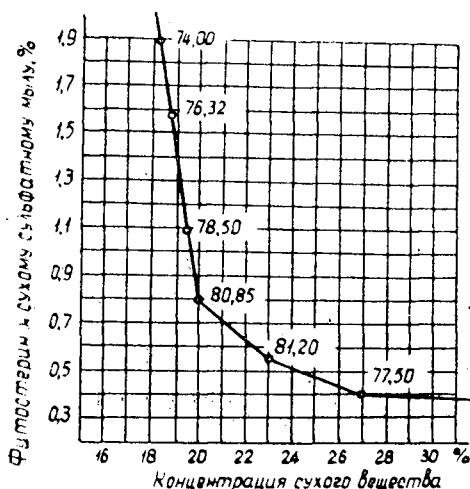


Рис. 2. Выход фитостерина из спиртовых растворов сульфатного мыла в зависимости от концентрации сухого вещества и крепости спирта в растворе.

74,00; 76,32; 78,50; 80,85; 81,20; 77,50 — крепость спирта в растворе, %.

труда, не скапливать большого количества раствора в цехе, сократить и упростить аппаратуру.

Опишем проведенные в лабораторных условиях первые опыты непрерывной кристаллизации фитостерина из растворов сульфатного мыла в метанольной фракции.

Сульфатное мыло с определенной влажностью растворяли в метанольной фракции с таким расчетом, чтобы крепость спирта в растворе была 75—80°C. Температуру раствора на водяной бане при постоянном перемешивании доводили до 50°C. Непрерывно перемешивая, раствор выдерживали при данной температуре в течение 5—10 мин до полного растворения мыла в спирте. Подогретый раствор пропускали через центрифугу (число оборотов центрифуги 7000—8000 об/мин, время вращения 20—25 мин). На дно центрифужных стаканов оседали загрязнители (отвал), которые при рассмотрении под микроскопом представляли собой органические вещества аморфного характера (в сухом виде сыпучие, в сыром — мазистые) с примесью волокон. Ни в одном из опытов в отвале не было обнаружено кристаллов фитостерина. Раствор, освобожденный от загрязнителей, с температурой 35—40°C заливали в приемник. Из приемника раствор непрерывно поступал в кристаллизатор. Температуру раствора в кристаллизаторе поддерживали постоянной (около 15°C). Продолжительность кристаллизации различна (20, 40, 70 час). Время прохождения данной порции раствора через весь кристаллизатор должно быть равно продолжительности кристаллизации.

Раствор непрерывно самотеком (кристаллизатор находится под углом 10—15°) поступал на фильтр отсосной воронки. Скорость выхода раствора различна и зависит от продолжительности кристаллизации.

Полученный фитостерин высушивали и обрабатывали. Характеристика исходного продукта: сульфатное мыло влажностью 30,0%, содержание фитостерина 3,44%, содержание бета-ситостерина 2,81%.

Данные выхода фитостерина-сырца, фитостерина очищенного и β-ситостерина в зависимости от продолжительности кристаллизации приведены на рис. 3.

Проведенные исследования показали, что при применении в качестве растворителя метанольной фракции при непрерывной кристаллизации достаточно проводить кристаллизацию в течение 20 час. Для подтверждения этого наблюдения был поставлен еще ряд опытов с продолжительностью кристаллизации 20 час. Результаты сходны.

сульфатного мыла 31,2%, содержание фитостерина 3,60%, содержание бета-ситостерина 2,20%.

Проведенные опыты показали, что при концентрации спирта 65,0 и 70,0% в растворе сульфатного мыла снижение температуры кристаллизации с 18 до 14°C увеличивает выход очищенного фитостерина с 1,29 до 1,60% к сухому сульфатному мылу. При снижении концентрации сухого вещества в растворе от 31,0 до 17,0% выход фитостерина закономерно увеличивается с 0,39 до 1,90% к сухому сульфатному мылу. Длительность процесса кристаллизации фитостерина из растворов сульфатного мыла в эталоне принята равной 3 суткам. При переводе технологической операции на непрерывный процесс можно было бы увеличить производительность

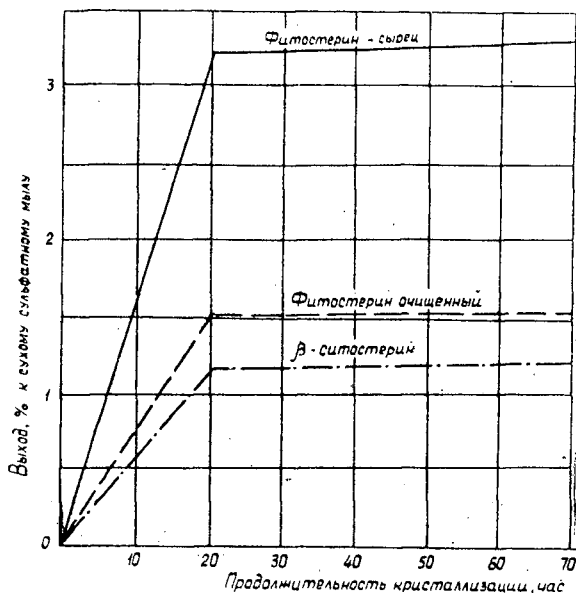


Рис. 3.

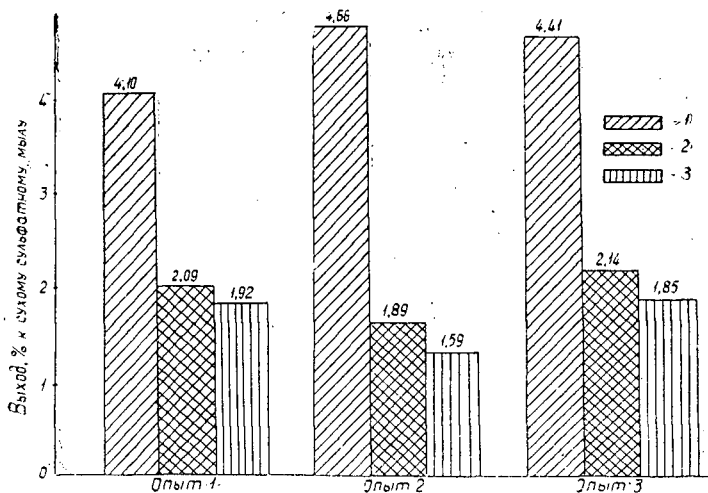


Рис. 4.

1 — фитостерин-сырец; 2 — фитостерин очищенный; 3 — β-ситостерин.

На рис. 4 приведены данные выхода фитостерина-сырца, фитостерина очищенного и β-ситостерина при 20-часовой продолжительности кристаллизации.

Характеристика исходного продукта (рис. 4): влажность сульфатного мыла 31,5%; содержание фитостерина 3,95%, содержание бета-ситостерина 3,05%. Растворитель — метанольная фракция.

Опыты непрерывной кристаллизации с применением в качестве растворителя технического этилового спирта по описанной выше методике показали, что при продолжительности кристаллизации 70 час (опыт 1) выход фитостерина занижен, поэтому были поставлены опыты

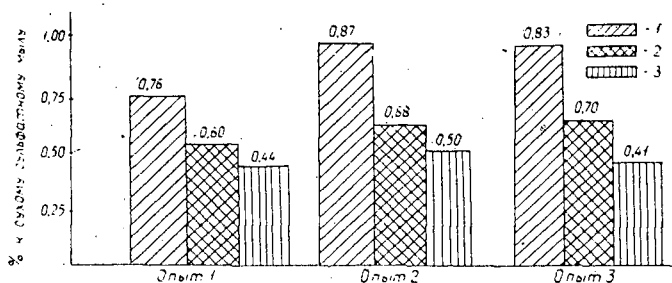


Рис. 5.

1 — фитостерин-сырец; 2 — фитостерин очищенный; 3 — β-ситостерин.

с увеличением продолжительности кристаллизации до 120 час (опыты 2 и 3).

Данные выхода фитостерина-сырца, фитостерина очищенного и β-ситостерина при применении в качестве растворителя технического этилового спирта приведены на рис. 5. Характеристика исходного продукта (к рис. 5): влажность сульфатного мыла 30,0%, содержание фитостерина 3,44%, содержание бета-ситостерина 2,81%. Результаты исследований показали, что при применении в качестве растворителя технического этилового спирта возрастание продолжительности кристаллизации до 120 час не увеличивает выхода фитостерина.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. Л. Агранат. Фитостерин сульфатного мыла, современное состояние и значение проблемы его производства. Труды ЛТА № 69, 1958. [2]. А. Л. Агранат. Влияние современных способов переработки сульфатного мыла на содержащийся в мыле фитостерин. Труды ЛТА № 87, 1959. [3]. А. Л. Агранат. Автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук. Разработка способа получения фитостерина из сульфатного мыла и выяснение возможности применения его в сульфат-целлюлозной промышленности СССР, 1961. [4]. В. Б. Некрасова, А. Л. Агранат, Ф. Т. Солодкий. Опыты применения изопропилового спирта в качестве растворителя сульфатного мыла для выделения и раскристаллизации фитостерина. Труды ЛТА, вып. IV, 1966.

Поступила 8 июля 1967 г.

УДК 634.0.813

АРОМАТИЗАЦИЯ ПОЛУКОКСА ПРИ СКОРОСТНОМ ПИРОЛИЗЕ КОРЫ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ

Н. Д. БАРАБАШ, Э. Д. ЛЕВИН

(Сибирский технологический институт)

В данной работе сделана попытка исследовать зависимость элементарного состава, истинной плотности и степени ароматизации полукокса от конечной температуры пиролиза. Сырьем для получения полукокса служила кора лиственницы сибирской, измельченная до размеров не более 0,5 мм, влажностью 4—8%. Содержание в ней экстрагируемых бензолом 3,8—4,0%; лигнина 48,2; целлюлозы 31,5—33,5; пентозанов 6,55—6,88; С—55,96; Н—6,32; N—0,90; (O+S)—36,82; золы 2,62%.

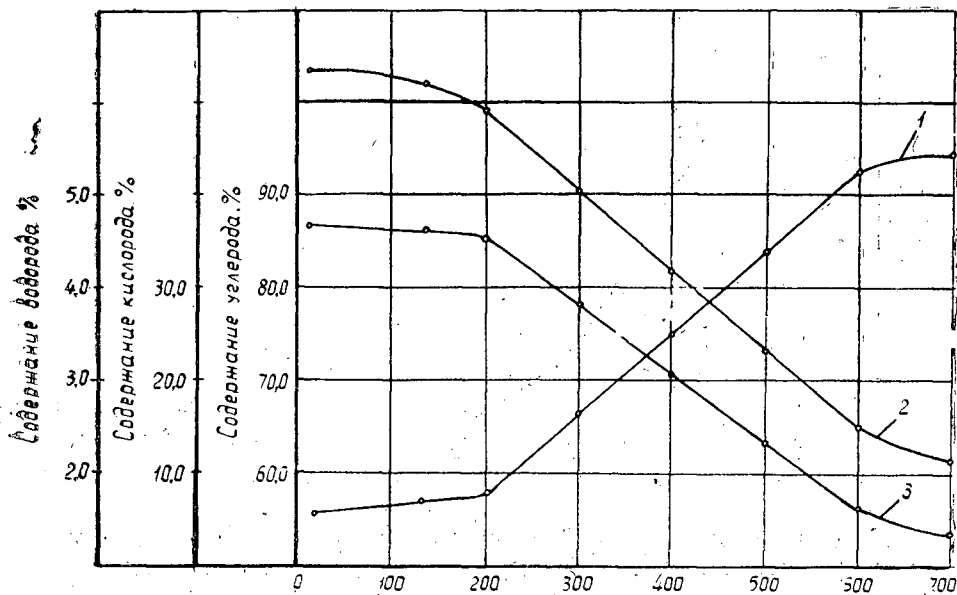


Рис. 1

1 — для углерода; 2 — для водорода; 3 — для кислорода.

Пиролиз проводили во взвешенном состоянии на крупнолабораторной установке Сибирского технологического института [3]. Конечные температуры пиролиза 135, 200, 300, 400, 500, 600 и 700°C. Получаемый при этом твердый остаток служил объектом исследования. Поскольку нижняя часть реторты не обогревается и служит лишь приемником [3], прокаливания угля в слое не происходило. Содержание углерода и водорода в полукоксе и исходной коре определяли путем элементарного анализа по методу Прегля, содержание азота — по Дюма, серы — по способу Эшка, кислорода — по разности.

По полученным данным найдена зависимость элементарного состава полукокса (в пересчете на органическую массу) от температуры деструкции (рис. 1).

Можно выделить три интервала температуры: первый от 0 до 200°C, где наблюдается относительно небольшая потеря массы вещества [4]; второй — от 200 до 600°C, здесь происходит «накопление» углерода от 57,54% при 200°C до 94,12% при 700°C, содержание водорода при этом падает от 5,90 до 2,17%, количество кислорода уменьшается от 35,8 до 3,56%; третий интервал — от 600°C и выше, характеризуется снижением скорости потери массы вещества.

Как известно, накопление углерода в твердом остатке связано с нарушением имевшейся ранее устойчивости молекулярной структуры твердого тела и образованием новой. При повышении температуры деструкции выделяются летучие вещества и, как видно из рис. 1, потеря массы твердого остатка идет, в основном, за счет кислорода и водорода. «Теряется» и углерод на образование химических продуктов, но в меньшей степени, большая его часть остается в полукоксе. Это наглядно подтверждается интенсивным падением веса образца на кривой ТГ (рис. 2)* в интервале 200—600°C.

* Дериватограмма снята в Институте химии древесины АН Латвийской ССР ст. научным сотрудником Г. Э. Домбург.

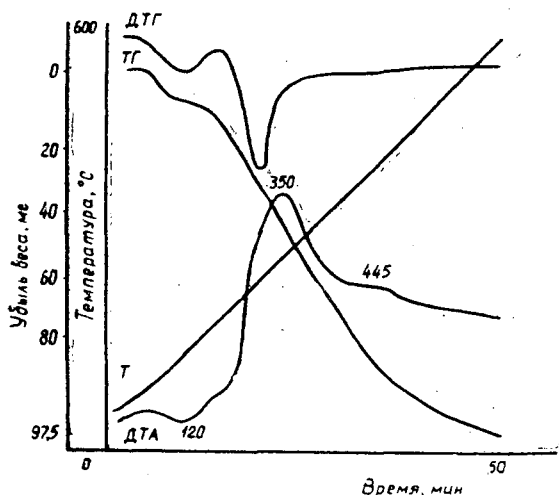


Рис. 2. Дериватограмма воздушно-сухой коры.

Подобная тенденция изменения элементарного состава при термическом разложении полимеров древесного происхождения имеет место не только при скоростном пиролизе. Ее отмечал ранее В. А. Коробкин [2] применительно к обычному слоевому переугливанию.

Из рис. 1 видно, что найденные зависимости изменения элементарного состава полукоксов от температуры имеют одинаковый характер, а в интервале 200—600°C — прямолинейный. Это позволило (используя метод наименьших квадратов) найти математический вид зависимостей изменения элементарного состава полукокса от конечной температуры пиролиза и вычислить коэффициенты при неизвестных для прямой вида

$$y = B_0 + B_1 x.$$

Содержание углерода, водорода и кислорода связано с температурой пиролиза следующими зависимостями:

$$y = -41,97 + 8,31 \cdot 10^{-3} t; \quad (1)$$

$$y = 7,408 - 8,18 \cdot 10^{-3} t; \quad (2)$$

$$y = 49,736 - 7,44 \cdot 10^{-3} t, \quad (3)$$

где y — содержание соответственно С, Н, О в интервале температур 200—600°C;

t — температура пиролиза.

По результатам определения элементарного состава была найдена степень ароматизации полукоксов, полученных при различных температурах по формуле Ван-Кревелена

$$\frac{M_c}{d} = 9,9 + 3,1 \frac{H}{C} + 3,75^5 \frac{O}{C} + 1,5 \frac{N}{C} - \left(9,1 - 3,6^5 \frac{H}{C}\right) \cdot \frac{R}{C},$$

где M_c — молекулярная масса полукокса;

d — истинная плотность полукокса, g/cm^3 (ее определяли с помощью пикнометра);

$\frac{R}{C}$ — общее число углеводородных колец на атом углерода;

$$M_c = 12,01 + 1,008 \frac{H}{C} + 16,0 \frac{O}{C} + 14,008 \frac{N}{C} + 32,0064 \frac{S}{C}.$$

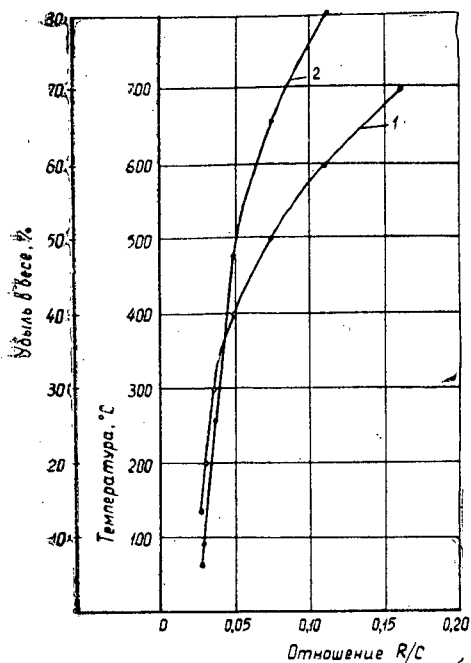


Рис. 3.

1 — для температуры; 2 — для убыли веса.

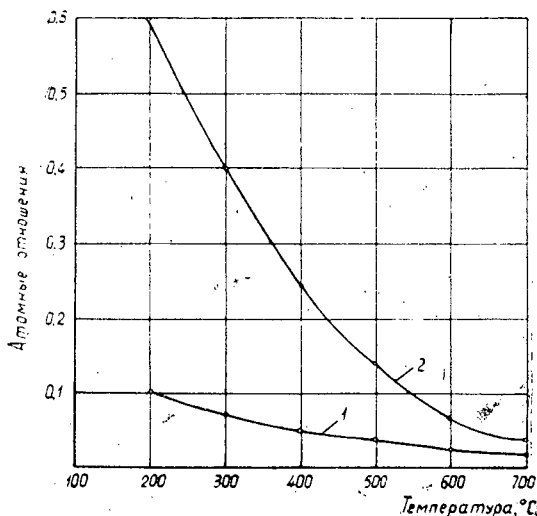


Рис. 4.

1 — для $\frac{H}{C}$; 2 — для $\frac{O}{C}$.

Отношение $\frac{R}{C}$ принимаем за степень ароматизации полукокса, а отношением $\frac{S}{C}$ пренебрегаем из-за незначительного содержания серы (0,12—0,25%).

Полученные данные позволили установить изменение степени ароматизации полукокса в процессе пиролиза коры лиственницы сибирской (рис. 3).

Рост степени ароматизации вещества твердого тела связан с уменьшением атомных отношений $\frac{H}{C}$ и $\frac{O}{C}$ (рис. 4).

При термическом разложении исходного вещества природного полимера (коры) проявляется в двух одновременно протекающих процессах — в отщеплении сравнительно слабо связанных радикалов и в уплотнении вещества твердого остатка с образованием ароматических структур. Первая группа реакций дает химические продукты пиролиза, вторая — полукокс.

По-видимому, разложение исходного вещества природного полимера (коры) проявляется в двух одновременно протекающих процессах — в отщеплении сравнительно слабо связанных радикалов и в уплотнении вещества твердого остатка с образованием ароматических структур. Первая группа реакций дает химические продукты пиролиза, вторая — полукокс.

Это хорошо иллюстрируется кривыми на рис. 3, из которых видно, что степень ароматизации растет с увеличением как температуры пиролиза, так и убыли веса твердого остатка. Порядок изменения этих величин одинаков.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Н. Козлов, О. В. Бронзов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1962.
 [2]. В. И. Корякин. Термическое разложение древесины. Гослесбуиздат. М., 1962. [3]. Э. Д. Левин, Г. А. Малков. Сборник трудов Сибирского технологического института. Т. XXXVI, 1963. [4]. В. Н. Пиялкин, А. К. Славянский. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1966. [5]. В. Е. Раковский, Ф. А. Каганович, Е. А. Новичкова. Химия пирогенных процессов. Изд. АН БССР, Минск, 1959.

Поступила 22 октября 1968 г.

УДК 634.0.813

ПОЛУЧЕНИЕ КОНЦЕНТРАТА ВИТАМИНА Е НА ОСНОВЕ НЕОМЫЛЯЕМОЙ ФРАКЦИИ СМОЛИСТЫХ ВЕЩЕСТВ ХВОИ

*Н. К. ЧЕРНЫШЕВА, Ф. Т. СОЛОДКИЙ, Е. А. ТИХОМИРОВА,
А. А. СВИЦУК*

(Ленинградская лесотехническая академия, Институт органической химии АН УССР)

Авторами проведена работа по получению концентрата витамина Е на основе использования свободного фитола неомыляемой фракции [3] смолистых веществ хвои. Конденсация фитола с триметилгидрохиноном осуществлена в среде пропилового спирта в присутствии кислотных катализаторов (хлористого цинка и эфирата трехфтористого бора) при температуре 150—170°C. Конденсат очищали путем обработки хлористым цинком в растворе петролейного эфира; при этом удалялись кислородсодержащие примеси и остаточные хлорофиллины (если они присутствовали в неомыляемых в качестве примеси). Ацетилированный продукт окончательно очищали перегонкой под вакуумом.

В работе была использована неомыляемая фракция бензинового экстракта смолистых веществ хвои, выделенная ранее описанным способом [2]; содержание фитола 22,9—22,2%. Витамин Е в концентратах определяли по общепринятой методике [1].

Экспериментальная часть

Первый вариант. Во вращающийся автоклав (емкостью 0,5 л) загружали 145 г неомыляемых, 10 г триметилгидрохинона в 50 мл пропилового спирта, 4 г хлористого цинка, 2 мл эфирата трехфтористого бора и 100 мл пропилового спирта. Автоклав нагревали при 150—170°C в течение 2 час. Охлажденное содержимое автоклава выгружали и обрабатывали в делительной воронке равным объемом воды. После отделения водно-спиртового раствора оставшийся нижний темно-коричневый маслянистый слой растворяли трехкратным количеством 3%-ного метанольного раствора едкого кали и кипятили в течение 1 часа с обратным холодильником; затем охлаждали, разбавляли равным количеством воды и экстрагировали отдельными порциями эфира (свободного от перекисей).

Эфирный экстракт (темно-коричневого цвета) промывали водой и сушили безводным сернистым натрием. После отгонки растворителя получено 122 г вязкого маслообразного продукта темно-коричневого цвета, содержащего токоферолов 24,6%. Смесь, содержащую 22,4 г полученного концентрата витамина Е и 22,5 г безводного хлористого цинка в 220 мл петролейного эфира (т. кип. 80—100°C), нагревали при кипении в течение 3 час с обратным холодильником. После охлаждения плотный, черного цвета осадок отфильтровывали, промывали небольшими порциями петролейного эфира. Фильтрат промывали водой и сушили безводным сернистым натрием, отгоняли растворитель. В остатке получено 19,5 г маслообразного концентрата витамина Е светло-оранжевого цвета с общим содержанием токоферолов 30,2%.

Раствор, содержащий 16,6 г полученного очищенного концентрата витамина Е в 50 мл свежеперегнанного пиридина, 10 мл уксусного ангидрида, выдерживали в темноте в течение 12 час, затем нагревали 2 часа при 60°C с обратным холодильником и после охлаждения выливали в 100 мл насыщенного раствора хлористого нат-

рия. Ацетилированный продукт экстрагировали эфиром. Объединенные эфирные вытяжки промывали 100 мл 3%-ного раствора соляной кислоты, а затем водой до нейтральной реакции. Из высушенного экстракта после отгонки растворителя получено 13,7 г концентрата ацетилированных токоферолов; это вязкое масло оранжевого цвета, содержащее 35,6% витамина Е. Концентрат ацетилированных токоферолов в количестве 10,8 г подвергали вакуумной разгонке в приборе с елочным дефлегматором (длина 4 см). При вакууме $8 \cdot 10^{-3}$ мм рт. ст. в температурном интервале 170—190°C отобрана фракция в количестве 2,6 г; это вязкое масло желтого цвета с содержанием витамина Е 65,6%. При повторной вакуумной разгонке данной пробы в описанных условиях получен дистиллат с содержанием витамина Е 78,0%. Полученные концентраты токоферола токсичностью не обладают. Испытания на токсичность проведены С. Ф. Фроловым.

Витамин Е в полученном концентрате идентифицирован в форме уретана 4-нитроазобензол карбоновой кислоты [4]; это оранжевые кристаллы, т. пл. 130—131°C. Найдено 8,16% N для $C_{42}H_{58}O_5N_4$. Вычислено 8,02% N.

Второй вариант. В условиях, указанных выше, вначале получали этерифицированный продукт конденсации, который затем обрабатывали хлористым цинком и подвергали вакуумной разгонке.

Результаты опытов по получению концентратов витамина Е на основе неомыляемых смолистых веществ хвой сведены в табл. 1.

Таблица 1

| Варианты | № опыта | Количество неомыляемых на опыт, г | Количество полученного конечного продукта | |
|----------|---------|-----------------------------------|---|--------------------------|
| | | | г | содержание витамина Е, % |
| А | 1 | 106,2 | 19,5 | 76,1 |
| | 2 | 145,5 | 26,6 | 78,0 |
| Б | 1 | 111,3 | 22,1 | 77,9 |
| | 2 | 95,5 | 18,6 | 76,8 |

Данный способ получения концентрата витамина Е можно рекомендовать для проверки в производственных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. В. А. Девятник. Методы химического анализа в производстве витаминов. Изд. «Медицина», М., 1964, стр. 263. [2]. Н. К. Лысяк, А. Л. Агранат, Ф. Т. Солодкий. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 5, 1965. [3]. А. А. Свищук, Я. Ф. Ярошенко и др. Заявка на авторское свидетельство 1076159, 30, 15, 1966. [4]. А. А. Свищук. Диссертация. Киев. 1967.

Поступила 29 января 1968 г.

УДК 634.0.813

ДИФфуЗИЯ ЭТАНОЛЬНЫХ РАСТВОРОВ КАНИФОЛИ В КАПИЛЛЯРАХ ДРЕВЕСИНЫ

КОНКРЕТНЫЕ ФОРМЫ ЗАВИСИМОСТИ $P_{r'} = f(E_{цд}, A_T)$

З. С. КАЛУГИНА, Л. В. МЕНЬШИКОВА, И. П. СИДОРОВСКАЯ

(Архангельский институт леса и лесохимии)

С. Я. КОРОТОВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Работы по исследованию процесса диффузии этанольных растворов канифоли в капиллярах древесины показали, что, несмотря на проявление определенной избирательной способности древесины по

отношению к этиловому спирту и некоторые особенности пропитки древесины этанолом, процесс подчиняется тем же закономерностям, которые были установлены ранее для гидрофобных растворов канифоли (бензиновых и бензолных) [2].

В обоих случаях процессы описаны общей критериальной зависимостью $Pr' = f(Eu'_n, Ag)$ или в явном виде $Pr' = kEu'_n{}^m Ag^n$ (Pr' — диффузионный критерий Прандтля, Eu'_n — диффузионный критерий Эйлера, Ag — критерий Архимеда). Из этого уравнения следует, что на диффузию этанольного раствора канифоли в капиллярах древесины заметное влияние оказывают силы тяжести, подъемная сила $\left(\frac{\Delta\rho}{\rho} g\right)$, действующая в результате разности концентраций (а следовательно, и плотностей) растворов внутри и вне капилляров, величина диффузионного давления и вязкость растворов; особенно сильно влияют анатомическое строение древесины и характеристические размеры сечения капилляров, в которых сосредоточивается основное диффузионное сопротивление процессу.

В данной работе была поставлена задача установить конкретный вид критериальной зависимости $Pr' = f(Eu'_n, Ag)$, пригодный для описания диффузии этанольных растворов канифоли в капиллярах древесины.

В соответствии с ранее принятой методикой математической обработки экспериментальных данных [1] значения диффузионного критерия Эйлера мы находили по формуле, которая учитывает характеристические размеры капилляров,

$$Eu'_n = \frac{\Delta c f g}{l \rho_{ж} \omega_m^2},$$

где Δc — разность концентраций растворов, находящихся внутри и вне щепы;

l — длина капилляров (средняя), см;

$\frac{\Delta c}{l}$ — градиент концентрации;

$\rho_{ж}$ — плотность раствора, г/см³;

ω_m — тепловая скорость молекул, см/сек;

f — характеристический размер сечения капилляров, который можно заменить на r^2 (r — определяющий радиус капилляров).

Установить определяющие радиусы капилляров — задача трудоемкая и крайне сложная. Решение ее требует глубоких анатомических исследований тонкой морфологической структуры оболочек клеток, а также изучения характера взаимодействия компонентов клеточной стенки с отдельными гидрофильными растворителями (которое сопровождается явлениями сорбции и набухания). При подсчете критерия Эйлера

фактически мы могли найти только значение $\frac{Eu'_n}{f}$; сравнимые величины для последнего выражения можно получить только в тех случаях, когда соблюдается равенство для f . Практически это условие выполнить трудно, так как основные размеры анатомических элементов дерева зависят от многих факторов, начиная от лесоводственной характеристики используемого сырья и кончая особенностями его анатомического строения и местоположения в стволе. Поэтому для получения сопоставимых результатов требовалось обеспечить хотя бы относительное постоянство величины f .

С этой целью мы проводили исследования с одним и тем же образцом осмольной щепы (350 г) Ч-10 мм*. Первые три опыта были поставлены при 0, 20 и 50°C. Затем оставшуюся щепу распиливали пополам и полученные образцы Ч-5 (длиной 5 мм) вновь последовательно исследовали при тех же температурах. Опыты ставили по методике, которая была использована нами ранее при изучении диффузии гидрофобных растворов канифоли [1]. Щепу, предварительно пропитанную этанольным раствором канифоли (288,8 г/л), помещали в растворитель и процесс извлечения канифоли изучали во времени при определенных условиях. После каждого опыта щепу экстрагировали серным эфиром и затем вновь использовали ее для пропитки и последующего экстрагирования.

При подсчете численного значения критерия Эйлера в каждом отдельном опыте комплекс $\frac{fg}{w_m^2}$ принимали за постоянную величину, а критерии преобразовывали с учетом следующих допущений [3]: термическое давление паров растворителя принимали прямо пропорциональным величине $\frac{w_m^2}{2g}$ γ_n , а общее давление — прямо пропорциональным термическому, тогда можно считать, что

$$\frac{g}{w_m^2} = \frac{\gamma_n}{2P},$$

где $\frac{w_m^2}{g}$ — двойной «напор»;

$\frac{w_m^2}{g} \gamma_n$ — давление ($2P$).

При подсчете значений Eu'_n определяли $\frac{Eu'_n}{\frac{r^2 g}{L w_m^2}} = N(N$ — переменная часть критерия Эйлера), откуда

$$Eu'_n = N \frac{\gamma_n \cdot f}{2LP},$$

где $\frac{f}{2}$ — характеристический размер капилляров, нам неизвестный.

Вычисляемый в опытах критерий

$$\frac{Eu'_n}{f} = N \frac{\gamma_n}{2PL},$$

где γ_n — удельный вес паров растворителя при температуре опыта, г/см³.

Распространяя на пары растворителя законы идеальных газов, получим

$$\frac{\gamma_n}{P} = \gamma_0 \frac{T_0}{TP_0} = \frac{M}{22,4} \frac{273}{(273 + t) \cdot 1033 \cdot 10^3} = \frac{0,0118M}{(273 + t) \cdot 10^3};$$

где M — молекулярный вес спирта;

$T_0 = 273^\circ K$;

P_0 — давление при нормальных условиях.

Тогда значение $\frac{Eu'_n}{f}$ можно подсчитать по формуле

$$\frac{Eu'_n}{f} = \frac{\Delta c}{P_{ж}} \cdot \frac{0,0118M}{(273 + t) 10^3 L}.$$

* Условное обозначение осмола, заготовленного на вырубке древостоя типа сосняк-черничник.

Критерии Прандтля и Архимеда находили из выражений

$$Pr' = \frac{\nu}{D_n}; \quad Ar = \frac{l^3 g}{\nu^2} \left(\frac{\rho_{ш} - \rho}{\rho} \right),$$

где $\rho_{ш}$ — плотность раствора в щепе, $г/см^3$;
 ρ — плотность окружающего раствора, $г/см^3$;
 ν — вязкость раствора в щепе, $сст$;
 l — средняя условная длина капилляра, $см$;
 D_n — коэффициент диффузии в капиллярах, $см^2/сек$.

Полученные данные обрабатывали по обычному графическому методу и определяли значения степеней m и n , а также коэффициент K . На основании этих величин были получены следующие конкретные виды уравнений, описывающих процесс диффузии этанольных растворов канифоли в капиллярах древесины:

для щепы Ч-10 мм

$$Pr' = 1,05 \cdot 10^{-3} Eu_n' Ar^{1,2} \quad (\text{опыты 22,21})$$

и

$$Pr' = 1,95 \cdot 10^{-3} Eu_n' Ar^{1,2} \quad (\text{опыты 19,20});$$

для щепы Ч-5 мм

$$Pr' = 1,6 \cdot 10^{-3} (Eu_n')^{0,67} Ar^{1,05}.$$

Для определения степени достоверности значений Pr' , вычисленных по данным формулам, мы сравнивали их с величинами Pr' , определенными опытным путем, и строили корреляционные графики для щепы Ч-5 (рис. 1) и Ч-10 (рис. 2). Полученные графики показали удовлетворительное совпадение, что подтвердило справедливость выведенных уравнений.

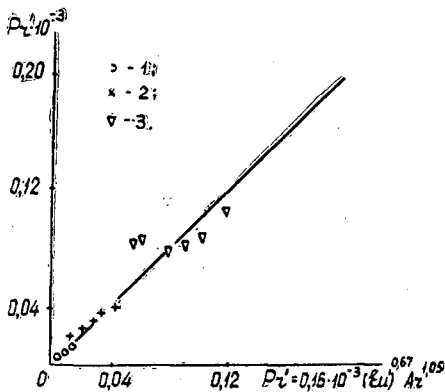


Рис. 1.

1 — опыт 10; 2 — 11; 3 — 14.

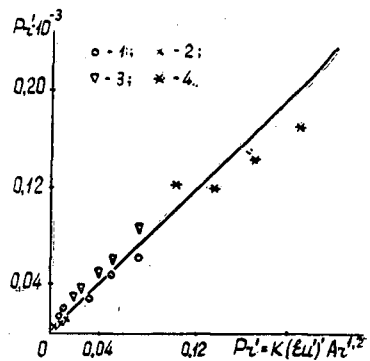


Рис. 2.

1 — опыт 21 ($K=1,05 \cdot 10^{-3}$);
 2 — 22 ($K=1,05 \cdot 10^{-3}$); 3 — 19
 ($K=1,95 \cdot 10^{-3}$); 4 — 20 ($K=1,95 \cdot 10^{-3}$).

ЛИТЕРАТУРА

[1]. С. Я. Коротов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1962. [2]. Л. В. Меньшикова и др. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1962. [3]. Научный отчет по теме № 9 Архангельского института леса и лесохимии за 1965 г.

Поступила 29 апреля 1968 г.

УДК 547.992.3

**О НЕКОТОРЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ СЕРНОКИСЛОТНОГО ЛИГНИНА
В УСЛОВИЯХ ПРЕССОВАНИЯ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ****Г. Ф. ПОТУТКИН, В. Ф. ЧЕСНОКОВ, Г. Л. ДРАНИШНИКОВ**

(Архангельский лесотехнический институт)

Ранее нами было показано, что в условиях прессования древесностружечных плит под воздействием тепла и давления происходит химическое взаимодействие лигнина древесины с карбамидными смолами [6]. Поскольку при изготовлении плит лигнин является более активной составной частью древесины, то представляет интерес изучить характер изменений лигнина в условиях прессования.

В настоящей работе изучены изменения в инфракрасных спектрах лигнина исходной древесины и лигнина древесины, подвергнутой прессованию в условиях изготовления древесностружечных плит.

Для исследования использовали сосновую стружку с влажностью 6%, полученную на станках ДС-2. Чтобы не изменять условий влажности при прессовании, на стружку в смесителе периодического действия напыляли воду из расчета 7,5% к весу абс. сухой древесины. Плиты размером $550 \times 650 \times 19$ мм прессовали при удельном давлении 16 кг/см^2 и времени выдержки под давлением 19 мин. Опыты проведены в двух вариантах — при температурах 140 и 180°C как минимально и максимально допустимых при изготовлении древесностружечных плит на карбамидных связующих.

Физико-механических испытаний плит не производили. Кромки плит шириной по 100 мм обрезали и из таких плит (размером $350 \times 450 \times 19$ мм) получали опилки. Лигнин выделяли по методу Кёнига в модификации Комарова [8] из фракции опилок, проходящей через сито с диаметрами отверстий 1 мм и задерживающейся на сите с диаметрами отверстий 0,5 мм. Методика выделения лигнина описана нами ранее [6].

Исследованию структуры лигнинов с помощью инфракрасной спектроскопии посвящены многочисленные работы [3], [4], [5], [7], [10], [11], [12], в которых сделано отнесение полос в спектрах поглощения различных препаратов лигнина и обсуждены изменения, возникающие от взаимодействия различных факторов.

Спектры поглощения регистрировали на двухлучевом спектрофотометре ИКС-14. Для изучения была выбрана область спектра $800\text{—}1800 \text{ см}^{-1}$ и $2200\text{—}3600 \text{ см}^{-1}$ с использованием призм из хлористого натрия и фтористого лития. Для исследования применяли таблетки из смеси лигнина с бромистым калием («спектрально чистым»), запрессованные при давлении пресса 5 Т/см^2 . Концентрация лигнина 9 мг на 2 г бромистого калия. Инфракрасные спектры сернокислотного лигнина приведены на рис. 1.

В спектрах сернокислотного лигнина из исходной стружки и лигнинов из стружки, предварительно запрессованной при 140 и 180°C, проявляются характерные свойства полимеров. Ароматический характер исследованных лигнинов подтверждается устойчивыми полосами при 1500 и 1600 см^{-1} , которые вызваны колебаниями бензольных ядер [3], [7]. Обращает на себя внимание сходство спектров всех рассматриваемых лигнинов. Вместе с тем сравнение спектров позволяет выявить и некоторые изменения лигнинов. Эти изменения наблюдаются в области $3600\text{—}3200 \text{ см}^{-1}$, где находятся полосы валентных колебаний гидроксильных групп. В спектре лигнина из древесины, запрессованной при

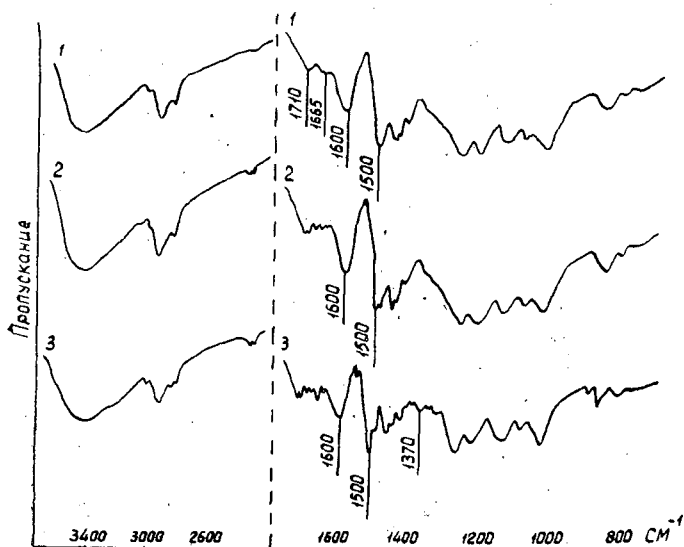


Рис. 1.

1 — для сернокислотного лигнина из исходной стружки; 2 — для сернокислотного лигнина из стружки, подвергнутой прессованию при 140°C; 3 — для сернокислотного лигнина из стружки, подвергнутой прессованию при 180°C.

140°C, эти изменения незначительны. В спектре лигнина из древесины, запрессованной при 180°C, полоса при 3600—3200 $см^{-1}$ становится более широкой, что свидетельствует о наличии в этом лигнине гидроксильных групп, включенных в более сильную водородную связь [4], [5].

В области карбонильного поглощения (1700—1750 $см^{-1}$) в лигнине из исходной древесины наблюдается полоса при 1710 $см^{-1}$, которую можно отнести к колебаниям карбониллов карбоксильной группы. С повышением температуры прессования стружки интенсивность полос увеличивается, что может быть вызвано накоплением в лигнине карбоксильных групп [13]. Это подтверждается и результатами химического анализа.

Так, количество карбоксильных групп в лигнине из исходной стружки, определенных кальцийацетатным методом [2], составляет 3,3%, а в лигнине из стружки, запрессованной при 140 и 180°C, соответственно 3,45 и 3,6%. Это можно объяснить тем, что в условиях эксперимента возможно окисление лигнина древесины.

Кроме того, в спектре лигнина из исходной стружки имеется нечетко выраженное поглощение при 1665 $см^{-1}$, которое относят к валентным колебаниям карбонильных групп в α -положении к ароматическому ядру [7], [11]. В спектрах лигнина из стружки, подвергнутой прессованию в условиях эксперимента, в этой области наблюдается ряд мелких полос, интенсивность которых увеличивается с возрастанием температуры прессования древесностружечных плит. Отнесение этих полос вызывает затруднения, так как в этой области наблюдается поглощение альдегидных, кетонных и карбоксильных групп, находящихся в различных положениях к ароматическому кольцу [7]. Кроме того, появление этих полос может быть вызвано и образованием внутримолекулярной и межмолекулярной водородной связи между карбонильными группами и водородами гидроксильных групп лигнина.

Сопоставление других участков спектра лигнина из исходной стружки и спектра лигнина из стружки, запрессованной при температуре 140°C, не показывает каких-либо существенных изменений.

В спектре лигнина из стружки, запрессованной при 180°C, имеются изменения в области около 800 см^{-1} . Изменения в поглощении лигнина в этой области вызваны, по-видимому, различной степенью конденсации бензольных ядер [9] и большей степенью замещения водорода в бензольном кольце лигнина [4]. Принято считать, что при нагревании древесины происходит конденсация лигнина. По-видимому, и в наших опытах наблюдается подобное явление. Факт конденсации подтверждает и элементарный анализ лигнинов [1], проведенный нами. В лигнине из исходной стружки содержится 63,7% углерода и 6,72% водорода. В лигнине из стружки, запрессованной при 140 и 180°C, содержится соответственно 66,44 и 67,80% углерода, 5,89 и 5,80% водорода.

В спектре лигнина из стружки, запрессованной при 180°C, наблюдаются изменения и в области 1300—1500 см^{-1} . Полагают, что эти изменения вызваны изменением состава функциональных групп, связанных с бензольным кольцом [3], [7], [11]. Проведенные нами опыты по определению метоксильных групп в лигнине в известной степени могут служить подтверждением этого. Так, в лигнине из исходной стружки определено по Цейзелю [1] 14,55% метоксильных групп, а в лигнинах из стружки, подвергнутой прессованию при 140 и 180°C, соответственно — 13,39 и 12,87%.

Появление полосы при 1370 см^{-1} в спектре лигнина из стружки, запрессованной при 180°C, вероятно, может быть вызвано образованием арил-алкильного эфира [11] и связанного с этим возможного образования псевдолигнина вследствие взаимодействия лигнина с продуктами распада древесины. Это подтверждается нашими данными количественного определения лигнина: если в исходной стружке определили 28% лигнина, то в стружке, подвергнутой прессованию при 140 и 180°C, соответственно 28,3 и 29,05% лигнина.

Таким образом, изучение инфракрасных спектров в сочетании с химическим анализом позволяет утверждать, что в условиях изготовления древесностружечных плит наблюдаются заметные изменения лигнина древесины, возрастающие с повышением температуры прессования.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. О. Коршун. ЖАХ. Т. 7, вып. 2, 96—100, 1952. [2]. Т. А. Кухаренко. ЖПХ, 21, 3, 1948. [3]. Ю. С. Пилипчук, Р. З. Пен, А. В. Финкельштейн. Труды Сибирского технологического института. Сб. 38, 20—26, 1966. [4]. Ю. С. Пилипчук, Р. З. Пен, А. В. Финкельштейн. Применение молекулярной спектроскопии в химии. Сборник докладов на 3 Сибирском совещании по спектроскопии, М., «Наука», 137—139, 1966. [5]. Дж. Пиментел. Водородная связь. Сборник статей, М., «Наука», 1964. [6]. Г. Ф. Потуткин, Г. Л. Дранишников. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 119—124, 1965; № 6, 140—144, 1965. [7]. В. М. Резников, Г. Д. Понурова. ЖПХ, 36, 7, 1557, 1963. [8]. Т. И. Руднева, С. Д. Антоновский. Руководство к практическим занятиям по химии древесины и целлюлозы. Изд. ЛТА, 1951. [9]. В. Фукс. Химия и химическая технология, № 1, 136, 1957. [10]. Н. I. Volker. Nature (Engl.), 197, 489, 1963. [11]. H. L. Hergert. J. Org. chem., 25, 3, 405, 1960. [12]. E. I. Jones. Tappi, 32, 167, 1949. [13]. D. Smith. J. Chem. Soc. 2347, 1955.

УДК 634.0.813

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПИРОЛИЗА НА ТЕМПЕРАТУРОПРОВОДНОСТЬ И ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ПОЛУКОКСА

М. К. ШАЙХАТДИНОВА, Э. Д. ЛЕВИН

(Сибирский технологический институт)

Основной продукт, получаемый при пиролизе полимеров древесного происхождения, — полукокс (уголь). Однако его теплофизические и физические свойства изучены недостаточно. В данной работе сделана попытка определить коэффициенты теплопроводности и температуропроводности полукокса и зависимость этих коэффициентов от температуры пиролиза.

На лабораторной установке скоростного пиролиза [3] нами были получены во взвешенном состоянии полукокс коры лиственницы сибирской при 400, 500, 600 и 700°C и для них определены коэффициенты теплопроводности и температуропроводности. Поскольку нижняя часть реторты не имеет обогрева [3], прокаливания полукокса в слое не происходило. Температуропроводность и теплопроводность находили способом, основанным на принципах метода регулярного режима [2], наступающего по истечении достаточного времени после начала охлаждения. Регулярный режим характеризуется тем, что с момента его наступления температурное поле системы изменяется по экспоненциальному закону

$$U - \Theta = V = A U e^{-m\tau}, \quad (1)$$

где Θ — температура среды;

U — функция координат системы.

Следовательно, логарифм разности изменяется прямолинейно

$$\ln V = -m\tau + G(x, y, z), \quad (2)$$

здесь G — функция координат;

при этом скорость ее изменения

$$\frac{d(\ln V)}{d\tau} = -m \quad (3)$$

одинакова для всех точек системы. Число m характеризует быстроту охлаждения системы в целом независимо от выбора точек M_1, M_2, M_3 .

Темп охлаждения m определяют из уравнения (3) методом конечных разностей с использованием экспериментальных данных

$$m = \frac{\ln V_1 - \ln V_2}{\tau_2 - \tau_1} \quad (4)$$

Для проведения опытов нами был взят цилиндрический латунный калориметр диаметром 47,6 мм и высотой 76,4 мм. В него помещали определенную навеску полукокса, предварительно просеянную через

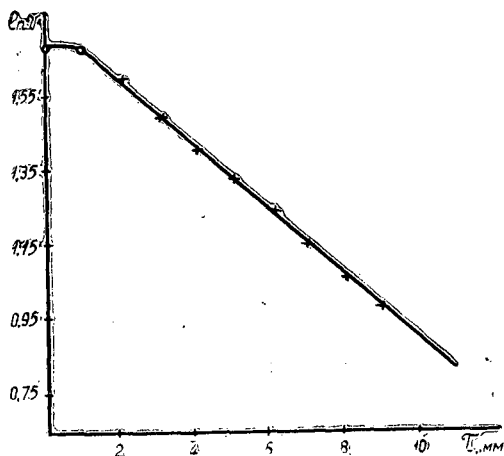


Рис. 1.

сито 0,25 мм. Температуру измеряли при помощи медь-константановой дифференциальной термопары, холодные концы которой подсоединены к чувствительному гальванометру магнитоэлектрической системы. Калориметры нагревали в воздушном термостате, температуру которого поддерживали на 10—15°C выше окружающей; охлаждали — в жидкостном термостате, заполненном водой, достаточного объема для поддержания условия $\alpha = \text{const}$. Для повышения эффективности термостатирования жидкость охлаждающего термостата перемешивали мешалкой, через каждую минуту снимали показания гальванометра. По полученным данным строили кривую (рис. 1); на оси абсцисс откладывали время τ , на оси ординат — $\ln V$, затем рассчитывали m из выражения (4).

По первой теореме Г. М. Кондратьева при $\alpha = \infty$ величина m прямо пропорциональна коэффициенту температуропроводности [4]

$$a = Km. \quad (5)$$

Коэффициент пропорциональности K зависит лишь от формы и размеров тела; для цилиндра длиной l его определяют из следующих соотношений:

$$K = \frac{1}{\left(\frac{2,405}{k}\right)^2 + \left(\frac{\pi}{l}\right)^2}. \quad (6)$$

Коэффициент теплопроводности находят по формуле

$$\lambda = \frac{H_{\text{эт}} \lambda_{\text{эт}}}{H} + \frac{LC_{\text{обол}}}{H \cdot S} (m_{\text{эт}} - m). \quad (7)$$

Значение m определяют по формуле (4) при охлаждении λ калориметра в воздушном термостате; величины $H_{\text{эт}}$, $\lambda_{\text{эт}}$ и $m_{\text{эт}}$ известны; значения L , C и S характеризуют форму оболочки. Критерий $H = f(M)$. Критерий $M = \frac{m \cdot K}{a}$. Зная M , из таблиц [3] находим H и рассчитываем среднее значение λ .

Данные зависимости коэффициентов теплопроводности и температуропроводности от температуры пиролиза приведены в табл. 1.

Из данных табл. 1 видно, что коэффициенты теплопроводности и температуропроводности возрастают с увеличением температуры пиролиза коры. Это связано с внутренними изменениями структуры полу-

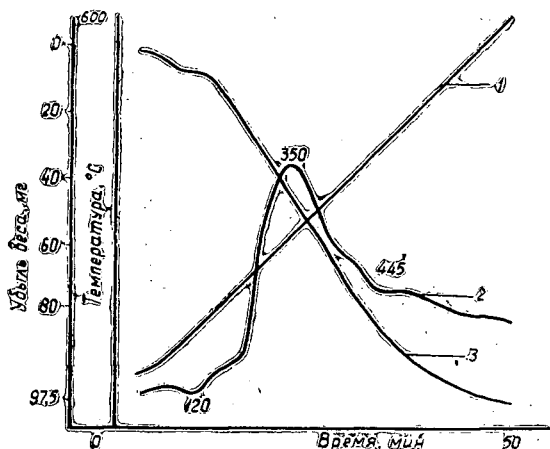


Рис. 2.

1 — температурная кривая Т;
2 — дифференциальная ДТА;
3 — термогравиметрическая ТГ.

кокса. При высоких температурах полимерное вещество растительного происхождения превращается в карбонизованное твердое тело и в летучие вещества. Молекулярное строение первоначального вещества нарушается, уступая место структурам, более богатым углеродом. Структура твердого тела приобретает более упорядоченное строение. Об этом свидетельствует повышение таких величин как теплопроводность, температуропроводность, электропроводимость.

Подобные изменения отмечали ранее В. Н. Козлов и О. В. Бронзов [1]. Они показали, что при возрастании температур выжиг повышается кристалличность структуры углерода. При температуре выше 900°C , по их мнению, появляются элементы графитовой структуры; к этой группе примыкает и полукокк, полученный при $700\text{--}800^{\circ}\text{C}$.

Косвенным подтверждением такого направления изменения структуры служат данные дериватограммы (рис. 2). По кривой ТГ при 600°C разлагается 80% вещества; при этом образуется термически устойчивая структура, которая при дальнейшем повышении температуры подвергается внутренним модификациям. Высокая пористость этого вещества на стадиях карбонизации в области температур $600\text{--}700^{\circ}\text{C}$, по-видимому, обуславливает и снижение насыпного веса полукоккса (табл. 1).

Таблица 1

| Температура пиролиза, $^{\circ}\text{C}$ | Коэффициент тепло- проводности | | Коэффициент температу- ропроводности | | Объемный вес, $\text{кг}/\text{м}^3$ |
|--|---|-----------------------------------|---|----------------------------------|--|
| | $\frac{\text{ккал}}{\text{м час град}}$ | $\frac{\text{вт}}{\text{м град}}$ | $\text{м}^2/\text{час } 10^{-4}$ | $\text{м}^2/\text{сек } 10^{-4}$ | |
| 400 | 0,067 | 0,078 | 6,39 | 17,75 | 220 |
| 500 | 0,069 | 0,080 | 7,81 | 21,69 | 220 |
| 600 | 0,073 | 0,084 | 8,62 | 23,94 | 220 |
| 700 | 0,074 | 0,086 | 11,1 | 30,83 | 169 |

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. В. Н. Козлов, О. В. Бронзов. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1962.
[2]. Г. М. Кондратьев. Тепловые расчеты. Машгиз. М.—Л., 1957. [3]. Э. Д. Левин, Г. А. Малков. Сборник трудов Сибирского технологического института, т. XXXVI, 1963. [4]. М. А. Михеев. Основы теплопередач. Госэнергоиздат, М.—Л., 1956.

Поступила 22 октября 1968 г.

УДК 634.0.332

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ЗАВИСАНИЯ ЩЕПЫ ИЗ ЛЕСОСЕЧНЫХ ОТХОДОВ В ШАХТЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРА ЭНЕРГОХИМИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

С. И. ГОЛОВКОВ, И. Ф. КОПЕРИН

(ЦНИИМЭ)

По данным ряда лесных научно-исследовательских учреждений и проектных организаций отходы лесозаготовок и лесопиления составляют до 40—45% от общего объема заготавливаемой древесины.

Исследования, проведенные за последние годы в ЦНИИМЭ, ЛТА, ЦНИЛХИ и СевНИИПе, показали, что во многих случаях весьма эффективным методом использования отходов может быть энергохимическая переработка их с целью получения лесохимических продуктов и дешевой электроэнергии или технологического пара. Основной аппарат энергохимических установок — стационарный газогенератор прямого процесса газификации.

По своим свойствам щепы из лесосечных отходов отличается от щепы, образующейся при дроблении стволовой древесины: она мало сыпуча, склонна к сводообразованию, быстро уплотняется при хранении в емкостях, содержит большое количество минеральных примесей, влажность ее достигает 55% отн., форма частиц щепы весьма разнообразна, размеры их широко варьируют. Все эти особенности требуют разработки специальной конструкции газогенератора, обеспечивающей нормальное протекание процесса газификации. Одно из обязательных условий нормального протекания процесса газификации любого топлива — непрерывное поступление его к дутьевым органам газогенератора. При любых задержках перемещения топлива получают прогары слоя с последующим уменьшением теплоты сгорания газа и удельных выходов лесохимических продуктов.

Данная работа посвящена выявлению условий, при которых возможны нарушения нормального поступления щепы к дутьевым органам газогенератора, то есть зависанию щепы в шахте газогенератора. Попытка проанализировать такие условия впервые была сделана П. И. Евтухом*, который использовал обычно принимаемую в механике грунтов зависимость прямой пропорциональности между вертикальным давлением и давлением бокового распора.

Однако расчет условий зависания, основанный на этой зависимости, теоретически несостоятелен, так как он не учитывает изменения объемного веса γ от переменного давления p и упускает то обстоятельство, что силы трения, действующие между столбом щепы и стенками шахты, поддерживают вышележащие слои щепы. Последнее дает основание полагать, что среднее вертикальное давление в слое щепы всегда меньше величины γh .

Проанализируем условия движения щепы в шахте газогенератора цилиндрической формы с учетом изменения насыпного веса от вертикального давления и влияния сил трения между стенками шахты и столбом находящейся в ней щепы. В литературе мы не обнаружили экспериментальных данных об изменении объемного веса щепы от вертикального давления. Можно предположить, что для малых значений p эта зависимость удовлетворительно описывается в первом приближении следующим уравнением:

* Отчет ЦНИИМЭ по теме № 22, 1957.

$$\gamma = \gamma_0 + a\rho, \quad (1)$$

где γ_0 — объемный вес щепы без уплотнения, $\kappa\Gamma/\text{м}^3$;
 a — постоянный коэффициент;
 ρ — вертикальное давление, $\kappa\Gamma/\text{м}^2$.

Чтобы установить связь между вертикальным давлением на щепу и высотой вышележащего слоя, воспользуемся условием, что приращение суммарного усилия dP ($\kappa\Gamma$), действующего на горизонтальный слой сечения щепы, равно разности между приращением веса вышележащих слоев и приращением суммарной силы трения между щепой и стенками шахты

$$dP = dG - dF. \quad (2)$$

Очевидно

$$dP = \frac{\pi D^2}{4} dp; \quad (3)$$

$$dF = \pi D \mu k p dh; \quad (4)$$

$$dG = \frac{\pi D^2}{4} \gamma dh. \quad (5)$$

Подставив эти величины в уравнение (2) и заменив при этом значение γ из выражения (1), получим

$$\frac{\pi D^2}{4} dp = \frac{\pi D^2}{4} (\gamma_0 + a\rho) dh - \pi D \mu k p dh.$$

После соответствующего преобразования и интегрирования это уравнение имеет следующий вид:

$$\ln \left(p + \frac{\gamma_0}{a - \frac{4\mu k}{D}} \right) = \left(a - \frac{4\mu k}{D} \right) h + C. \quad (6)$$

Постоянную интегрирования C найдем из начальных условий $h = 0$ и $p = 0$. Подставив значения этих условий в уравнение (6), получим

$$\ln \left(\frac{\gamma_0}{a - \frac{4\mu k}{D}} \right) = C.$$

После подстановки значения постоянной C в уравнение (6) получим

$$p = \frac{\gamma_0}{a - \frac{4\mu k}{D}} \left(e^{\left(a - \frac{4\mu k}{D} \right) h} - 1 \right). \quad (7)$$

Уравнение (7) позволяет оценить в первом приближении соотношение между внутренним диаметром шахты газогенератора и высотой находящегося в ней слоя щепы с точки зрения ее движения без зависимостей при условии равномерного по сечению шахты расходования топлива в активной зоне и равномерного отбора золы и шлака.

Предположим, что $a > \frac{4\mu k}{D}$. Тогда при $h = \infty$ $p = \frac{\gamma_0}{a - \frac{4\mu k}{D}}$.

$(e^\infty - 1) = \infty$ или иначе при безграничном увеличении высоты слоя среднее вертикальное давление в слое щепы безгранично повышается.

Предположим далее, что $a < \frac{4\mu k}{D}$. В этом случае величина $a - \frac{4\mu k}{D} < 0$. Тогда при $h = \infty$

$$p = \frac{\gamma_0}{a - \frac{4\mu k}{D}} (e^{-\infty} - 1) = \frac{\gamma_0}{\frac{4\mu k}{D} - a}.$$

Таким образом, при этом условии кривая $p = f(h)$ при безграничном возрастании аргумента h приближается к асимптоте — прямой, параллельной оси абсцисс и находящейся от этой оси на расстоянии

$$\frac{\gamma_0}{\frac{4\mu k}{D} - a}.$$

Рассмотрим, при каких условиях щепка может непрерывно двигаться в цилиндрической шахте с учетом сил трения о ее стенки и уплотнения щепы от действия вертикального давления. Чтобы щепка не зависала в шахте и непрерывно двигалась по мере ее расходования в активной зоне, необходимо выполнять следующее неравенство:

$$F < G. \quad (8)$$

Из формулы (4)

$$F = \pi D \mu k \int_0^h p dh. \quad (9)$$

Интегрируя уравнение (5) с учетом (1) в пределах от 0 до h , найдем

$$G = \frac{\pi D^2}{4} \gamma_0 h + \frac{\pi D^2}{4} a \int_0^h p dh. \quad (10)$$

Подставив значения F и G из уравнений (9) и (10) в неравенство (8), получим

$$\pi D \mu k \int_0^h p dh < \frac{\pi D^2}{4} \gamma_0 h + \frac{\pi D^2}{4} a \int_0^h p dh.$$

После несложных преобразований это неравенство приобретает следующий вид:

$$\left(\frac{4\mu k}{D} - a \right) \int_0^h p dh < \gamma_0 h. \quad (11)$$

Определим значение $\int_0^h p dh$; для этого подставим в него выражение p из уравнения (7)

$$\int_0^h p dh = \int_0^h \frac{\gamma_0}{a - \frac{4\mu k}{D}} \left(e^{\left(a - \frac{4\mu k}{D}\right)h} - 1 \right) dh.$$

Интегрируя правую часть этого выражения в пределах от 0 до h , получим

$$\int_0^h p dh = \frac{\gamma_0}{a - \frac{4\mu k}{D}} \left[\frac{1}{a - \frac{4\mu k}{D}} \left(e^{\left(a - \frac{4\mu k}{D}\right)h} - 1 \right) - h \right];$$

тогда неравенство (11) примет вид

$$\left(\frac{4\mu k}{D} - a \right) \frac{\gamma_0}{a - \frac{4\mu k}{D}} \left[\frac{1}{a - \frac{4\mu k}{D}} \left(e^{\left(a - \frac{4\mu k}{D} \right) h} - 1 \right) - h \right] < \gamma_0 h.$$

После его преобразования получим

$$\frac{\gamma_0}{a - \frac{4\mu k}{D}} \left(1 - e^{\left(a - \frac{4\mu k}{D} \right) h} \right) < 0. \quad (12)$$

В случае $a - \frac{4\mu k}{D} < 0$ выражение $\frac{\gamma_0}{a - \frac{4\mu k}{D}} < 0$.

Неравенство (12) будет справедливо, если

$$\left(1 - e^{\left(a - \frac{4\mu k}{D} \right) h} \right) > 0$$

или

$$e^{\left(a - \frac{4\mu k}{D} \right) h} < 1. \quad (13)$$

При $h = \infty$ и $a - \frac{4\mu k}{D} < 0$ выражение $e^{\left(a - \frac{4\mu k}{D} \right) h} = e^{-\infty} = 0$.

Таким образом, неравенство (13) при указанном условии справедливо при любом значении $h > 0$. Следовательно, в цилиндрической шахте с вертикальными стенками и при $\left(a - \frac{4\mu k}{D} \right) < 0$ щеля, склонная к сводообразованию, будет двигаться без зависимостей при любой высоте шахты при условии, что в активной зоне щеля равномерно расходуеться по всему поперечному сечению шахты.

Рассмотрим случай, когда $a - \frac{4\mu k}{D} > 0$. В этом случае выражение $\frac{\gamma_0}{a - \frac{4\mu k}{D}} > 0$ и для того, чтобы было справедливо неравенство (12), необходимо выполнение неравенства

$$\left(1 - e^{\left(a - \frac{4\mu k}{D} \right) h} \right) < 0$$

или

$$e^{\left(a - \frac{4\mu k}{D} \right) h} > 1. \quad (14)$$

При $h = \infty$ и $\left(a - \frac{4\mu k}{D} \right) > 0$ выражение $e^{\left(a - \frac{4\mu k}{D} \right) h} = e^{\infty} = \infty$. Таким образом, неравенство (14) справедливо при любом значении $h > 0$, и в этом случае (то есть при $a - \frac{4\mu k}{D} > 0$) щеля в цилиндрической шахте будет двигаться без зависимостей при любой ее высоте.

Полученную теоретическую зависимость $P = f(h)$ (7) можно использовать для конкретных расчетов после экспериментального определения коэффициента бокового распора щепы, коэффициента трения щепы о стенки шахты газогенератора, зависимости объемного веса щепы от вертикального давления.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 65.011.56

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ВОЗДУШНО-ПАРОВОЙ
ЛЕСОСУШИЛЬНОЙ КАМЕРЫ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ
КАК ДВУХЪЕМКОСТНОГО ОБЪЕКТА
РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ АГЕНТА СУШКИ

А. А. СМОРНОВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Мы предложили следующее дифференциальное уравнение для приближенного математического описания воздушно-паровой лесосушильной камеры периодического действия как двухъемкостного объекта по температуре высушиваемой древесины:

$$\frac{A_{\text{кал}}}{\varepsilon_1 \alpha_{\text{кал}} F_{\text{кал}}} \cdot \frac{A_{\text{др}}}{\alpha_{\text{др}} F_{\text{др}}} \cdot \frac{d^2}{d\tau^2} \left(\frac{\Delta \vartheta_1^{\text{др}}}{\vartheta_0^{\text{др}}} \right) + \left(\frac{A_{\text{кал}}}{\varepsilon_1 \alpha_{\text{кал}} F_{\text{кал}}} + \frac{A_{\text{др}}}{\alpha_{\text{др}} F_{\text{др}}} \right) \frac{d}{d\tau} \left(\frac{\Delta \vartheta_1^{\text{др}}}{\vartheta_0^{\text{др}}} \right) + \frac{\Delta \vartheta_1^{\text{др}}}{\vartheta_0^{\text{др}}} = \frac{\Delta Q_0^{\text{суш}}}{Q_0^{\text{суш}}} \cdot \frac{Q_0^{\text{суш}}}{\vartheta_0^{\text{др}} \left(\alpha_{\text{кал}} F_{\text{кал}} + \frac{\Delta Q_0^{\text{суш}}}{\Delta \vartheta_1^{\text{с}}} \right)} \quad (1)$$

- где $A_{\text{кал}}$ — коэффициент тепловой емкости калориферов, *ккал/град*;
 $\alpha_{\text{кал}}$ — коэффициент теплоотдачи от поверхности ребристых чугунных труб калорифера к агенту сушки, *ккал/м² час град*;
 $F_{\text{кал}}$ — площадь поверхности теплоотдачи ребристых чугунных труб калориферов, *м²*;
 $A_{\text{др}}$ — коэффициент тепловой емкости пиломатериалов в штабеле в процессе сушки, *ккал/град*;
 $\alpha_{\text{др}}$ — коэффициент теплообмена агента сушки с древесиной, *ккал/м² час град*;
 $F_{\text{др}}$ — площадь поверхности теплообмена пиломатериалов, *м²*;
 $\vartheta_0^{\text{др}}$ и $\vartheta_1^{\text{др}}$ — соответственно начальная и конечная температуры древесины в штабеле, то есть до воздействия возмущения и после него, *°С*;
 $Q_0^{\text{суш}}$ — расход тепла на сушку древесины в равновесном состоянии процесса перед нанесением возмущения, *ккал/час*;
 $\Delta \vartheta_1^{\text{с}}$ — приращение температуры агента сушки по сухому термометру в результате возмущающего воздействия, *°С*;
 ε_1 — коэффициент, равный отношению $\alpha_1/9,1\alpha_{\text{кал}}$.

Дифференциальное уравнение (1) справедливо в случае, когда автоматическое регулирование ведется по обобщенной координате разности температур древесины в процессе сушки, а именно разности температур древесины в конце периода испарения свободной влаги и в период испарения связанной влаги (метод измерения текущей влажности пиломатериалов в процессе сушки, разработанный П. И. Ананьиним, В. Н. Петри и Г. Р. Урвановым).

Обычно процесс сушки регулируют по температуре сухого термометра. Поэтому необходимо приближенно математически описать воздушно-паровую лесосушильную камеру периодического действия как двухемкостный объект по температуре агента сушки. Тепловая емкость агента сушки незначительна. Через эту емкость тепло передается от калориферов к древесине, то есть агент сушки является промежуточной передающей средой. Возмущающие воздействия воспринимаются агентом сушки и передаются сохнущей древесине. Все изменения в подаче тепла в калориферы, возникающие по той или иной причине, приводят к изменению температуры и влажности агента сушки и воспринимаются психрометром, составленным из двух термометров сопротивления или термопар.

Рассмотрим коэффициент передачи отдельно по емкостям калориферов, агента сушки и древесины. В калориферы подают греющий пар с температурой ϑ_1 ; при наличии возмущающего воздействия имеем приращение $\Delta\vartheta_1$ (знаки \pm опускаем). Тепло, отданное паром стенкам калориферов, увеличивает их температуру на величину приращения $\Delta\vartheta_{ст.к.}$. Следовательно, коэффициент передачи калориферов

$$k_1 = \frac{\Delta\vartheta_{ст.к.}}{\Delta\vartheta_1}. \quad (2)$$

Тепло, отданное паром стенкам калориферов, частично аккумулируется в стенках, а, в основном, направлено на прогрев агента сушки на величину $\Delta\vartheta_1^c$. Отсюда коэффициент передачи агента сушки

$$k_2 = \frac{\Delta\vartheta_1^c}{\Delta\vartheta_{ст.к.}}. \quad (3)$$

Тепло, воспринятое агентом сушки, в основном, расходуется на испарение влаги и на прогрев древесины.

Тепловая емкость массы агента сушки, одновременно заключенной в объеме промежутков между пластинами пиломатериалов в штабеле, крайне мала по сравнению с тепловой емкостью штабеля. Отсюда коэффициент передачи штабеля

$$k_3 = \frac{\Delta\vartheta_1^{ap}}{\Delta\vartheta_1^c}. \quad (4)$$

Общий коэффициент передачи камеры

$$k_{об} = k_1 k_2 k_3 = \frac{\Delta\vartheta_{ст.к.}}{\Delta\vartheta_1} \cdot \frac{\Delta\vartheta_1^c}{\Delta\vartheta_{ст.к.}} \cdot \frac{\Delta\vartheta_1^{ap}}{\Delta\vartheta_1^c} = \frac{\Delta\vartheta_1^{ap}}{\Delta\vartheta_1}. \quad (5)$$

Как видим, состояние агента сушки (температура) не влияет на коэффициент передачи объекта регулирования (лесосушильная камера).

Из уравнения (4) следует, что

$$\Delta\vartheta_1^{ap} = k_3 \Delta\vartheta_1^c. \quad (6)$$

Таким образом,

$$\frac{\Delta\vartheta_1^{ap}}{\vartheta_0^{ap}} = k_3 \frac{\Delta\vartheta_1^c}{\vartheta_0^c}. \quad (7)$$

Умножив и разделив правую часть уравнения (7) на ϑ_0^c , получим

$$\frac{\Delta\vartheta_1^{ap}}{\vartheta_0^{ap}} = k_3 \frac{\Delta\vartheta_1^c}{\vartheta_0^c} \cdot \frac{\vartheta_0^c}{\vartheta_0^c} = k_3 \frac{\Delta\vartheta_1^c}{\vartheta_0^c} \cdot \frac{\vartheta_0^c}{\vartheta_0^{ap}}. \quad (8)$$

Обозначим

$$b_0 = \frac{\vartheta_0^c}{\vartheta_0^{др}} \quad (9)$$

Отсюда

$$\vartheta_0^{др} = \frac{\vartheta_0^c}{b_0} \quad (10)$$

По температуре древесины штабель пиломатериалов — аperiodическое звено первого порядка. Таким же звеном по температуре является агент сушки, но его постоянная в несколько раз меньше постоянной времени штабеля пиломатериалов, так как агент сушки прогревается быстрее древесины штабеля.

На основании экспериментальных данных мы предлагаем соотношение этих постоянных характеризовать отношением количества тепла, затрачиваемого на прогрев древесины в течение времени постоянной агента сушки, к количеству тепла, идущего на прогрев той же древесины в течение времени постоянной штабеля пиломатериалов. Коэффициент, учитывающий эффективность поглощения теплоты массой древесины, обозначим через k_3 .

Связь между теплообменом и температурой древесины в штабеле устанавливается уравнением теплоотдачи Ньютона

$$Q_0^{исп} = \alpha_{др} F_{др} (\vartheta_1^c - \vartheta_1^{др}) \text{ ккал/час.} \quad (11)$$

Выразим уравнение (11) в приращениях

$$\Delta Q_0^{исп} = \alpha_{др} F_{др} (\Delta \vartheta_1^c - \Delta \vartheta_1^{др}) \frac{\text{ккал}}{\text{час}} \quad (12)$$

Из уравнения (12) имеем

$$\Delta \vartheta_1^{др} = \Delta \vartheta_1^c - \frac{\Delta Q_0^{исп}}{\alpha_{др} F_{др}} \text{ } ^\circ\text{C.} \quad (13)$$

Подставив в уравнение (4) выражение для $\Delta \vartheta_1^{др}$ из равенства (13), получим

$$k_3 = \frac{\Delta \vartheta_1^c - \frac{\Delta Q_0^{исп}}{\alpha_{др} F_{др}}}{\Delta \vartheta_1^c} = 1 - \frac{\Delta Q_0^{исп}}{\alpha_{др} F_{др} \Delta \vartheta_1^c} \quad (14)$$

Подставив в уравнение (1) коэффициент k_3 и значения величин $\frac{\Delta \vartheta_1^{др}}{\vartheta_0^{др}}$, $\vartheta_0^{др}$ и k_3 из выражений (8), (10) и (14), имеем

$$\begin{aligned} & \frac{A_{кал}}{\varepsilon_1 \alpha_{кал} F_{кал}} \cdot \frac{A_{др} k_3}{\alpha_{др} F_{др}} \cdot \frac{d^2}{d\tau^2} \left(\frac{\Delta \vartheta_1^c}{\vartheta_0^c} \right) + \left(\frac{A_{кал}}{\varepsilon_1 \alpha_{кал} F_{кал}} + \frac{A_{др} k_3}{\alpha_{др} F_{др}} \right) \frac{d}{d\tau} \left(\frac{\Delta \vartheta_1^c}{\vartheta_0^c} \right) + \frac{\Delta \vartheta_1^c}{\vartheta_0^c} = \\ & = \frac{\Delta Q_0^{суш}}{Q_0^{суш}} \cdot \frac{Q_0^{суш}}{\vartheta_0^c \left(\alpha_{кал} F_{кал} + \frac{\Delta Q_0^{суш}}{\Delta \vartheta_1^c} \right) \left(1 - \frac{\Delta Q_0^{исп}}{\alpha_{др} F_{др} \Delta \vartheta_1^c} \right)} \end{aligned} \quad (15)$$

Введем следующие обозначения.

Постоянная времени калориферов

$$T_1 = \frac{A_{кал}}{\varepsilon_1 \alpha_{кал} F_{кал}} \text{ час;} \quad (16)$$

постоянная времени штабеля пиломатериалов

$$T_2 = \frac{k_{\text{э}} A_{\text{др}}}{\alpha_{\text{др}} F_{\text{др}}} \text{ час}; \quad (17)$$

относительное изменение температуры агента сушки

$$\varphi_{\text{а.с}} = \frac{\Delta \vartheta_1^{\text{с}}}{\vartheta_0^{\text{с}}}; \quad (18)$$

относительное возмущающее воздействие

$$\mu = \frac{\Delta Q_0^{\text{суш}}}{Q_0^{\text{суш}}}; \quad (19)$$

коэффициент передачи лесосушильной камеры

$$k_{\text{об}}^{\text{а.с}} = \frac{Q_0^{\text{суш}}}{\vartheta_0^{\text{с}} \left(\alpha_{\text{кал}} F_{\text{кал}} + \frac{\Delta Q_0^{\text{суш}}}{\Delta \vartheta_1^{\text{с}}} \right) \left(1 - \frac{\Delta Q_0^{\text{исп}}}{\alpha_{\text{др}} F_{\text{др}} \Delta \vartheta_1^{\text{с}}} \right)}; \quad (20)$$

коэффициент самовыравнивания

$$k_{\text{об}}^{\text{а.с}} = \frac{\vartheta_0^{\text{с}} \left(\alpha_{\text{кал}} F_{\text{кал}} + \frac{\Delta Q_0^{\text{суш}}}{\Delta \vartheta_1^{\text{с}}} \right) \left(1 - \frac{\Delta Q_0^{\text{исп}}}{\alpha_{\text{др}} F_{\text{др}} \Delta \vartheta_1^{\text{с}}} \right)}{Q_0^{\text{суш}}}. \quad (21)$$

После подстановки выражений (16), (17), (18), (19) и (20) в уравнение (15) последнее принимает каноническую форму

$$T_3^2 \frac{d^2 \varphi_{\text{а.с}}}{d\tau^2} + T_4 \frac{d\varphi_{\text{а.с}}}{d\tau} + \varphi_{\text{а.с}} = \mu k_{\text{об}}^{\text{а.с}}. \quad (22)$$

Связь между первоначальным значением температуры агента сушки $\vartheta_0^{\text{с}}$ и новой величиной в установившемся состоянии $\vartheta_1^{\text{с}}$ (по окончании переходного процесса) выражается уравнением

$$\vartheta_1^{\text{с}} = \vartheta_0^{\text{с}} (1 + k_{\text{об}}^{\text{а.с}} \mu)^{\circ} \text{C}. \quad (23)$$

Отсюда

$$\Delta \vartheta_1^{\text{с}} = \vartheta_0^{\text{с}} k_{\text{об}}^{\text{а.с}} \mu; \quad (24)$$

$$k_{\text{об}}^{\text{а.с}} = \frac{\Delta \vartheta_1^{\text{с}}}{\vartheta_0^{\text{с}} \mu}. \quad (25)$$

Итак, уравнения (20) и (25) устанавливают зависимость коэффициента передачи лесосушильной камеры периодического действия от параметров агента сушки, однако из-за неопределенности величины $\Delta \vartheta_1^{\text{с}}$ воспользоваться этими уравнениями пока нельзя; очевидно, прежде всего необходимо найти эту величину. Чтобы исключить зависимую переменную $k_{\text{об}}^{\text{а.с}}$, уравнения (20) и (25) приравняем друг к другу

$$\frac{Q_0^{\text{суш}}}{\left(\alpha_{\text{кал}} F_{\text{кал}} + \frac{\Delta Q_0^{\text{суш}}}{\Delta \vartheta_1^{\text{с}}} \right) \left(1 - \frac{\Delta Q_0^{\text{исп}}}{\alpha_{\text{др}} F_{\text{др}} \Delta \vartheta_1^{\text{с}}} \right)} = \frac{\Delta \vartheta_1^{\text{с}}}{\mu}. \quad (26)$$

Решая уравнение (26) относительно $\Delta \vartheta_1^{\text{с}}$, получим

$$(\Delta \vartheta_1^{\text{с}})^2 - c \Delta \vartheta_1^{\text{с}} - c \frac{\Delta Q_0^{\text{суш}}}{\alpha_{\text{кал}} F_{\text{кал}}} = 0, \quad (27)$$

где $c = \frac{\Delta Q_0^{\text{исп}}}{\alpha_{\text{др}} F_{\text{др}}}$.

Очевидно,

$$\Delta\vartheta_1^c = \frac{c}{2} \pm \sqrt{\frac{c^2}{4} + c \frac{\Delta Q_{\text{суш}}}{\alpha_{\text{кал}} F_{\text{кал}}}} \text{ } ^\circ\text{C.} \quad (28)$$

Найдя по уравнению (28) численное значение изменения температуры агента сушки по сухому термометру $\Delta\vartheta_1^c$ (в результате действия возмущения по подаче греющего пара в калориферы), его можно подставить в выражение (25) и определить коэффициент передачи $k_{\text{об}}^{ac}$, затем найти коэффициент самовыравнивания как величину, обратную коэффициенту передачи.

Предлагаемое приближенное математическое описание воздушно-паровой лесосушильной камеры периодического действия как двух-емкостного объекта по температуре агента сушки в состоянии перед штабелем высушиваемой древесины можно применить в случае, когда автоматическое регулирование процесса сушки ведется по обобщенной координате температуры сухого термометра-психрометра.

Вследствие нелинейности лесосушильных камер величины постоянных времени и коэффициента передачи будут изменяться в процессе сушки, что необходимо учитывать при практических расчетах. Приближенно эти величины можно принять постоянными на протяжении данного этапа сушки.

Поступила 9 апреля 1968 г.

УДК 65.011.56

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО МАНИПУЛЯТОРА*

А. А. АСТАФЬЕВ

(Московский лесотехнический институт)

В настоящее время при автоматизации работ в лесной промышленности все большее применение находят гидроманипуляторы различных типов. По-видимому, наиболее слабое звено существующих конструкций гидроманипулятора — устройство его управления. Наличие нескольких рычагов управления вызывает необходимость психологически сложного процесса дифференцирования общего потока информации в соответствии с числом каналов управления.

На основании полученных и априорных данных о желаемом законе движения оператор в общем случае вырабатывает n законов перемещения рычагов

$$\varphi_i = L_i[r(t); \Delta r(t)] \quad (i = 1, 2, \dots, n),$$

где n — число рычагов;

φ — угол поворота рычага;

L — оператор преобразования;

r — радиус-вектор, описывающий желаемую траекторию движения исполнительного органа манипулятора;

Δr — отклонения от заданной траектории.

* Работа выполнена под руководством доктора техн. наук Г. А. Вильке.

Очевидно, такой алгоритм управления неизбежно снижает быстродействие системы вследствие значительных отклонений от оптимальной траектории и увеличивает психологическую нагрузку оператора.

На кафедре автоматизации производственных процессов Московского лесотехнического института разработана система управления манипулятора, позволяющая повысить производительность агрегата и значительно облегчить работу оператора. Как следует из принципиальной схемы системы управления гидроманипулятора (рис. 1), сущность метода заключается в том, что с помощью специальной рукоятки управления, конструкция которой геометрически подобна манипулятору, задается желаемая траектория движения. Выполнение команды контролируют три электрогидравлические следящие системы. Таким образом, система автоматически согласует законы управления исполнительными рычагами манипулятора.

При правильной настройке следящих систем можно считать $\Delta r(t) \rightarrow 0$, вследствие чего алгоритм управления принимает предельно простой вид

$$r_p(t) = kr(t),$$

где r_p — радиус-вектор конца рукоятки управления;

k — коэффициент подобия.

Теоретическое обоснование этого метода дано ранее [2]. Мы приводим некоторые данные исследования предлагаемой системы.

Передаточная функция гидропривода

Нагруженный гидропривод — существенно нелинейный элемент, что создает определенные трудности при анализе системы. Но как показывает практика, линейную модель, достаточно точно описывающую поведение системы, можно получить, если производить линеаризацию относительно некоторого установившегося режима движения. В этом случае уравнение в конечных разностях имеет вид [2]

$$\Delta \Delta (Dx) = K_1 (\Delta y) - C_1 (\Delta P_m) - C_2 D (\Delta P_m), \quad (1)$$

$$\text{где } K_1 = \left| \frac{\partial Q}{\partial y} \right|_{P_m = \text{const}} = K_V A \sqrt{1 - \frac{P_m}{P_0} \text{sh } y};$$

$$C_1 = \left| \frac{\partial Q}{\partial P_m} \right|_{y = \text{const}} = \frac{AK_V y_0}{2P_0 \sqrt{1 - \frac{P_m}{P_0} \text{sh } y}};$$

C_2 — коэффициент, учитывающий снижаемость и утечку жидкости; $C_2 = \frac{1}{2} \left(K_e + \frac{V_i}{\beta} \right)$;

A — площадь поршня;

x — перемещение поршня;

y — перемещение плунжера золотника;

P — перепад давления на поршне цилиндра;

$$D = \frac{d}{dt}.$$

Передаточный коэффициент механической системы, учитывающий преобразование поступательного движения поршня гидроцилиндра во вращательное движение рычага манипулятора, находят из очевидного соотношения

$$\frac{d\alpha}{dt} = \frac{d\alpha}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{dx}{dt} \cdot \frac{1}{h}, \quad (2)$$

где α — угол поворота рычага;
 h — мгновенное плечо приложения сил управления.

Так например, для рычага с захватом (рис. 2) мгновенное плечо приложения сил управления имеет следующее аналитическое выражение:

$$h = \frac{al \sin \alpha}{\sqrt{a^2 + l^2 + 2al \cos \alpha}}$$

Переменную ΔP_m в уравнении (1) можно легко выразить через параметры манипулятора на основании выражения (2). Для этого запишем уравнение динамического равновесия системы, причем в первом приближении пренебрегаем влиянием соседних следящих систем

$$P_m = \frac{\sum^n F_l}{A_l} = \frac{\sum^n M_l}{Ah} = \frac{M_n + I\alpha''}{Ah}, \quad (3)$$

где M_n — позиционный вращающий момент;
 I — момент инерции рычага.

Так как уравнение (1) справедливо для локального участка траектории, то есть для достаточно малого изменения $\Delta\alpha$, то можно принять $M_n(\alpha) = \text{const}$, $I(\alpha) = \text{const}$. В этом случае

$$\Delta P_m = \frac{I\Delta\alpha''}{Ah}. \quad (4)$$

Решая совместно уравнения (1), (2), (3), (4) и для простоты записи опуская знак Δ , получим

$$\frac{C_2 I}{A^2 h^2} \alpha''' + \frac{C_1 I}{A^2 h^2} \alpha'' + \alpha' = \frac{K_1}{Ah} y. \quad (5)$$

Таким образом, передаточная функция гидропривода имеет вид

$$W(S)_{\text{ГП}} = \frac{K_{\text{ГП}}}{S \left[\frac{1}{\omega_0^2} S^2 + \frac{2\zeta}{\omega_0} S + 1 \right]}, \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \text{где } K_{\text{ГП}} &= \frac{K_1}{Ah}; \\ \omega_0 &= \frac{Ah}{\sqrt{C_2 I}}; \\ \zeta &= \frac{C_1}{2C_2 \omega_0}. \end{aligned}$$

Уравнение (5) справедливо для элементарного участка траектории $[\alpha_0 - \Delta\alpha; \alpha_0 + \Delta\alpha]$; здесь α_0 — поворот рычага, при котором вычисляли параметры I , M_n , h . Вследствие функциональной зависимости этих параметров от величины α , на отдельных участках траектории движения мы будем иметь разные значения коэффициентов. Кроме того, параметры I и M_n существенно зависят от веса переносимого груза.

Таким образом, при проектировании системы нужно рассмотреть некоторое множество подобных систем, коэффициенты которых принимают значения из какого-то фиксированного диапазона.

На основании сказанного выше необходимо отыскать некоторый мажорирующий критерий, позволяющий гарантировать качество системы на всей траектории и для любых возможных нагрузок.

Следящие системы управления гидроманипулятора

В результате анализа возможных вариантов следящих систем управления рычагами манипулятора мы остановили свой выбор на блок-схеме следящей системы, которая представлена на рис. 3. В качестве электронного усилителя был выбран двухтактный усилитель на транзисторах, выполненный по так называемой схеме составного триода (рис. 4). Такое решение позволяет хорошо согласовать входные и выходные параметры цепи и обеспечить высокое быстродействие системы в целом.

Гидроусилитель представляет собой пропорциональный дроссельный усилитель клапанного типа, конструкция которого разработана на кафедре автоматизации производственных процессов МЛТИ. Принцип действия усилителя и его основные характеристики приведены в одной из наших работ [1].

Согласно экспериментальным данным передаточная функция усилительных элементов имеет вид

$$\frac{y}{\Delta U_{вх}} = W_y(S) = \frac{K_y}{(T_1 S + 1)(T_2 S + 1)},$$

где $K_y = 0,1 \div 3,3 \frac{см}{с}$;

T_1 — постоянная времени электромагнитного преобразователя ($T_1 \approx 0,001$);

T_2 — постоянная времени гидропреобразователя ($T_2 = 0,1 \div 0,0005$).

Диапазон изменения параметров K_y и T_2 обеспечивается путем соответствующего подбора параметров настройки.

Как видно из приведенных данных, выбранные элементы легко позволяют выполнить неравенства $T_1 > \omega_0$; $T_2 > \omega_0$ (ω_0 — собственная частота привода).

Таким образом, инерционность усилительных элементов не оказывает существенного влияния на динамику системы, вследствие чего синтез системы можно проводить с учетом полюсов только передаточной функции гидропривода.

Синтез следящих систем управления манипулятора

На низких и средних частотах поведение системы можно описать разомкнутой передаточной формулой

$$W(S) = \frac{K_{гп} K_y}{S \left(\frac{1}{\omega_0^2} S^2 + \frac{2\zeta}{\omega_0} S + 1 \right)}. \quad (7)$$

Вследствие изменения параметров системы происходит деформация логарифмических характеристик (рис. 5).

Задача синтеза — выбор коэффициента усиления, обеспечивающего на всех режимах работы заданные показатели качества системы. В качестве таких показателей выбраны следующие критерии: h — запас устойчивости по модулю; γ — запас устойчивости по фазе.

Согласно уравнению (7) положение критической точки a определяется соотношением

$$20 [\lg(K_{гп} K_y) - \lg \omega_0] = -A \leq -h.$$

Подставляя сюда значения $K_{ГЦ}$ и ω_0 из выражения (6), получим

$$b \leq \frac{A^2 h^2}{\sqrt{C_2 I} \cdot K_1 K_y}$$

где $b = 10 \frac{h}{20}$.

Так как это неравенство должно выполняться при всех возможных значениях параметров h , I и M_n , то нетрудно получить первое необходимое условие, накладываемое на величину K_y .

$$K_{y1} \leq \frac{A^2 h_{min}^2}{\sqrt{C_2 I_{max}} b K_{1max}} \quad (8)$$

Второе необходимое условие можно получить из неравенства

$$\gamma \leq \varphi = \frac{\pi}{2} - \arctg \left[\frac{2\zeta \frac{\omega_c}{\omega_0}}{1 - \left(\frac{\omega_c}{\omega_0}\right)^2} \right]$$

Учитывая, что $\lg \omega_c = \lg (K_y \cdot K_{ГЦ})$ и произведя необходимые преобразования неравенства, получим второе необходимое условие

$$K_{y2} \leq \frac{A^4 h_{min}^4 - K_{1max}^2 \cdot C_2 I}{C_{1max} \cdot K_{1max} A h_{min}} \quad (9)$$

Очевидно, условия (8) и (9) — необходимые и достаточные для заданных показателей качества.

Окончательное значение для коэффициента усиления принимают на основании функционального соотношения

$$K_y = \min \{K_{y1}; K_{y2}\} \quad (10)$$

Таким образом, предлагаемая система управления вполне реализуема. Заданные показатели качества можно обеспечить при всех режимах работы системы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. А. Астафьев. К вопросу об определении параметров дроссельного усилителя. Научно-техническая конференция по итогам научно-исследовательских работ 1965 г. МЛТИ. Рефераты докладов. [2]. Г. А. Вильке. Основы автоматики и автоматизация производственных процессов лесопромышленных предприятий, ч. II. Изд. «Лесная промышленность», 1964. [3]. Гидравлические и пневматические силовые системы управления. Под редакцией Дж. Блэкборна и др., ИЛ, 1962.

Поступила 25 ноября 1967 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 634.0.79

**К ИЗУЧЕНИЮ СВЯЗЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА
С ЕГО КОНЦЕНТРАЦИЕЙ****Т. С. ЛОБОВИКОВ**

(Ленинградская лесотехническая академия)

Связь экономических показателей лесозаготовительного производства с его концентрацией — тесная и сильная (прямая у производительности труда, обратная — у себестоимости и фондоемкости) — многократно отмечалась исследователями, в том числе и нами [4]. Подобные связи прослеживаются и в других отраслях производства; их можно считать общепризнанными [1]. Задача теперь состоит в установлении конкретной меры связи и механизмов ее формирования.

Следует, однако, указать, что некоторые (немногочисленные, правда) авторы таких связей не обнаруживают или признают мало-существенными в сравнении с зависимостью от других факторов.

Экономические показатели всякого производства, а лесозаготовительного особенно, формируются под воздействием очень многих обстоятельств, связанных с характером предмета труда, условиями выполнения трудовых процессов, организацией производства, квалификацией кадров (в частности, с качеством руководства), стадией развития предприятия и т. д. Совокупность различных факторов складывается в каждом случае своеобразно, а их влияния налагаются друг на друга, скрещиваются, усиливают или ослабляют друг друга.

Чтобы вскрыть и измерить влияние одного из этих факторов, необходимо тем или иным способом исключить влияние остальных. Одним из средств такого анализа является метод множественной корреляции, которым пользовались авторы, усомнившиеся в зависимости экономических показателей лесозаготовок от объема производства. Характерно, что их выводы о круге существенно влияющих факторов, степени и даже направлении влияния оказывались подчас весьма своеобразными и противоречивыми. Так, работники Сибгипролеспрома [6] пришли к выводу, что объем хлыста и запас древесины на лесосеке не влияют на экономику производства, а в моделях Л. К. Зайцева, основанных на том же материале [2], утверждается обратное. Л. К. Зайцев в своих работах 1965 и 1968 гг. [7], [2] получил модели себестоимости, различающиеся кругом факторов, причем влияние одних и тех же факторов характеризуется не только различными числовыми параметрами, но и разными знаками.

Несомненно, что множественная корреляция как математически обоснованный метод статистического анализа — ценный инструмент экономических исследований. Получающиеся при ее применении несообразности свидетельствуют не о порочности самого метода, а о недостаточности правильного его применения в задачах рассматриваемого вида. Источником погрешностей является противоречие между множественностью коррелируемых факторов и недостаточностью исследуемых совокупностей, побуждающее исследователей исключать из анализа

некоторые факторы, что иногда продельвается не совсем обоснованно. К тому же обычно предполагается линейный характер связей, что не соответствует действительному материальному содержанию показателей и реальным процессам их формирования.

Другим важнейшим и широко применяемым методом пофакторного анализа является группировка объектов наблюдения (предприятий) по качественно различающимся типам их организации, по географическим районам и другим существенно важным признакам. Однако при всем непреложном значении метода группировок он не может обеспечить успешное решение задачи при достаточно большом числе подлежащих изучению факторов. Дробная группировка быстро приводит даже крупные генеральные совокупности статистических единиц к расчленению на множество мелких и мельчайших частных совокупностей, в рамках которых нередко невозможно оценить характер зависимости, а иногда дать хотя бы умозрительное заключение о ней.

Поэтому в дополнение к методу группировки мы применяем редуцирование реальных показателей предприятий системой коэффициентов, достаточно надежно отражающих некоторые ранее изученные зависимости показателей от тех или иных факторов. Такое редуцирование означает пересчет реальных показателей применительно к какому-то единому комплексу условий. Тем самым ряд влияний исключается, показатели становятся сравнимыми и их различия оказываются отражением действия только тех факторов, по которым редуцирование не производилось. Это позволяет избежать чрезмерной дробности группировок и размельчения частных совокупностей.

Соответственно сказанному нами изучены показатели себестоимости и фондоемкости продукции 384 леспромхозов многолесных районов СССР за 1965 г. Показатели редуцированы по факторам: объем хлыста, запас древесины на 1 га, преобладающая порода, рельеф и заболоченность, поясные различия в оплате труда и в стоимости возведения сооружений. Для редуцирования использованы коэффициенты, разработанные Гипролестрансом [3].

В результате исследований вновь убедительно подтверждена зависимость экономических показателей лесозаготовок от объемов производства. Об этом свидетельствует табл. 1, в которой даны редуцированные показатели себестоимости лесопродукции C (руб. на 1 м³ без попенной платы) и фондоемкость Φ (руб. на 1 м³ годовой вывозки) в леспромхозах многолесных районов СССР за 1965 г.

Имеющиеся в таблице «выпадающие из ряда» показатели немногочисленны; большинство таких отклонений объяснимо. Так, показатели в графе 1 по строкам 9 и 10 относятся к одному леспромхозу, у которого почему-то не числится фондов в сооружениях; это явное исключение или ошибка.

В графе 6, строках 9 и 10, отражены необычно крупные фонды двух леспромхозов, имеющих ширококолейные дороги. Частые отклонения показателей леспромхозов с объемом 401—500 тыс. м³ требуют изучения.

Принято считать, что показатель себестоимости C связан с объемом производства Γ функцией вида

$$C = a + \frac{b}{\Gamma}. \quad (1)$$

Это предположение исходит из разделения производственных затрат на зависящие от объема производства, или пропорциональные $a\Gamma$ и независящие, или условно постоянные b

$$C \cdot \Gamma = a\Gamma + b. \quad (2)$$

Таблица 1

| Типы ЛПХ, количество предприятий | № строки | Показа- тели | Группы ЛПХ по объему вывозки в год, тыс. м³ | | | | | | | По всем ЛПХ |
|--|-------------|-----------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|--------------|----------------|
| | | | 51—100 | 101—200 | 201—300 | 301—400 | 401—500 | 501—700 | свыше 700 | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| A | Б | В | | | | | | | | 8 |
| Приречные с преобладанием автотранспорта, 165 | 1 | С | 7,09 | 6,18 | 5,80 | 5,16 | 5,88 | 5,31 | 4,82 | 5,46 |
| | 2 | Ф | 10,53 | 7,83 | 6,87 | 5,76 | 6,90 | 5,62 | 5,79 | 6,28 |
| Приречные с преобладанием узд., 48 | 3 | С | 6,47 | 5,79 | 5,71 | 5,87 | 5,93 | 5,31 | — | 5,72 |
| | 4 | Ф | 13,87 | 8,35 | 10,05 | 7,64 | 8,33 | 6,39 | — | 7,87 |
| Все приречные, 213 | 5 | С | 6,92 | 6,09 | 5,78 | 5,35 | 5,89 | 5,31 | 4,82 | 5,52 |
| | 6 | Ф | 11,46 | 7,95 | 7,39 | 6,27 | 7,23 | 5,83 | 5,79 | 6,63 |
| Прирельсовые с преоблада- нием автотранспорта, 76 | 7 | С | 6,37 | 6,93 | 6,04 | 5,86 | 6,85 | 5,64 | — | 6,21 |
| | 8 | Ф | 9,93 | 10,10 | 6,01 | 7,12 | 7,48 | 5,57 | — | 7,10 |
| Прирельсовые с преоблада- нием узд., 50 | 9 | С | 4,87 | 7,57 | 6,85 | 6,73 | 5,85 | 6,27 | 6,04 | 6,48 |
| | 10 | Ф | 8,21 | 12,91 | 8,92 | 8,25 | 7,65 | 9,99 | 8,54 | 8,95 |
| Все прирельсовые, 126 | 11 | С | 6,17 | 7,02 | 6,29 | 6,27 | 6,59 | 6,18 | 6,04 | 6,33 |
| | 12 | Ф | 9,67 | 10,41 | 6,91 | 7,65 | 7,54 | 9,14 | 8,54 | 7,97 |
| Все ЛПХ с преобладанием автотранспорта, 274 | 13 | С | 6,78 | 6,49 | 5,93 | 5,42 | 6,20 | 5,56 | 4,90 | 5,73 |
| | 14 | Ф | 9,94 | 8,57 | 6,60 | 6,14 | 7,07 | 5,46 | 5,79 | 6,45 |
| Все ЛПХ с преобладанием узд., 110 | 15 | С | 6,05 | 6,54 | 6,35 | 6,25 | 5,86 | 6,00 | 6,04 | 6,15 |
| | 16 | Ф | 12,53 | 11,36 | 9,20 | 8,17 | 7,90 | 8,55 | 8,51 | 8,58 |
| Вся исследованная совокуп- ность, 384 | 17 | С | 6,63 | 6,50 | 6,02 | 5,70 | 6,13 | 5,75 | 5,11 | 5,86 |
| | 18 | Ф | 10,44 | 9,20 | 7,18 | 6,82 | 7,26 | 6,84 | 6,30 | 7,11 |

Однако мы приходим к выводу, что так называемых условно постоянных затрат в реальной действительности нет. Можно говорить только об условно постоянном слагаемом реальных затрат. Вместе с тем многие переменные затраты оказываются пропорциональными объему производства не в первой степени, а в меньшей, близкой к $1/2$ (то есть, к $\sqrt{Г}$). Таковы, например, расходы по управлению производством (общезаводские и часть цеховых). Расстояние вывозки также связано с объемом производства в дробной степени. Поэтому нам кажется более верным аппроксимировать показатели затрат выражением

$$C \cdot Г = aГ + b\sqrt{Г}, \quad (3)$$

а себестоимость единицы продукции

$$C = a + \frac{b}{\sqrt{Г}}. \quad (4)$$

Аналогичные соображения правомерны и в отношении основных фондов: стоимость зданий и сооружений связана зависимостью от объемов обслуживаемого ими производства в дробных степенях, которые можно приближенно свести к $\sqrt{Г}$ с меньшей погрешностью, чем к $Г$. Соответственно удельная фондоемкость Φ выражается как функция объема производства леспромхоза в виде

$$\Phi = p + \frac{q}{\sqrt{Г}}. \quad (5)$$

Параметры уравнений (4) и (5), вычисленные способом наименьших квадратов, приводятся в табл. 2.

Таблица 2

| Типы леспромхозов | Параметры уравнений | | | |
|---|---------------------|-------|------|-------|
| | a | b | p | q |
| Приречные с преобладанием автотранспорта | 4,34 | 21,52 | 3,02 | 61,1 |
| Приречные с преобладанием ужд | 5,25 | 9,04 | 3,50 | 82,5 |
| Прирельсовые с преобладанием автотранспорта | 5,82 | 6,63 | 2,35 | 78,9 |
| Прирельсовые с преобладанием ужд | 5,94 | 12,24 | 8,05 | 18,6 |
| Вся совокупность | 5,16 | 13,55 | 4,02 | 57,2] |

Параметры связи основных фондов прирельсовых леспромхозов с преобладанием ужд оказались несколько неожиданными. Но мы уже говорили, что в данном ряду показателей имеются нетипичные. Если их исключить, то уравнение примет вид

$$\Phi = 4,27 + \frac{78,4}{\sqrt{Г}},$$

в котором оно закономерно вписывается в ряд.

Коэффициент тесноты связи полученных выражений с табличными данными по всей совокупности в целом составил для себестоимости 0,800, для фондоемкости — 0,897.

Таким образом, получены вполне удовлетворительные выражения связи себестоимости продукции и удельного размера фондов с размером леспромхоза по общему объему производства, несмотря на то, что этот последний неточно выражает действительный уровень концентрации производства, так как складывается из объемов производства отдельных подразделений (лесопунктов, дорог). Как обосновано в

наших работах [5], подлинный уровень концентрации лучше отражается в показателе «приведенного объема производства». Связь экономических показателей с приведенным объемом составляет предмет особой публикации.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Вопросы оптимального размера предприятий в промышленности СССР. Сборник ИЭ АН СССР, М., 1968. [2]. Вопросы экономики лесного хозяйства. Воронеж, 1968. [3]. Гипролестранс. Методические указания к разработке экономических показателей, Л., 1966. [4]. Т. С. Лобовиков. Влияние концентрации производства в лесозаготовительной промышленности на экономические показатели производства. Труды Лесотехнической академии, № 101, 1963. [5]. Т. С. Лобовиков. Формы и показатели концентрации производства. Техническая информация Лесотехнической академии, 1968. [6]. Сибгипролеспром. Установление зависимости экономических показателей лесозаготовительных предприятий от состава лесосырьевых баз и местных условий производства. Отчет по теме, Новосибирск, 1966. [7]. Экономика и организация лесных производств. Сборник, Красноярск, 1965.

Поступила 19 декабря 1968 г.

УДК 634.0.6

ЛЕСОЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. А. КАЙСИН

(Киров)

Наличие крупных лесных ресурсов в Кировской области позволяет интенсивно развивать лесную и лесообрабатывающую промышленность. По объему лесозаготовок Кировская область в общесоюзном производстве занимает седьмое место, а по выпуску пиломатериалов — пятое, уступая только Архангельской, Свердловской, Иркутской областям и Красноярскому краю. Для успешного развития лесной и лесообрабатывающей промышленности важное значение приобретает экономическое районирование территории лесов. Оно позволяет лучше выявить условия и возможности эксплуатации лесов, рациональнее организовать снабжение потребителей древесиной.

Основой районирования лесов Н. В. Невзоров [5] считает расчленение территории на части по признакам сходства и различия направлений и путей использования лесосырьевых ресурсов. Наряду с принятым в проектных организациях выделением лесозаготовительных районов, территорию лесов отдельных областей расчленяют на лесозаготовительные районы.

В понимании Н. И. Баранова [1] лесозаготовительный район объединяет лесные массивы по признаку общности лесопотребления и транспорта и по существу не отличается от лесозаготовительного района. Изучение различия сложившихся условий для развития и размещения лесозаготовки, переработки древесины и особенностей хозяйства вызывает необходимость расчленения лесов на территории Кировской области, то есть выделения лесозаготовительных районов.

В годы Советской власти в пределах области районирование лесов было проведено М. И. Ивановским [2], Гипролестрансом [4], Н. А. Лопатиным и К. И. Чиркиным [3] и К. И. Чиркиным [6]. В своей схеме районирования лесов Н. А. Лопатин и К. И. Чиркин кроме 12 лесозаготовительных

ационных районов выделяют районы лесов местного потребления в центральной и южной частях области. В нашей схеме районирования районы местного потребления не обособляются, так как леса местного значения существуют во всех районах. В целом территория области разделена на пять лесоэкономических районов и шесть подрайонов (табл. 1).

Таблица 1

| Показатели | Районы | | | | | Итого (средняя) |
|---|------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|-----------------|
| | Лузо-Мурашинский | Верхне-Вятский | Вятско-Камский | Средне-Вятский | Нижне-Вятский | |
| Лесистость, % | 80 | 63 | 91 | 30 | 40 | 52,5 |
| Площадь лесов, приходящаяся на одного жителя, га | 12,1 | 7,7 | 12,4 | 0,7 | 1,2 | 3,1 |
| Плотность населения на 1 км ² | 8 | 6 | 7 | 12 | 26 | 15 |
| Количество древесины, вырубаемой с 1 га лесной площади, м ³ | 2,7 | 4,0 | 2,4 | 2,1 | 8,8 | 3,1 |
| Средний запас спелых и перестойных древостоев на 1 га, м ³ | 188 | 180 | 170 | 194 | 201 | 179 |
| Количество вырубаемой древесины, приходящееся на одного жителя, м ³ | 33,5 | 31,0 | 30,0 | 2,3 | 8,4 | 9,7 |
| Лесохозяйственные расходы на 1 га, руб. | 0,20 | 0,20 | 0,15 | 1,00 | 1,20 | 0,50 |
| Удельный вес в лесной и лесоперерабатывающей промышленности в объеме валовой продукции, % | 86 | 17 | 30 | 8 | 33 | 26 |

В основу выделения этих районов положено наличие сырьевой базы, способной обеспечить на длительное время работу лесопильного и деревообрабатывающего предприятия; общей транспортной магистрали, по которой доставляется древесина к пунктам обработки, переработки и потребления; центра обработки, переработки или потребления древесины в виде одного или нескольких предприятий, к которым тяготеет сырьевая база по территориально-бытовым условиям данного района.

На территории лесоэкономического района осуществляется лесозаготовка и сплав древесины, ее первичная обработка и переработка. В результате этого возникает отраслевая специализация данного района. Связующим звеном является транспортировка древесины по общим магистралям и единое направление к пунктам переработки и потребления. Лесоэкономическое районирование области осуществлялось с учетом показателя уровня хозяйства, степени обеспеченности лесом и других условий и факторов (рис. 1).

1. Лузо-Мурашинский район. Лесные ресурсы района примыкают к бассейну р. Лузы и к железнодорожной линии, идущей на Котлас. Леса занимают 80% территории, пашня — 7%, остальную часть — неиспользуемые естественные угодья. В эксплуатационных лесах высок удельный вес лиственных пород (45%). Лесные массивы интенсивно осваиваются лесозаготовительными предприятиями комбината «Мурашилес». На долю района приходится 23,3% объема лесозаготовок области и 32% эксплуатационных запасов лесов. Кроме того, в район поступает древесина, сплавляемая по р. Юг из Вологодской области и по р. Лузе из Коми АССР. Часть заготавливаемой и сплавляемой древесины перерабатывается при Лузской сплавконторе, в Подосиновском лесокомбинате и в ряде небольших предприятий,

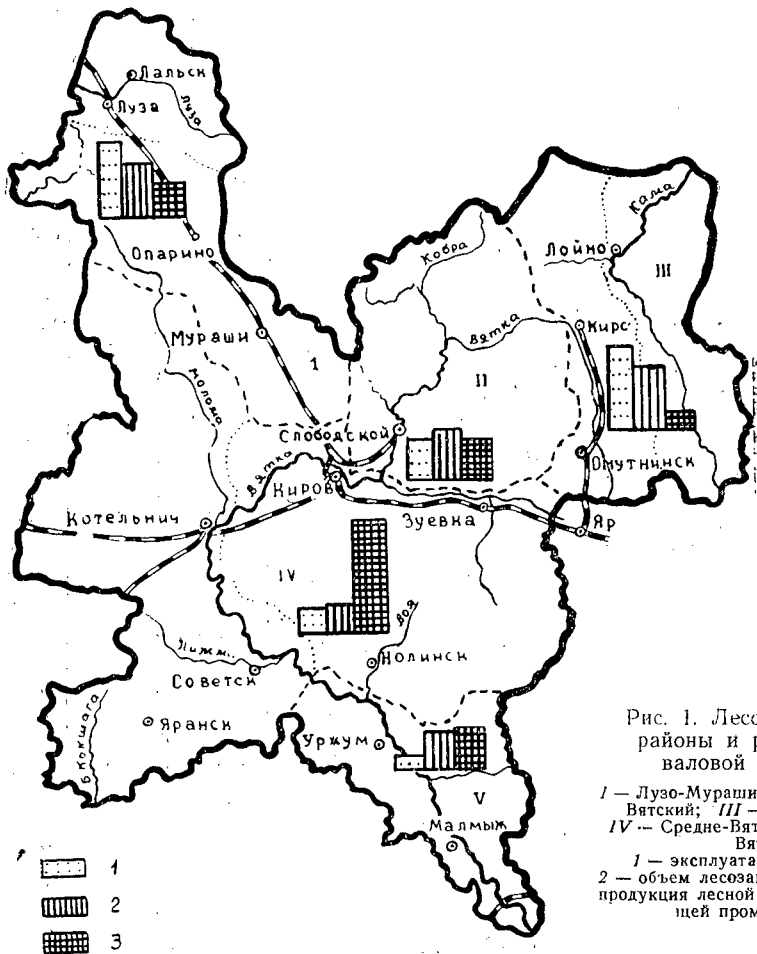


Рис. 1. Лесозакономические районы и распределение валовой продукции.

- 1 — Лузо-Мурашинский; II — Верхне-Вятский; III — Вятско-Камский; IV — Средне-Вятский; V — Нижне-Вятский.
1 — эксплуатационные запасы; 2 — объем лесозаготовок; 3 — валовая продукция лесной и лесоперерабатывающей промышленности.

расположенных вдоль железнодорожной линии. На месте перерабатывается не более 34% поступающей древесины, остальная часть вывозится по железной дороге за пределы области. Только часть лиственной древесины поступает на Ново-Вятский лыжный комбинат и дровяной на Лальскую бумажную фабрику. В районе не находит сбыта дровяная древесина, слабо используется лиственная для промышленных целей. С вводом в эксплуатацию Моломского лесохимического комбината и Опаринского энергохимического комплекса в районе возрастает переработка лиственной древесины и отходов.

По транспортным условиям и по наличию центров переработки древесины в районе выделяются Лузский и Подосиновский подрайоны. В общем объеме валовой продукции района на долю лесной и деревообрабатывающей промышленности приходится 86%, из них непосредственно на лесную — 43%. Другие отрасли развиты слабо.

II. Верхне-Вятский лесозакономический район занимает удобное положение, находясь на водных и железнодорожных путях. В прошлом эксплуатация леса была интенсивной. Теперь в районе широко представлены деревообрабатывающие предприятия в г. Слободском (фанерные, мебельные и спичечные), а также лесопильное производство.

В районе лесом занято 63% территории с общим эксплуатационным запасом 17%. Заготовку древесины осуществляют предприятия комбината «Вятлес». Леса осваиваются интенсивнее, чем в соседних районах. В целях сохранения устойчивой сырьевой базы деревообрабатывающих предприятий лесные массивы района следует осваивать более рационально, особенно лиственные, и закрепить ресурсы за постоянными потребителями. В валовой продукции района удельный вес лесной и деревообрабатывающей промышленности составляет лишь 17%.

III. Вятско-Камский район — один из крупных лесозаготовительных районов как по запасам лесных ресурсов, так и по разнообразию других природных богатств. Лесные массивы района сосредоточены на северо-востоке области в бассейнах Верхней Камы и Вятки. Некоторые внутрирайонные различия в тяготении сырья дают возможность расчленить территорию на Омутнинский и Верхне-Камский подрайоны.

В комплексе природных богатств немалый удельный вес занимают лесные ресурсы. Район охватывает одну треть эксплуатационных запасов лесов области. В насаждениях высока доля сосновых лесов (22%), лиственные породы занимают 31%. Освоение лесов осуществляется лесозаготовительными предприятиями комбината «Верхнекамлес». Из общего объема лесозаготовок области на долю данного района приходится 26%.

В районе слабо развита переработка древесины. На месте перерабатывается только 20%, остальная древесина в круглом виде отправляется внеобластным потребителям. На долю лесной и деревообрабатывающей промышленности в общем выпуске валовой продукции приходится только 30%, причем на долю деревообработки всего лишь 3%. (Площадь лесов, приходящаяся на одного жителя, значительно больше, чем в других районах. Средний запас спелых и перестойных древостоев на 1 га площади в районе наименьший.) Лесохозяйственные расходы на 1 га лесной площади 0,15 руб. при средних затратах по области 0,50 руб.

Интенсивное развитие лесозаготовок в районе вызывает необходимость строительства крупного деревообрабатывающего предприятия с комплексным использованием сырья, а также расширения производства целлюлозы на базе существующего завода. Вследствие недостаточного развития деревообработки в некоторых леспромхозах неосвоенной остается лиственная древесина. Такая система лесозаготовок преждевременно истощает сырьевые ресурсы, ухудшает состояние лесовосновления.

IV. Средне-Вятский район по общей площади лесов и по запасам древесины уступает многим районам, превосходя лишь Нижне-Вятский. В целом территория района занимает 44% площади области. Плотность населения в два раза выше, чем в Верхне-Вятском районе. Лесные массивы занимают не более 30% территории, из них свыше 45% — колхозные леса. На долю эксплуатационных насаждений приходится только 10,4% запаса лесов области. Лесной фонд составляют в основном молодые и средневозрастные насаждения. В гослесфонде только $\frac{1}{3}$ лесов спелые и перестойные.

По тяготению лесных массивов и размещению центров перерабатывающих предприятий выделены Вятско-Моломский и Кирово-Чепецкий подрайоны.

Леса района не имеют большого промышленного значения, так как представлены отдельными разрозненными участками. Только в районе бассейна р. Моломы имеются относительно компактные лесные массивы. Колхозные леса в районе используются очень интенсивно и бесхозяйственно. Усиленно осваиваются также леса гослесфонда, где расчет-

ная лесосека перерубается в 1,5—1,8 раза, что неизбежно приводит к преждевременному истощению лесных ресурсов.

В районе расположены различные деревообрабатывающие предприятия, сконцентрированные в основном вдоль р. Вятки (Кировский ДОК, Ново-Вятский домостроительный и лыжный комбинаты, спичечная фабрика «Красная Звезда»). Функционируют Кировский мебельный комбинат и Мурыгинская бумажная фабрика «Красный курсант». Небольшие бумажные фабрики расположены вдоль железной дороги у пос. Косино и Кордяга. В Котельнице развито лесопиление, мебельное поризводство и выработка лесохимической продукции.

Несмотря на высокий уровень концентрации лесобрабатывающей промышленности в Средне-Вятском районе, доля ее в общем объеме производства продукции района составляет только 8%. Наибольший удельный вес в производстве промышленной продукции в районе имеют другие отрасли промышленности. Средне-Вятский район дает около половины общего объема валовой промышленной продукции области.

В Нижне-Вятский район. Под лесами занято лишь 40% площади, распахано 39% земель. Большие площади подверглись эрозии, поэтому почвозащитное и водоохранное значение лесов особенно велико. Низкая лесистость естественно вызывает необходимость усиления лесовосстановительных мероприятий для непрерывного сохранения сырьевой базы деревообрабатывающих предприятий. Расходы на лесохозяйственные мероприятия значительно выше, чем в других районах, и составляют более 1 руб. на 1 га лесной площади.

Деревообрабатывающие предприятия района — Вятско-Полянский ДСК и Сосновский ДОК. На долю лесной и деревообрабатывающей промышленности приходится 33% объема валовой продукции лесозаготовительного района.

Таким образом, выделенные лесозаготовительные районы и подрайоны различаются как по интенсивности использования лесов, так и по тяготению их к потребителям. Каждый из них имеет свое направление: вывоза продукции и сырья.

Лесозаготовительное районирование, проведенное с учетом основных факторов районообразования, может оказать определенную помощь в организации новых предприятий, создании устойчивых сырьевых баз деревообрабатывающих предприятий. Районирование даст возможность правильно сочетать использование лесов и перспективы будущего их освоения с учетом непрерывного воспроизводства ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. И. Баранов. Задачи, содержание и методы составления лесосырьевых балансов. Сборник УНИИЛХ, Л., 1940. [2]. М. И. Ивановский. Вятско-Ветлужский край. М., 1929. [3]. Н. А. Лопатин, К. И. Чиркин. Лесное хозяйство Кировской области. Киров, 1940. [4]. Материалы генсхемы Гипролестранса. Исходные данные комплексного развития лесного хозяйства и лесной промышленности Кировской области. 1960. [5]. Н. В. Невзоров. Основы и пути размещения лесозаготовительной промышленности в СССР. М., 1959. [6]. К. И. Чиркин. Леса Кировской области. Киров, 1952.

Поступила 18 сентября 1967 г.

УДК 634.0.6

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ БЫСТРОРАСТУЩИХ ХВОЙНЫХ ПОРОД В ЛЕСНЫЕ И ЗАЩИТНЫЕ КУЛЬТУРЫ НА ТЕРРИТОРИИ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

А. В. ЛУКИН

(Чаплыгинский лесхоз Липецкой области)

Претворяя в жизнь решения партии и правительства о существенном и быстром повышении продуктивности лесов, лесоводы Липецкой области в последние годы значительно расширили объем работ по внедрению в лесные и защитные культуры быстрорастущих и хозяйственно ценных древесно-кустарниковых пород, в связи с чем назрела необходимость сравнить интродуцированные виды с местными лесообразователями, экономически оценить эффективность осуществляемого мероприятия.

Методика экономической оценки проводимых или проектируемых лесохозяйственных мероприятий изложена в трудах Е. Я. Судачкова [11], Б. И. Перехода [9], Ф. Т. Костюковича [6], П. В. Васильева, И. В. Воронина и др. [2], И. В. Воронина [4], Е. Д. Сабо [10], Т. А. Кисловой и И. В. Борисовой [5], П. В. Васильева [3], а вопросам планирования и подбора породного состава древостоев в различных типах леса и разных природно-климатических зонах посвящены работы И. Д. Юркевича [14], Ф. П. Моисеенко [7], А. Д. Янушко [15] и некоторых других исследователей.

Пользуясь этой методикой для выяснения вопроса о целесообразности внедрения быстрорастущих хвойных пород в лесные и защитные культуры в естественногеографических условиях Липецкой области, автор вычислил экономические показатели (натуральные и стоимостные) для местных и интродуцированных пород, способных образовывать древостой в сходных условиях местопроизрастания.

В качестве типов лесорастительных участков взяты наиболее распространенные на территории области свежая дубрава (D_2) и свежая судубрава (C_2). В этих типах возможно внедрение в культуры очень многих хвойных и лиственных пород-экзотов.

Денежная оценка древесного запаса различных пород произведена по прејскуранту № 07—01 («Таксы на древесину основных лесных пород, отпускаемую на корню»).

Следуя указаниям Т. А. Кисловой и И. В. Борисовой [5], за расчетный период во всех случаях мы приняли возраст 100 лет, а оборот рубки для отдельных пород определен на основании планов организации лесного хозяйства в лесхозах области.

В соответствии с классом бонитета определен запас, накапливаемый к возрасту главной рубки, и произведено распределение его на деловую древесину (крупную, среднюю и мелкую) и дрова. При этом использованы следующие таблицы:

Таблица 1

| Название древесной породы | Класс бонитета | Возраст главной рубки, лет | Запас стволовой древесины на 1 га, м ³ | Класс товарности | Таксовая стоимость запаса, руб. | Коэффициент оборота рубки | Показатели экономической эффективности | | | |
|--------------------------------------|----------------|----------------------------|---|------------------|---------------------------------|---------------------------|--|-----|------------------------|-----|
| | | | | | | | натуральное, на 1 га | % | денежные, руб. на 1 га | |
| Свежая дубрава D₂ | | | | | | | | | | |
| Дуб черешчатый семенной | II | 120 | 442 | I | 3087 | 0,83 | 367 | 100 | 2562 | 100 |
| Лиственница европейская | Iб | 80 | 810 | I | 2706 | 1,25 | 1013 | 275 | 3383 | 132 |
| " сибирская | Iб | 80 | 718 | I | 2383 | 1,25 | 898 | 245 | 2979 | 116 |
| " Сукачева | Iб | 80 | 750 | I | 2500 | 1,25 | 938 | 256 | 3125 | 122 |
| Ель обыкновенная | I | 80 | 699 | I | 2026 | 1,25 | 874 | 238 | 2533 | 99 |
| Сосна веймутова | I | 80 | 615 | I | 2285 | 1,25 | 769 | 210 | 2856 | 112 |
| Свежая сдубрава С₂ | | | | | | | | | | |
| Сосна обыкновенная | I | 80 | 540 | I | 1858 | 1,25 | 675 | 100 | 2323 | 100 |
| Дуб черешчатый семенной | III | 120 | 357 | I | 2378 | 0,83 | 296 | 44 | 1974 | 85 |
| Лиственница европейская | Ia | 80 | 652 | I | 2122 | 1,25 | 815 | 121 | 2653 | 114 |
| " сибирская | Ia | 80 | 614 | I | 1984 | 1,25 | 764 | 114 | 2480 | 107 |
| " Сукачева | Ia | 80 | 640 | I | 2085 | 1,25 | 800 | 119 | 2606 | 112 |

| | Хода роста | Товарные |
|--|---|---|
| Для дуба семенного (II—III класс бонитета) | И. М. Науменко [8] К. Е. Никитина [12] | И. М. Науменко [8] К. Е. Никитина [12] |
| Для лиственницы европейской | К. Е. Никитина [12] | К. Е. Никитина [12] |
| Для лиственницы сибирской | Местные | Н. П. Анучина [1] |
| Для лиственницы Сукачева | А. В. Тюрина [13] | Н. П. Анучина [1] |
| Для ели обыкновенной | Местные | Н. П. Анучина [1] |
| Для сосны веймутовой | А. В. Тюрина [13] | Н. П. Анучина [1] |
| Для сосны обыкновенной | | |

Все экономические показатели (натуральные и денежные), вычисленные для интродуцированных видов деревьев, сравнивали с показателями пород, наиболее типичных для данных условий местопроизрастания. Так, для свежей дубравы (D_2) в качестве такой породы принят дуб черешчатый семенного происхождения (II класс бонитета), а для свежей судубравы (C_2) — сосна обыкновенная и дуб черешчатый семенной (III класс бонитета). В обоих случаях принят лесотаксовый пояс I и разряд такс II.

В результате такого сравнения были получены следующие показатели, характеризующие экономическую эффективность внедрения в культуры некоторых быстрорастущих хвойных пород (табл. 1).

Приведенные в таблице данные убедительно показывают, что интродуцированные хвойные за расчетный период (с учетом оборота рубки) образуют суммарный запас стволовой древесины значительно больший, чем естественные древостои дуба и сосны.

Денежная оценка древесных запасов местных и интродуцированных пород по этим вариантам также подтверждает вывод о целесообразности широкого использования иноземных и инорайонных хвойных на достаточно плодородных и удовлетворительно увлажненных почвах.

В дополнение к натуральным и денежным показателям для местных и интродуцированных видов определена себестоимость выращивания обезличенного кубометра древесины (табл. 2). При этом за основу расчетов были приняты данные Липецкого управления лесного хозяйства, согласно которым ежегодные затраты на 1 га лесопокрытой площади в последнее пятилетие (с 1962 по 1966 гг.) составили в среднем по лесхозам области 12 р. 50 к.

Таблица 2

| Название древесной породы | Себестоимость выращивания, руб.—коп., в возрасте, лет | | | | | | |
|-----------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|
| | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| Свежая дубрава D_2 | | | | | | | |
| Дуб черешчатый семенной | 3—11 | 2—96 | 2—93 | 2—95 | 2—99 | 3—07 | 3—16 |
| Лиственница европейская | 1—03 | 1—06 | 1—10 | 1—17 | 1—23 | 1—31 | 1—39 |
| " сибирская | 1—31 | 1—29 | 1—31 | 1—34 | 1—39 | 1—45 | 1—51 |
| " Сукачева | 1—15 | 1—17 | 1—22 | 1—25 | 1—33 | 1—39 | 1—44 |
| Ель обыкновенная | 1—95 | 1—65 | 1—49 | 1—36 | 1—43 | 1—45 | 1—48 |
| Сосна веймутова | 2—04 | 1—78 | 1—67 | 1—65 | 1—62 | 1—64 | 1—68 |
| Свежая судубрава C_2 | | | | | | | |
| Сосна обыкновенная | 1—87 | 1—78 | 1—76 | 1—82 | 1—85 | 1—91 | 1—95 |
| Дуб черешчатый семенной | 4—46 | 4—08 | 3—87 | 3—76 | 3—73 | 3—79 | 3—88 |
| Лиственница европейская | 1—30 | 1—32 | 1—37 | 1—45 | 1—53 | 1—63 | 1—74 |
| " сибирская | 1—57 | 1—53 | 1—54 | 1—58 | 1—62 | 1—69 | 1—77 |
| " Сукачева | 1—42 | 1—41 | 1—44 | 1—50 | 1—56 | 1—66 | 1—75 |

Расчеты показывают, что себестоимость выращивания древесины лиственниц и ели намного ниже, чем дуба и сосны. Следовательно, при внедрении в лесные и защитные культуры новых быстрорастущих пород представляется возможным наиболее эффективно использовать бюджетные ассигнования, выделяемые на лесоразведение.

Резюмируя сказанное об экономической эффективности интродукционных мероприятий, можно с полным основанием утверждать, что внедрение в лесные и защитные культуры на территории Липецкой области быстрорастущих и хозяйственно ценных хвойных древесных пород является перспективным методом повышения продуктивности лесов, полностью отвечающим тем высоким требованиям, которые предъявляются к лесному хозяйству на современном этапе развития нашего социалистического государства.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Н. П. Анучин. Сортиментные и товарные таблицы. Гослесбумиздат, М., 1963. [2]. П. В. Васильев, И. В. Воронин и др. Экономика лесного хозяйства СССР. Гослесбумиздат, М.—Л., 1959. [3]. П. В. Васильев. Экономика использования и воспроизводства лесных ресурсов. Изд-во АН СССР, М., 1963. [4]. И. В. Воронин. Продукция лесохозяйственного производства и организация ее учета. Тезисы докладов на конференции по экономическим вопросам, Минск, 1960. [5]. Т. А. Кислова, И. В. Борисова. К методике экономической оценки типов леса и выбора главных пород. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 4, 1962. [6]. Ф. Т. Костюкович. Денежная оценка леса. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 6, 1958. [7]. Ф. П. Моисеенко. Вопросы планирования породного состава в лесах БССР. Журн. «Лесное хозяйство» № 10, 1960. [8]. И. М. Науменко. Опытные таблицы хода роста и сортиментной структуры дубовых семенных насаждений СССР. ИВУЗ, «Лесной журнал» № 1, 1958. [9]. В. И. Переход. Основы экономики лесоводства. Госсельхозиздат УССР, Киев, 1958. [10]. Е. Д. Сабо. Экономическая эффективность осушения лесных площадей. Журн. «Лесное хозяйство» № 7, 1961. [11]. Е. Я. Судачков. Экономические показатели лесохозяйственного производства. Журн. «Лесное хозяйство» № 9, 1956. [12]. Таблицы хода роста и товарности насаждений древесных пород Украины (на украинском языке). Изд-во МСХ УССР, Киев, 1958. [13]. А. В. Тюрин, И. М. Науменко, П. В. Воропанов. Лесная вспомогательная книжка. Гослесбумиздат, М.—Л., 1956. [14]. И. Д. Юркевич. Экономическая оценка типов леса. Журн. «Лесное хозяйство» № 8, 1960. [15]. А. Д. Янушко. Экономическая эффективность выращивания лиственницы и сосны в БССР. Журн. «Лесное хозяйство» № 10, 1960.

Поступила 14 марта 1968 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 634.0.5

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА САКСАУЛА
ПО ВНЕШНИМ ТАКСАЦИОННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

В. М. ЖИРИН

(Ленинградская лесотехническая академия)

Для дешифрирования возраста насаждений на аэроснимках Г. Г. Самойлович [2] приводит совокупность основных и вспомогательных признаков: размеры и формы крон деревьев, среднюю высоту древостоев и длину теней, степень различимости крон и их длину. Б. В. Виноградов [1] отмечает, что дешифрирование возраста древесно-кустарниковой растительности происходит также по размерам очертаний и структуре крон, соотношению высоты и диаметра кроны, жизненности экземпляров и т. п.

Мы определяли средний возраст при таксационно-измерительном дешифрировании насаждений саксаула по высотам и диаметрам крон на аэроснимках.

Установленная зависимость возраста A от высоты h и диаметра кроны D_k в виде множественной корреляции представляет практический интерес. Вычисленные уравнения с двумя переменными представлены как линейной, так и нелинейной зависимостями. Для каждой из них получены коэффициенты корреляции между истинными и расчетными значениями получаемой величины возраста (табл. 1), которые позволяют сделать вывод о тесной связи между интересующими нас показателями.

Таблица 1

| Класс бонитета | Линейная зависимость Нелинейная зависимость | Коэффициент корреляции |
|----------------|---|------------------------|
| I | $A = 3,68h + 1,66D_k + 0,58$ $A = 5,85h^{0,62} D_k^{0,32}$ | $\frac{0,798}{0,805}$ |
| II | $A = 7,33h + 1,26D_k - 3,75$ $A = 5,58h^{1,05} D_k^{0,16}$ | $\frac{0,926}{0,823}$ |
| III | $A = 9,66h + 0,26D_k - 2,0$ $A = 7,66h^{1,24} D_k^{0,014}$ | $\frac{0,757}{0,753}$ |

Величины возраста саксаула в годовом исчислении по данным h и D_k насаждений I класса бонитета представлены в табл. 2 на основе решения одного из приведенных выше уравнений.

Таблица 2

| Высота, м | Возраст, лет, саксаула при диаметре кроны, м | | | | | | | | | | |
|--------------|--|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|
| | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 6 |
| 1 | 6 | 7 | 7 | 8 | | | | | | | |
| 1,5 | 8 | 9 | 9 | 10 | | | | | | | |
| 2 | | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | | | | | |
| 2,5 | | | 13 | 14 | 15 | 16 | | | | | |
| 3 | | | 15 | 16 | 17 | 17 | 18 | 19 | | | |
| 3,5 | | | | 18 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | | |
| 4 | | | | | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 24 | |
| 4,5 | | | | | 22 | 23 | 24 | 25 | 25 | 26 | 27 |
| 5 | | | | | 24 | 25 | 26 | 26 | 27 | 28 | 29 |

Сравнительная оценка применения множественных корреляционных уравнений для определения возраста саксаула по данным пробных площадей показывает, что средне-квадратическая ошибка при этом составляет $\pm 11\%$. При нахождении средней высоты и среднего диаметра кроны насаждений саксаула на аэроснимках (масштаб 1:5000) точность определения возраста с помощью корреляционных уравнений несколько снижается (среднеквадратическая ошибка $\pm 14,9\%$). Полученные уравнения составлены по результатам обмера учетных кустов саксаула, срубленных на пробных площадях, заложенных в Недербелендской даче юго-восточных Каракумов Туркменской ССР.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Б. В. Виноградов. Таксационное дешифрирование на аэроснимках древесно-кустарниковой растительности песчаных пустынь Туркмении. Сб. «Вопросы лесной аэрофотосъемки и картографии». Сибирское отделение АН СССР, Красноярск, 1963. [2]. Г. Г. Самойлович. Применение аэрофотосъемки и авиации в лесном хозяйстве. Изд. «Лесная промышленность», М., 1964.

Поступила 29 февраля 1968 г.

УДК 634.0.232.4

О ПОЗДНЕЛЕТНИХ И ОСЕННИХ ПОСАДКАХ СОСНЫ И ЕЛИ*

Г. С. ТУТЫГИН

(Архангельский лесотехнический институт)

При ежегодно увеличивающихся объемах посадок на Севере важно изучить возможность их проведения не только весной, но также в конце лета и осенью.

В 1966 г. в Емецком учебно-опытном лесхозе АЛТИ в различные сроки нами были заложены опытные посадки сосны и ели. Культуры созданы на двух участках кипрейно-паловой вырубке: первом в квартале 6 — с супесчаной почвой и втором в квартале 5 — со среднесуглинистой почвой. Весной 1966 г. на опытных участках была проведена полосная обработка почвы якорным покровосдирателем. Трехлетние сеянцы высаживали в конце лета и осенью под меч Колесова. В каждом варианте опыта высажено по 400—500 сеянцев.

Таблица 1

| № участка | Даты посадки | Приживаемость сеянцев, % | |
|-----------|--------------|--------------------------|------|
| | | сосны | ели |
| 1 | 10.VIII | 86,4 | 89,0 |
| | 20.VIII | 97,1 | 96,2 |
| | 1.IX | 89,9 | 92,1 |
| | 10.IX | 84,0 | 81,4 |
| | 20.IX | 76,9 | 69,8 |
| | 1.X | 46,4 | 49,1 |
| | 10.X | 48,0 | 32,2 |
| | 20.X | 18,1 | 21,7 |
| 2 | 10.VIII | 71,0 | 58,1 |
| | 20.VIII | 64,6 | 57,8 |
| | 1.IX | 54,1 | 36,7 |
| | 10.IX | 43,2 | 27,8 |
| | 20.IX | 26,4 | 18,0 |
| | 1.X | 24,2 | 20,9 |
| | 10.X | 12,4 | 15,7 |
| | 20.X | 10,8 | 6,0 |

* Работа выполнена под руководством канд. сельскохозяйственных наук, доц. Ф. Б. Орлова.

Учет культур, произведенный через год после их закладки, показал (табл. 1), что лучше прижились посадки на первом участке. Здесь отпад сеянцев, посаженных в первой и второй декадах августа и в первой декаде сентября, не превышал 19,6%. По росту в высоту сеянцы, высаженные в первые четыре срока на первом участке, незначительно отличались от сеянцев, посаженных здесь же весной.

У посадок, произведенных на первом участке во второй половине сентября и в октябре, приживаемость резко снижается при переходе от ранних сроков (20.IX) к более поздним (20.X).

Весной и осенью 1967 г. при раскопках корневых систем сеянцев удалось установить, что основная причина отпада культур поздних сроков на супесчаной почве — загнивание корней. В холодной, переувлажненной осенними дождями почве корневые окончания, оборванные при выкопке из питомника, не восстанавливаются и загнивают. Весной, при наступлении теплой погоды, такая корневая система не в состоянии восполнять расход влаги на транспирацию. Растения увядают и гибнут. К осени 1967 г. сохранившиеся сеянцы имели прирост в высоту в 1,5—2 раза меньше, чем сеянцы августовских посадок. Загнивание корней у сеянцев, высаженных в поздне-осенние сроки, наблюдал в Карелии В. И. Шубин*.

Культуры, заложенные в летне-осенние сроки на втором участке, к весне 1967 г. имели от 16,2 до 26,7% средневыжатых сеянцев и от 23,3 до 71,8% сильно и полностью выжатых; при этом наиболее интенсивно были выжаты посадки, произведенные в конце сентября и октябре. Сеянцы, имеющие слабый контакт с почвой или потерявшие его, в течение лета усыхали и погибали. К осени 1967 г. количество погибших растений на этом участке колебалось от 29 до 94%, возрастая от ранних сроков посадки к более поздним (табл. 1).

Кроме того, на втором участке в сроки 10 августа и 1 сентября были произведены посадки без подготовки почвы. В этих вариантах количество средневыжатых сеянцев сосны колебалось от 18,9 до 24%, ели — от 22,5 до 31,8%; к весне 1967 г. сильно и полностью выжатых растений не было. Приживаемость сеянцев сосны, высаженных без подготовки почвы, через год у посадок 10 августа составляла 89,4% у посадок 1 сентября — 84,6%; сеянцы ели прижились соответственно на 86,1 и 81,0%.

Проведенные нами опыты позволяют сделать вывод, что посадки сосны и ели в периоды позднелетней (после окончания роста сеянцев) и раннеосенней (первая половина сентября) можно производить, если нет опасности выжимания морозом.

* В. И. Шубин. Посадки леса на вырубках. Петрозаводск, 1964.

Поступила 18 июля 1968 г.

УДК 634.0.232.31

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ АЛЛЕЛОПАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЛАБОРАТОРНУЮ ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ЛИСТВЕННИЦЫ СУКАЧЕВА

В. А. ШАРГУНОВА

(Уральский лесотехнический институт)

В последнее время вопросам изучения аллелопатических связей среди растений уделяется большое внимание.

Ряд исследователей отмечает влияние корневых выделений или различных растительных экстрактов на всхожесть семян разных древесных пород. Другие авторы считают, что более токсичны выделения или экстракты из различных частей травянистых растений, растущих в лесах и на вырубках.

Отмечая устойчивый характер аллелопатических связей, некоторые авторы предполагают, что в каждом биогеоценозе формируется конкретная биохимическая среда в зависимости от экологической обстановки. В условиях таежного климата, характерного для Северного и Среднего Урала, нельзя игнорировать явление аллелопатии [2]—[7].

На кафедре лесоводства УЛТИ проведены опыты по изучению аллелопатического влияния опада хвои лиственницы Сукачева и сосны обыкновенной на лабораторную всхожесть семян лиственницы Сукачева. Результаты показали, что экстракт хвои лиственницы снижает всхожесть семян этой породы, а сосновый оказывает некоторое стимулирующее влияние на них [1].

Мы изучали влияние водных экстрактов из листового опада и из корней березы и осины на всхожесть семян лиственницы Сукачева. Эти две породы наряду с сосной обыкновенной являются постоянными спутниками лиственницы в естественных насаждениях таежной зоны Урала. Преобладая в составе насаждений, они дают обильный листовой опад. Для приготовления экстрактов в 1 л холодной дистиллированной воды растворяли 50, 25 и 10 г воздушно сухого вещества. Семена, разложенные на фильтровальную бумагу, прорастивали по 100 шт. в чашках Петри; опытные семена опрыскивали экстрактами, контрольные — дистиллированной водой. Проросшие семена учитывали на 3; 5; 7; 10; 12; 15; 17 и 20-й день. Одновременно измеряли кислотность готовых экстрактов. Результаты прорастивания семян лиственницы Сукачева в экстрактах из листового опада и из корней березы и осины (в той же концентрации) приведены в табл. 1.

Таблица 1

| Экстракт | Концентрация, г/л | Кислотность экстрактов | Энергия прорастания на 7-й день | Всхожесть на 20-й день | |
|--|-------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|----------------|
| Березы | 50 | 6,6 | $2,4 \pm 0,06$ | $86,7 \pm 6,6$ | |
| | $\frac{50}{50}$ | 6,2 | $26,4 \pm 2,1$ | $88,4 \pm 5,7$ | |
| | 25 | 6,6 | $1,6 \pm 0,06$ | $81,7 \pm 6,6$ | |
| | $\frac{25}{25}$ | 6,4 | $18,8 \pm 2,1$ | $87,4 \pm 5,7$ | |
| " " | 10 | 6,6 | $10,3 \pm 0,06$ | $87,3 \pm 6,6$ | |
| | $\frac{10}{10}$ | 6,2 | $43,0 \pm 2,1$ | $90,9 \pm 5,7$ | |
| | Осины | 50 | 5,6 | $1,3 \pm 0,09$ | $90,2 \pm 3,0$ |
| | $\frac{50}{50}$ | 6,2 | $11,1 \pm 2,1$ | $86,7 \pm 5,7$ | |
| " " | 25 | 6,1 | $2,9 \pm 0,09$ | $87,8 \pm 3,0$ | |
| | $\frac{25}{25}$ | 6,2 | $9,0 \pm 2,1$ | $57,6 \pm 5,7$ | |
| | 10 | 6,2 | $4,5 \pm 0,09$ | $91,4 \pm 3,0$ | |
| | $\frac{10}{10}$ | 6,2 | $13,5 \pm 2,1$ | $86,5 \pm 5,7$ | |
| Смеси опада осины и березы в соотношении 1:1 | 25 | 6,5 | $40,6 \pm 3,7$ | $88,8 \pm 2,3$ | |
| | — | — | — | — | |
| | 25 | 6,8 | $31,4 \pm 3,7$ | $88,1 \pm 2,3$ | |
| 1:2 | — | — | — | — | |
| 1:3 | 25 | 7,2 | $26,4 \pm 3,7$ | $87,6 \pm 2,3$ | |
| — | — | — | — | — | |
| Контроль | — | — | $25,3 \pm 2,3$ | $91,5 \pm 7,8$ | |
| | — | — | $25,3 \pm 2,3$ | $91,4 \pm 7,8$ | |

Примечание. В числителе — данные для листьев, в знаменателе — для корней.

Выводы

1. Экстракты из листового опада березы и осины значительно снизили энергию прорастания семян лиственницы Сукачева, почти не влияя на их лабораторную всхожесть.

2. Смесь экстрактов из листового опада березы и осины стимулировала энергию прорастания семян лиственницы, особенно при соотношении 1:1, а всхожесть почти не отличалась от контрольной.

3. Корневые экстракты осины при всех концентрациях значительно снижали энергию прорастания семян лиственницы, в то время как корневые экстракты березы не оказали токсичного действия, а при концентрации 10 г/л энергия прорастания семян лиственницы сильно возрастала.

4. Незначительная величина колебания кислотности экстрактов не повлияла на лабораторную всхожесть семян лиственницы Сукачева.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Н. А. Коновалов, В. Д. Луганская. О взаимовлиянии сосны и лиственницы при прорастании семян. II Уральское совещание по экологии и физиологии древесных растений. Уфа, 1965. [2]. М. В. Марков. Вопрос о взаимоотношениях

между организмами, входящими в состав растительного сообщества. «Ботанический журнал» № 2, т. 90, 1955. [3]. М. В. Марков. Аллелопатия — одна из форм связи между организмами в растительном сообществе. Материалы 1-го симпозиума по физиолого-биохимическим основам формирования фитоценозов. М., 1966. [4]. Л. К. Поздняков. О влиянии растений живого покрова на прорастание семян и развитие всходов лиственницы даурской. Проблемы ботаники, т. VI. 1962. [5]. В. Н. Сукачев. Основные понятия лесной биогеоценологии. Основы лесной биогеоценологии, глава 1, М., 1965. [6]. В. С. Шумаков. Биохимические взаимосвязи между травянистой растительностью вырубок, проростками сосны и ели. Сборник работ по лесному хозяйству, вып. 50, 1965. [7]. А. С. Шербатюк. Влияние корневых выделений растений на прорастание семян и рост проростков лиственницы сибирской. Сб. «Физиологическая характеристика древесных пород Средней Сибири», 1965.

Поступила 2 февраля 1968 г.

УДК 581.43

КОРНЕВАЯ СИСТЕМА ОРЕХА ЧЕРНОГО В МОЛОДЫХ КУЛЬТУРАХ

Б. И. ПЕРЕВЕРТАЙЛО

(Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт)

От особенностей строения подземных частей древесных растений во многом зависят их биологические и экологические свойства, а также устойчивость в конкуренции с другими видами. Знание этих особенностей безусловно необходимо при создании лесных культур в степных условиях, где борьба за жизненные факторы носит крайне обостренный характер.

Летом 1966 г. мы провели изучение строения корневой системы ореха черного, а также ее взаимоотношения с корнями ясеня обыкновенного и клена остролистного. Объектом исследований послужили опытные культуры, заложенные весной 1959 г. С. Ф. Бессарабовым на территории Донского лесхоза Ростовской области. В качестве посадочного материала были использованы двухлетние сеянцы ореха, завезенные из Егорлыкского района Ростовской области. Почва — обыкновенный выщелоченный чернозем, мощность гумусового горизонта $A + V_1 = 70$ см, механический состав — суглинистый.

Раскопки проводили в вариантах смешения ореха чистыми рядами в одном случае с ясенем обыкновенным, в другом — с кленом остролистным при размещении в рядах — 2 м, между рядами — 1,5 м. В качестве контроля были использованы чистые культуры ореха, имеющие размещение: в ряду — 2 м, между рядами — 6 м. Такие большие междурядья явились результатом выпадения промежуточных рядов пекана, погибшего вскоре после посадки. Сопоставляя данные обследования чистых и смешанных насаждений, мы можем установить изменения в развитии и распространении корневых систем ореха черного, обусловленные влиянием сопутствующих пород.

Для изучения корневых систем нами были применены метод горизонтальных раскопок и метод монолитов. В смешанных насаждениях траншеи закладывали на всю ширину междурядного пространства. По длине траншеи охватывала не менее трех деревьев каждой породы. В чистых культурах для получения сопоставимых данных также копали 1,5-метровые траншеи, одна из длинных сторон которых проходила по линии обследуемого ряда. Раскопкам в этом варианте были подвергнуты корневые системы трех деревьев ореха.

Обнаженные скелетные корни измеряли, зарисовывали и фотографировали. Для учета мелких корней по 10- и 20-сантиметровым слоям с помощью корнереза брали монолиты объемом 4000 см³. С каждого слоя брали по три монолита: в смешанных культурах — на расстоянии 15 см от основания орехового дерева, в середине междурядья и на расстоянии 15 см от основания ствола породы-спутника. В чистых культурах монолиты брали соответственно на расстоянии 15, 75 и 135 см от основания орехового дерева в направлении, перпендикулярном линии ряда (в трех повторностях по каждому варианту). Мелкие корни отмывали от почвы в проточной воде с помощью металлического сита с диаметром ячейки 0,25 мм. Высушенные до воздушно-сухого состояния корни сортировали по породам, а в их пределах — по фракциям: до 1 мм, 1—3 и 3—5 мм. Корни толще 5 мм относили к числу скелетных. Обследовали также и наземные части растений.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что корневая система ореха черного относится по своему строению к поверхностно-якорному типу. При этом стержневая часть корневой системы представлена, как правило, несколькими уходящими вертикально вглубь корнями. Хорошо развиты и боковые корни. От одного дерева отходит 12—16 боковых корней, длина которых в чистых культурах достигает 8 м, в смешанных — 4—5 м. Их диаметр в месте ответвления от стержневого корня колеблется от 6 до 50 мм (средний 25 мм).

О глубине залегания скелетных корней можно судить по данным табл. 1.

Таблица 1

| Вариант культур | Порода | Глубина залегания боковых корней, см | | | | | | | | |
|------------------|--------------------|--|--------------|---------|--|--------------|---------|--|--------------|---------|
| | | в месте ответвления от стержневого корня | | | в середине междурядья (для чистых культур — на расстоянии 75 см от ряда) | | | на уровне соседнего ряда (для чистых культур — на расстоянии 1,5 м от исследуемого орехового ряда) | | |
| | | минимальная | максимальная | средняя | минимальная | максимальная | средняя | минимальная | максимальная | средняя |
| Чистые | Орех черный | 10 | 38 | 23 | 14 | 40 | 30 | 12 | 36 | 32 |
| Орехово-ясеневые | Орех черный | 15 | 45 | 29 | 15 | 41 | 34 | 30 | 50 | 41 |
| | Ясень обыкновенный | 2 | 21 | 10 | 14 | 32 | 23 | 25 | 35 | 32 |
| Орехово-кленовые | Орех черный | 3 | 43 | 23 | 16 | 50 | 32 | 30 | 37 | 34 |
| | Клен остролистный | 14 | 38 | 27 | 7 | 48 | 34 | 7 | 65 | 27 |

Из этих данных видно, что наиболее поверхностное положение занимают боковые корни ореха в чистых культурах, наиболее глубокое — в орехово-ясеневых. При этом глубина залегания ореховых корней заметно увеличивается по мере приближения к ясеневому ряду. Это объясняется тем, что ясень, имеющий сильно развитую поверхностную корневую систему, оттесняет корни ореха в более глубокие слои почвы. Корни клена остролистного не оказывают угнетающего воздействия на корневую систему ореха. Особый интерес представляют данные распределения мелких корней (диаметром до 1 мм), составляющих наиболее активную часть корневой системы. Эти данные приведены в табл. 2 (в числителе — вес корней в миллиграммах на 1 дм³ почвы, в знаменателе — процентное содержание мелких корней данной породы от общего веса древесных корней данной фракции в почвенном слое), а также на рис. 1 и 2.

Таблица 2

| Варианты культур | Порода | Распределение мелких корней, шт., по почвенным слоям, см | | | | | | | |
|------------------|--------------------|--|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | 0—10 | 11—20 | 21—30 | 31—40 | 41—50 | 51—60 | 61—80 | 81—100 |
| Чистые | Орех черный | 268 | 464 | 269 | 135 | 63 | 61 | 44 | 17 |
| Орехово-ясеневые | Орех черный | $\frac{369}{37}$ | $\frac{194}{24}$ | $\frac{85}{15}$ | $\frac{70}{19}$ | $\frac{49}{25}$ | $\frac{68}{42}$ | $\frac{50}{34}$ | $\frac{58}{48}$ |
| | Ясень обыкновенный | $\frac{618}{63}$ | $\frac{628}{76}$ | $\frac{486}{85}$ | $\frac{294}{81}$ | $\frac{152}{75}$ | $\frac{93}{58}$ | $\frac{98}{66}$ | $\frac{68}{52}$ |
| Орехово-кленовые | Орех черный | $\frac{381}{52}$ | $\frac{324}{57}$ | $\frac{294}{59}$ | $\frac{181}{61}$ | $\frac{82}{50}$ | $\frac{59}{50}$ | $\frac{34}{35}$ | $\frac{7}{14}$ |
| | Клен остролистный | $\frac{346}{48}$ | $\frac{249}{43}$ | $\frac{207}{41}$ | $\frac{115}{39}$ | $\frac{84}{50}$ | $\frac{60}{50}$ | $\frac{62}{65}$ | $\frac{44}{86}$ |

Рис. 1. Распределение мелких корней ореха черного по вертикальным почвенным слоям в чистых культурах.

1 — корни травянистых растений;
2 — корни ореха.

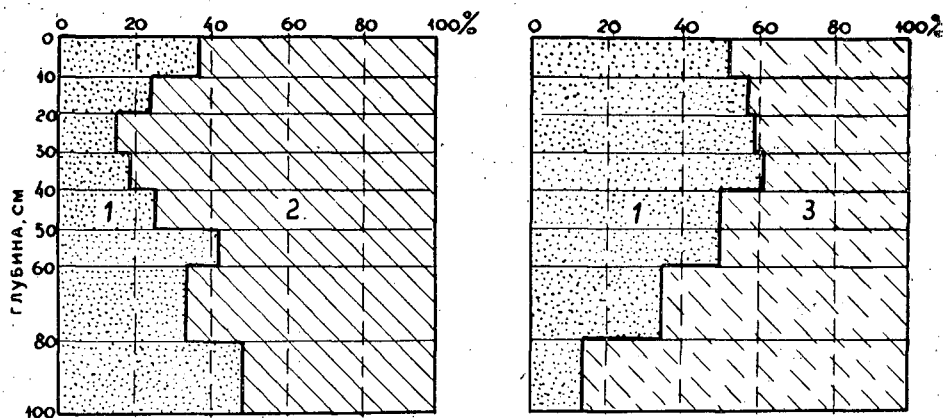
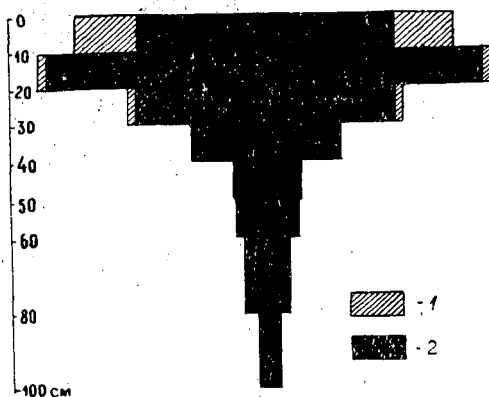


Рис. 2. Процентное соотношение мелких корней по вертикальным почвенным слоям в орехово-ясеневых и орехово-кленовых культурах.

1 — корни ореха; 2 — корни ясеня обыкновенного; 3 — корни клена остролистного.

Как видно из табл. 2, в орехово-ясеневом варианте в верхних слоях почвы наблюдается значительное преобладание мелких корней ясеня, что оказывает отри-

Таблица 3

| Варианты культур | Расстояние, м | | Порода | Средние показатели | | | | Приживаемость, % |
|------------------|---------------|--------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|-----------------|-----|------------------|
| | в рядах | между рядами | | высота, м | диаметр ствола на высоте 1,3 м, см | диаметр крон, м | | |
| | | | | | | С-Ю | В-З | |
| Чистые ореховые | 2 | 6 | Орех черный | 5,2 | 7,9 | 3,7 | 2,1 | 74 |
| Орехово-ясеневые | 2 | 1,5 | Орех черный | 4,6 | 5,7 | 2,3 | 2,0 | 66 |
| | | | Ясень обыкновенный | 5,1 | 5,8 | 1,8 | 2,1 | 75 |
| Орехово-кленовые | 2 | 1,5 | Орех черный | 5,4 | 7,8 | 3,1 | 2,6 | 80 |
| | | | Клен остролистный | 3,8 | 2,9 | 1,3 | 1,2 | 60 |

Примечание. Направление рядов во всех вариантах — с востока на запад.

цательное влияние на рост ореха. Для орехово-кленового варианта характерно преобладание в верхних слоях мелких корней ореха, что благоприятно сказывается на росте ореха. Данные роста ореха и его компонентов в различных вариантах приведены в табл. 3.

Сильное развитие крон ореха в сторону междурядья в чистом насаждении объясняется тем, что вследствие очень больших междурядий насаждение еще не достигло смыкания и для развития крон имеется свободное пространство.

В орехово-кленовом варианте клен остролистый, находящийся во втором ярусе, не стесняет развитие крон ореха, которые, как правило, полностью накрывают клен сверху, имея при этом большее развитие в направлении междурядий.

В орехово-ясеневом варианте ясень, имеющий более плотное строение крон, а также большую высоту, угнетающе действует на рост и развитие надземной части ореха. Кроны ореха в этом варианте имеют деформированный вид. При этом они зачастую более сильно развиты под некоторым углом к линии ряда. Обусловлено это стремлением ореха в стесненных условиях занимать промежутки, менее заполненные кронами ясени.

Стволы ореха во всех вариантах прямые. Более или менее закономерной эксцентричности в их строении обнаружено не было.

Поступила 4 октября 1967 г.

УДК 634.0.443.3

О ВЛИЯНИИ ЕЛИ И БЕРЕЗЫ НА ФАУТНОСТЬ ОСИНЫ

В. А. АЛЕКСЕЕВ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Осине часто сопутствуют береза и ель. Можно предполагать, что совместное их произрастание оказывает влияние на почвенные и воздушные условия под пологом насаждений и тем самым на поражаемость осины гнилью.

Для выяснения этого вопроса летом 1967 г. мы обследовали осинники на территории Лесного леспромпхоза Калининской области, Лисинского учебно-опытного лесхоза ЛТА и частично Волосовского (Гатчинского) лесхоза (Ленинградская область). Объекты обследования — осинники I—III классов бонитета, кислично-черничных и близких к ним типов леса, IV—XI классов возраста с различным участием в составе березы и ели — выбраны совершенно произвольно, но находятся примерно на одной широте. Намеченные участки осматривали в натуре. В случае необходимости закладывали пробные площади и проводили перечет деревьев на них. При этом выделяли насаждения без второго яруса и подроста ели, со вторым ярусом и подростом ели: редким (до 3 тыс. шт. на 1 га), средней густоты (3—4 тыс. шт. на 1 га), густым (более 4 тыс. шт. на 1 га). Учитывали также густоту и высоту подлеска, товарность осины. К III классу товарности относили насаждения с числом деловых деревьев осины (выходом деловой древесины) менее 30%, ко II — 30—50% и I — свыше 50%. Взято также 60 модельных деревьев.

Результаты этой работы (по Волосовскому, Лисинскому лесхозам и Лесному леспромпхозу) представлены в табл. 1.

Данные таблицы показывают, что примесь березы к осине до 2—4 единиц состава увеличивает площадь насаждений с осинной I—II классов товарности на 10—25%. При этом 93,4% всех осинников со II ярусом ели относится к III классу товарности. Это значит, что под пологом таких осинников II ярус ели создает более благоприятные условия для развития ядерной гнили осины. Несмотря на небольшое количество осинников без II яруса и подроста ели или с густым подростом, наблюдения позволяют сделать вывод, что осинники с густым подростом (особенно высотой 2—3 м), а также с подростом средней густоты относятся ко II—I классам товарности. Осинники без II яруса и подроста, если их отсутствие не связано с чрезмерной полнотой древостоя, особенно в первые три десятилетия его жизни, могут иметь высокую товарность. Примесь березы к осине до 5 единиц состава при равномерном ее распределении в этом случае играет положительную роль. Высокий подлесок из ольхи серой, ивы, крушины, черемухи, клена, липы и других кустарниковых пород может оказывать отрицательное влияние на качество осины, как и густой высокий подрост ели II ярус из ели.

Древостои осины с участием березы более 5 единиц состава формируются в менее благоприятных для осины лесорастительных условиях, что увеличивает ее фаут-

Таблица 1

| Состав насаждений | Распределение участков, % по площади | | | | | |
|-------------------|--------------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-------------|---------------------------------|
| | без второго яруса и подроста | со вторым ярусом | с подростом ели | | | итого I и II классов товарности |
| | | | редким | средней густоты | густым | |
| 8Ос2Б | 48,7 | 10,2 | 46,4 | 17,3 | 50,6 | 25,8 |
| 7Ос3Б | 58,9 | — | 15,1 | 17,6 | 41,1 | 13,8 |
| 6Ос4Б | 22,1 | 17,5 | 0,9 | 22,2 | 36,1 | 16,5 |
| 5Ос5Б | — | — | — | 7,6 | — | 2,9 |
| 3Ос7Б | — | — | — | — | 44,8 | 12,0 |
| 2Ос8Б | — | 6,3 | 0,7 | 4,0 | 17,0 | 4,9 |
| Итого | 28,4 | 5,4 | 19,4 | 11,8 | 29,7 | 13,3 |
| 6Ос3Б1Е | — | 12,7 | 9,8 | 15,3 | 11,9 | 13,4 |
| 5Ос3Б2Е | 19,8 | 4,4 | 16,5 | 23,0 | 20,1 | 17,9 |
| 5Ос4Б1Е | 100,0 | 14,2 | — | 22,1 | 41,1 | 21,2 |
| 4Ос4Б2Е | — | — | — | 11,6 | — | 5,9 |
| 5Е5Ос | — | — | 100,0 | — | — | 13,4 |
| 5Б4Ос1Е | — | — | — | 16,7 | 0,8 | 9,7 |
| 5Б3Ос2Е | — | 0,7 | 8,5 | 4,9 | — | 4,1 |
| 6Б3Ос1Е | — | 0,7 | 8,0 | — | 59,6 | 6,6 |
| Итого | 20,0 | 4,5 | 8,9 | 14,5 | 16,3 | 11,7 |

Примечание. Насаждения состава 5Е5Ос даны без Лесного ЛПХ.

Проценты взяты от общей площади насаждений соответствующей категории.

ность (94—95% всех участков относится к III классу товарности по осине). Так, насаждения состава 5Ос5Б или 6Ос4Б в Ленинградской области чаще всего относятся к долгомозновиковым типам леса III—IV классов бонитета или влажному черничнику III класса бонитета с избыточным увлажнением.

Примесь ели, по крайней мере до двух единиц в составе I яруса, не оказывает существенного влияния на фауность осины, II ярус резко увеличивает ее: 93—95% всех осинников со II ярусом относится к III классу товарности. При этом осинники могут быть достаточно высокой товарности (I—II классы) и со II ярусом ели или других древесных пород, если полнота II яруса не превышает 0,2—0,3 и он образовался не ранее как в IV—VI классах возраста, а полнота I яруса невысока.

Проведенные микроклиматические исследования показали также, что в осинниках с крупным подростом ели освещенность может быть в 1,5—2 раза меньше, относительная влажность воздуха на 10—20% выше, а температура воздуха в дневное время на 2—3° ниже, чем в осинниках без подроста или второго яруса.

Поставленный в статье вопрос требует дальнейшего детального изучения на больших площадях осинников в различных лесорастительных условиях.

Поступила 15 июня 1968 г.

УДК 634.0.901(470.45)

ТИПОЛОГИЯ ПОЙМЕННЫХ ЛЕСОВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

А. Ф. КИРЕЕВ

(Волгоградский сельскохозяйственный институт)

Приведенная ниже типология пойменных лесов Волгоградской области — результат обобщения и систематизации многочисленных описаний конкретных участков леса, сделанных автором в поймах области на протяжении ряда лет вплоть до 1965 г. Эта типология отличается от классификации дубяков и ольшаников Нижней Волги и

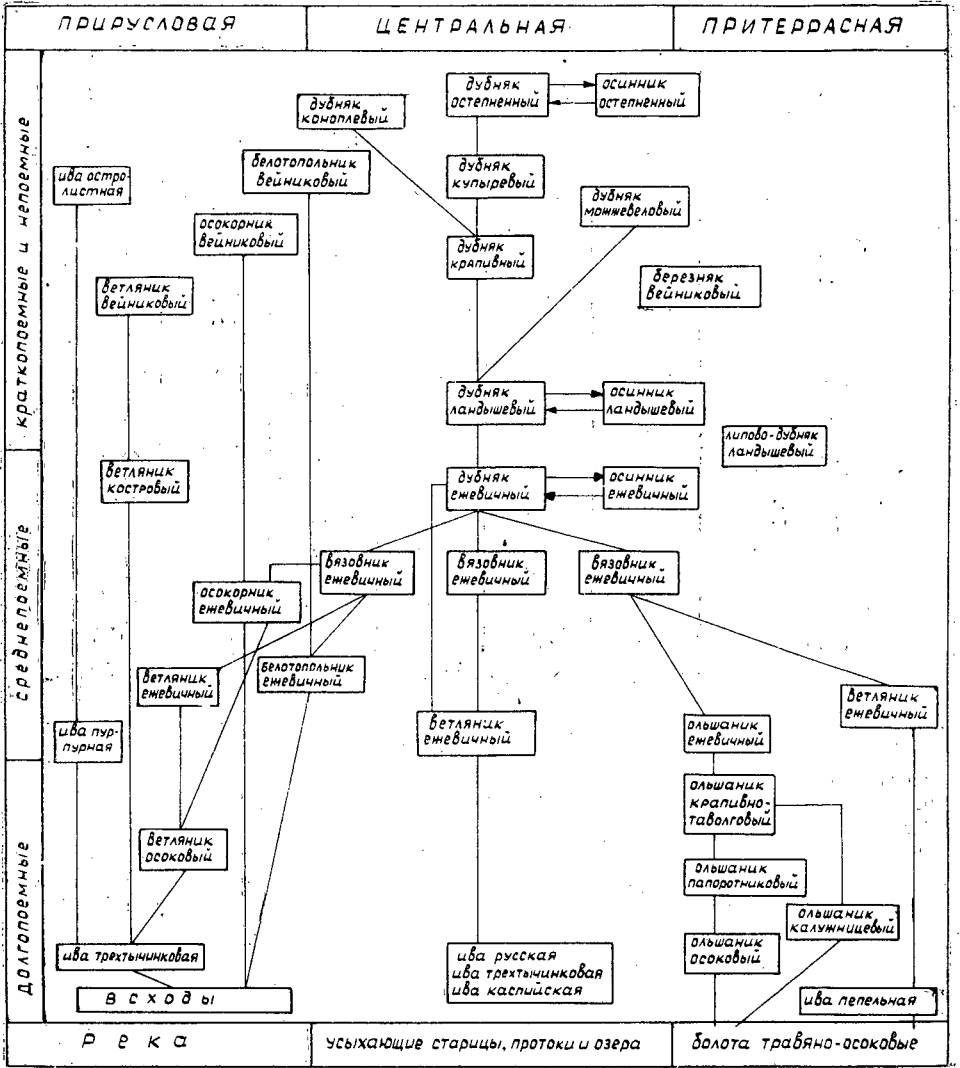


Рис. 1. Схема эколого-генетических рядов лесных ассоциаций речных пойм Волгоградской области.

Дона (Ф. С. Яковлев [2]) и классификации хоперских лесов (Ф. И. Червяков [1]) и является первой полной сводкой, охватывающей все пойменные леса Волгоградской области (табл. 1).

Общее число лесных ассоциаций (типов) по всем поймам области равняется 30. Ассоциаций, встречающихся во всех поймах области, шесть: из ивы трехтычинковой и остролистой, дубняк ежевичный, ландышевый, крапивный и остьепный. Господствующее положение по площади занимают дубняки.

В перечень типов, разумеется, не вошли искусственные насаждения, а также возникшие естественным путем (налетом семян) целые рощи клена ясенелистного (*Acer Negundo*), что можно наблюдать, например, в некоторых местах Хоперской поймы (рис. 1 и 2).

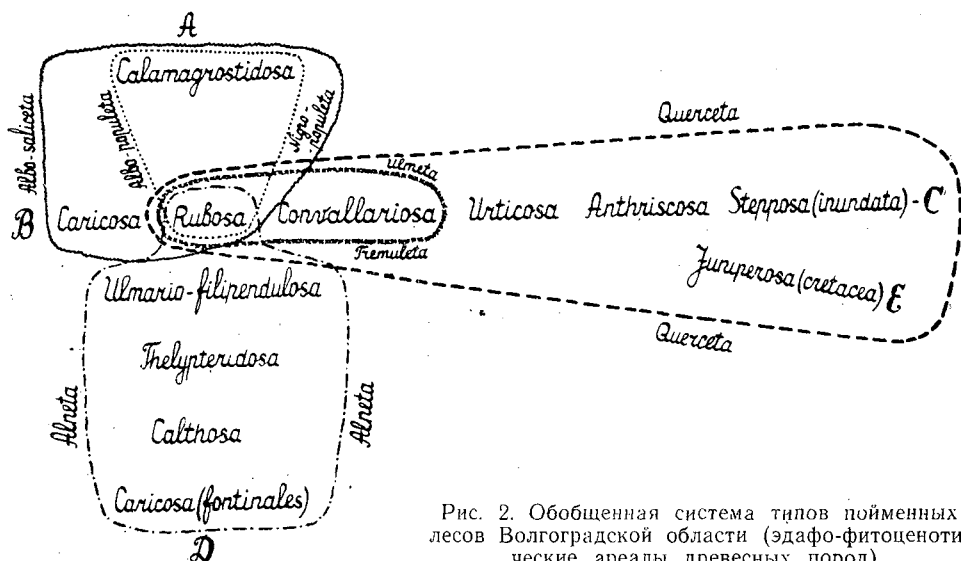


Рис. 2. Обобщенная система типов пойменных лесов Волгоградской области (эдафо-фитоценологические ареалы древесных пород).

A — непоемные и краткопоемные вершины и склоны прирусловых увалов и неглубоких понижений между ними; почвы аллювиальные, супесчаные и песчаные, слабо гумусированные, бедные, сухие; **B** — долгопоемные и среднепоемные понижения центральной и прирусловой поймы; почвы аллювиальные, иловато-глинистые, иловато-песчаные, хорошо увлажненные; **C** — надпойменные территории; почвы черноземовидные супеси и суглинки; **D** — долгопоемные, избыточно увлажненные проточной водой понижения притеррасья; почвы илито-торфянистые, богатые; **E** — непоемные подножия меловых склонов долин; почвы карбонатные.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ф. И. Червяков. Растительность поймы реки Хопра. Ученые записки Саратовского государственного педагогического института, вып. 13, 1949. [2]. Ф. С. Яковлев. Классификация и основные закономерности распространения ольшаников и дубняков в поймах рек Дона и Нижней Волги. Научные записки Воронежского лесохозяйственного института, т. IX, 1946.

УДК 634.0.235.6

ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЛИСТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ И СПОСОБЫ ИХ РЕКОНСТРУКЦИИ

И. М. НЕВЗОРОВ

(Боровая лесная опытная станция ВНИИЛМ)

В результате неправильного ведения лесного хозяйства только на территории боровых лесничеств Бузулукского бора произошла смена коренной породы (сосны) лиственными на площади около 17 тыс. га. Реконструкция низкопродуктивных лиственных насаждений — одна из основных задач лесоводов бора.

Принципы подхода к замене лиственных насаждений сосновыми должны основываться на экономических расчетах. Предварительно необходимо установить, получим ли мы в результате смены пород более ценные насаждения как по продуктивности, так и по хозяйственному их значению.

Приводим расчет хозяйственной ценности лиственных и хвойных насаждений по схеме К. Б. Лосяцкого [1] (табл. 1). Из таблицы видно, что в условиях Бузулукского бора замена лиственных древостоев сосновыми весьма целесообразна.

Реконструкция малоценных насаждений должна проводиться в определенной очередности. При этом необходимо учитывать условия местопроизрастания, возраст,

Таблица 1

| Показатели | Сосна | Осина | Береза | Липа | Дуб |
|---|-------|-------|--------|------|------|
| Возраст рубки, лет | 120 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| Производительность, m^3/ga | 361 | 190 | 145 | 194 | 151 |
| Объем пользования за 120 лет, m^3/ga | 361 | 760 | 435 | 466 | 302 |
| Выход деловой древесины, m^3/ga | 289 | 144 | 157 | 168 | 121 |
| Средний годичный прирост, m^3/ga | 2,4 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,0 |
| Таксовая стоимость 1 m^3 деловой древесины, руб. | 2,57 | 1,63 | 1,87 | 1,63 | 4,03 |
| Стоимость деловой древесины с 1 $га$, руб. | 743 | 235 | 294 | 274 | 488 |
| Относительный коэффициент стои- мости | 1,00 | 0,32 | 0,40 | 0,37 | 0,66 |

полноту и состояние насаждений, а также их продуктивность, товарность и хозяйственную ценность древесных пород. В первую очередь следует реконструировать все спелые и перестойные древостой осины, произрастающие в лишайниковых и мшистых борах, с полнотой ниже 0,5.

Отсутствие в лиственных насаждениях подроста главной породы не позволяет пользоваться лесохозяйственными приемами, поэтому полная реконструкция осуществляется только с применением лесокультурных мероприятий двумя способами: сплошным для спелых и перестойных древостоев и коридорным для молодняков.

Об эффективности коридорного способа реконструкции малоценных молодняков можно судить по результатам 7-летнего опыта. Опытный участок заложен на вырубке 1942 г. в квартале 38 Партизанского лесничества, в дубово-липовом сосняке. Лесосека естественно возобновилась лиственными породами с преобладанием липы (78%). Поросль очень густая (15,0—18,7 тыс. шт. на 1 $га$), средняя высота 13-летней поросли (1955 г.) равнялась 2,8 м. Естественное возобновление сосны практически отсутствовало.

Подготовительные работы на участке включали в себя: прокладывание коридоров 6-метровой ширины среди поросли кусторезом Д-157, расчистку участка и корчевание пней корчевателем-сборителем Д-210В, вспашку почвы плугом ПКБ-56, вычесывание корней и дискование, перепашку почвы плугом П-5-35, вторичное вычесывание корней.

Посадка 2-летних сеянцев сосны произведена 7—8 мая 1956 г. лесопосадочной машиной СЛЧ-1.

Учет показал, что на 1 $га$ коридорных посадок сохранилось 3390 сосен, что вполне достаточно для формирования полноценного смешанного древостоя.

Сосна в коридорах отличается некоторыми особенностями роста. Если средние диаметры сосны в коридорах на 31—47% меньше, чем на открытом участке, то средние высоты — лишь на 10—13% (табл. 2).

Таблица 2

| Показатели роста | Открытый участок | | Слабо затененные коридоры | | Сильно затененные коридоры | |
|--------------------------------------|------------------|------|---------------------------|------|----------------------------|------|
| | М, см | С, % | М, см | С, % | М, см | С, % |
| Диаметр на высоте 1,3 м | 3,6 | 30,6 | 2,5 | 27,2 | 1,9 | 29,5 |
| Высота | 269,9 | 15,9 | 242,8 | 14,8 | 235,0 | 15,1 |
| Прирост по высоте за 1962 г. | 62,5 | 16,8 | 57,4 | 18,1 | 42,2 | 26,8 |

Для улучшения роста и развития культур сосны в коридорах необходимо уже с 4—5-летнего их возраста проводить осветления. В целях избежания резкого изменения условий освещения в коридорах рекомендуется не рубить кулисы за один прием, а проводить их омоложение по способу лесничего А. И. Успенского [2].

При замене спелых и перестойных лиственных древостоев после сплошной рубки производится обработка почвы полосами шириной от 3 до 6 м. Как показали наши опыты [2] при полосной обработке создаются довольно благоприятные условия для приживаемости и роста культур сосны. Производство таких культур на 37—48% дешевле сплошных.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. К. Б. Ло сицкий. Хозяйственная оценка смены пород в дубравах. Журн. «Лесное хозяйство» № 1, 1961. [2]. И. М. Нев зоров. Перспективные приемы лесовосстановления в сложных сосняках Бузулукского бора. Научная информация ВНИИЛМ «Лесное хозяйство», № 4, Пушкино, 1962. [3]. В. В. Огневский и др. Лесные культуры. Гослесбумиздат, М.—Л., 1949.

УДК 634.0.236

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ ДОПУСТИМОЙ ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ПРИ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ УХОДАХ ЗА ПОСЕВАМИ В ПИТОМНИКАХ

В. А. ХОДОРЕВСКИЙ

(ВНИАЛМИ)

Величина защитной зоны, оставляемой при механизированных уходах за посевами в питомниках, зависит от многих факторов. Одним из них является опасность обреза боковых корней; сеянцев рабочими органами. В целях определения биологически доступной минимальной защитной зоны нами в 1963—1964 гг. на питомнике Волгоградской производственно-экспериментальной лесомелиоративной станции (ВПЭЛС) было изучено влияние боковой обрезки корней на их рост. Опыты проводили на четырехстрочных посевах однолетнего абрикоса, клена ясенелистного, вяза мелколистного, яблони и двухлетней сосны обыкновенной. Посев произведен сеялкой СЛ-4, оборудованной лодочным сошником по схеме 100—27—27—27—100, с шириной строчки 3—4 см.

Почвы питомников относятся к светло-каштановым супесчаным и песчаным с незначительной солонцеватостью. По своей лесопригодности они малоблагоприятны, так как бесструктурны, имеют очень небольшой поглощающий комплекс и весьма бедны питательными веществами. В течение вегетационного периода за посевами осуществляли трехкратный механизированный уход ротационной мотыгой, а на посевах клена ясенелистного и вяза мелколистного — дополнительно трехкратный уход прицепным управляемым и навесным культиваторами, изготовленными рационализаторами ВПЭЛСа. На посевах двухлетней сосны проводили двукратный, а абрикоса и яблони — четырехкратный полив напуском, на посевах клена ясенелистного и вяза мелколистного трехкратный полив дождеванием.

Опытные делянки располагали по диагонали участков. В условиях юго-востока при ленточных посевах сеянцы крайних строчек обычно отличаются по своим размерам от сеянцев, расположенных внутри посевной ленты. Чтобы это различие не оказало влияния на результаты исследования, опытную и контрольную строчки брали в одинаковых условиях. На первой и третьей строчках посевной ленты проводили опыт, а вторая и четвертая строчки были контрольными. Повторность опыта трехкратная.

Перед обрезкой корневой системы измеряли диаметр корневой шейки и высоту сеянцев, а также расстояние каждого растения от линии обреза. Определяли влажность и плотность почвы. Корни обрезали с боков с двух сторон посевной строчки (примерно в одно время с механизированными уходами) ножом на глубину 10 см вдоль накладываемой на посевную строчку специальной металлической рамки (длинной 1 м). Чтобы повторную обрезку производить на одном и том же расстоянии от сеянцев, положение металлической рамки фиксировали при помощи деревянных колышков, которые забивали в почву на все время проведения опыта. При установке рамки каждый раз ее прижимали к колышкам. Так как сеянцы расположены по всей ширине посевной строчки, то при боковой обрезке корней они находятся на различном расстоянии от режущей кромки ножа. Сеянцы, имеющие защитную зону 5—30 мм, у сосны составляют 48%, у клена ясенелистного — 44,6%, у абрикоса — 77,5%, у яблони — 88,4% и у вяза мелколистного — 97,5%.

В течение вегетационного периода проведено три обрезки корней. Осенью, после окончания этого периода, были повторно измерены диаметр и высота сеянцев. В то же время определен выход стандартных сеянцев и раскопаны корневые системы.

Сравнение прироста сеянцев по высоте и диаметру у всех исследуемых пород в вариантах с обрезкой и без нее привело к выводу, что разница в этих показателях незначительна и находится в пределах ошибки опыта (степень достоверности

различия меньше трех). Различие по выходу стандартного посадочного материала также несущественно.

Отпад семян в опыте и на контроле получился примерно одинаковым; поэтому его можно считать естественным.

Раскопки корневых систем показали, что у семян с обрезанными боковыми корнями срезы затянулись каллюсом. От среза идут 2—4 корня второго порядка с ответвлениями третьего порядка. Как правило, отросшие корни второго порядка идут вертикально вниз.

Таким образом, мы установили, что при боковой обрезке корней семян двухлетней сосны и однолетних клена ясенелистного, вяза мелколистного, яблони и абрикоса восстанавливают свою корневую систему до размеров, обеспечивающих нормальное развитие семян. При этом не снижается интенсивность роста их в высоту и по диаметру в сравнении с контролем. Боковая обрезка корней семян указанных пород на расстоянии 2—3 см от стволиков не влияет на выход стандартных семян. Исходя из этого, для ряда пород в условиях поливных питомников при механизированных уходах за посевами можно сократить ширину защитной зоны до 4 см против рекомендуемых 7—10 см.

УДК 634.0.114.67

ПОЛЕЗНАЯ РОЛЬ ПОЧВЕННОЙ МЕЗОФАУНЫ В ЛЕСУ

М. Д. СИБИРЯКОВА

(Москва)

Одним из компонентов лесного биогеоценоза, играющего большую роль в жизни леса, является почвенная фауна. Обычно при оценке лесных площадей учитывают лишь наземную часть дровостоя и сопутствующую растительность и оставляют без внимания корневую систему.

Корни в почве развиваются крайне неравномерно. Есть места густого их сплетения и свободные от них участки. При обследовании приуроченности корневых систем к различным условиям выявляется, что они концентрируются и хорошо развиваются во взрыхленной почвенной фауной среде, под сводами воздушных прослоек почвы (нры зверей, ходы дождевых червей, гниющие корни деревьев).

Исследования поверхностных корней (возникших после пожара) 40-летней сосны, проведенные в сентябре в ленточном бору Панкрушихинского лесничества Алтайского края, показали, что все корневые ответвления заканчивались в мелких наземных и подземных гнездах земляных муравьев. То же было отмечено при исследовании (в июне) поверхностно расположенных корней наиболее развитых экземпляров 10-летних культур ели на бывшей пашне возле Учинского водохранилища Московской области. Поверхностные кочки земляных муравьев, покрытые сверху мелким кукушковым льном, были пронизаны обильными мочковатыми корнями деревьев. Вскрытие старых крупных муравейников показало картину сплошного сплетения корней различных древесных пород.

Отмечено, что при достижении муравейника хотя бы одним из корней дерева происходит скачок в увеличении прироста. Так, например, при осенней раскопке старого лесного муравейника в Судисловском лесхозе, Костромской области, мы обратили внимание на сильное развитие молодого корня. Оказалось, что это корень подростка ели, расположенного в 2,5 м от муравейника. Средний прирост ели достиг 35 см (против 4—10 см в прошлые годы).

В лесу мы находили группы устойчивых деревьев, расположенных рядом (иногда почти соприкасающихся). Исследования корней этих стволов показали, что они сконцентрированы на месте бывшего лесного муравейника. Такие же группы встречаются и среди сильно деградированных и усыхающих насаждений в пригородных лесах.

Искусственное создание таких условий на небольших участках может способствовать развитию тесных группировок деревьев и повышению продуктивности насаждений.

УДК 634.0.813

О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ЖИВИЦЫ СОСНЫ КУЛУНДИНСКОЙ
(*Pinus silvestris* L. subsp. *kulundensis* Sukaczew.)

И. И. БАРДЫШЕВ, А. Н. БУЛГАКОВ, А. Л. ПЕРЦОВСКИЙ,
В. Г. КАЗУЩИК

(Институт физико-органической химии АН БССР)

Б. Р. ВИНК

(Прииртышская лесная опытная станция КазНИИЛХа)

В литературе мы нашли небольшое количество работ [3], [4], посвященных особенностям роста сосны кулундинской; сведений о свойствах и химическом составе живицы этой сосны совершенно не обнаружили.

Настоящее исследование посвящено изучению свойств и химического состава скипидара и смоляных кислот, выделенных из живицы сосны кулундинской, произрастающей в ленточных борах Прииртышья. Живицу добывали в августе 1966 г. способом открытых ранений 60 индивидуальных сосен, произрастающих в кварталах 77 и 78 Чалдайского лесничества (Павлодарская область). Подсочку этих сосен проводили с применением пасты серной кислоты. Живицу собирали через 4—7 суток после нанесения подновки. Получили также средний образец живицы со 100 деревьев (квартала 26), подсосенных без химического воздействия. Образцы живицы хранили в запаянных ампулах в темноте.

Характеристика сосновых насаждений приведена в табл. 1.

Таблица 1

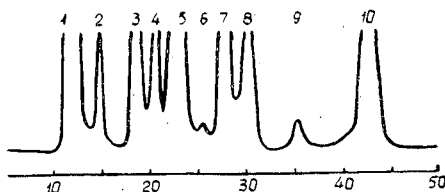
| Показатели | Кварталы | | |
|-------------------------------|----------------|---------------|----------------|
| | 26 | 77 | 78 |
| Тип леса | Бор сухой | Бор равнинный | Бор сухой |
| Состав | 10С(100)+С(80) | 8С(90) 2С(60) | 10С(100)+С(70) |
| Полнота | 0,4 | 0,4 | 0,3 |
| Возраст | 100 | 90 | 100 |
| Средний диаметр, см | 28 | 24 | 28 |
| Средняя высота, м | 19 | 18 | 18 |

Скипидар из живицы отгоняли с водяным паром, сушили безводным сульфатом натрия и анализировали методом газо-жидкостной хроматографии (ГЖХ) на приборе ХВ-2 при 116°С на колонке 5000 × 4 мм, заполненной дезактивированным диатомовым кирпичом ИНЗ-600 (зернение 0,3—0,5 мм), пропитанным трикрезилфосфатом (15%); скорость водорода составляла 33 мл/мин.

Средний образец скипидара от 100 сосен имел $n_D^{20} = 1,4715$; $d_4^{20} = 0,8621$; $\alpha_D = +13,2^\circ$. ГЖХ среднего образца скипидара приведена на рис. 1. Для скипидаров, выделенных из живицы индивидуальных сосен, значения n_D^{20} колебались в пределах от 1,4565 до 1,4742 и α_D — от $-40,8$ до $+28,4^\circ$. Основные компоненты скипидаров (рис. 2) — α -пинен и Δ^3 -карен. (Другие компоненты на рис. 2 не показаны.)

Рис. 1.

- 1 — α -пинен (28,8%); 2 — камфен (0,8%);
- 3 — β -пинен (5,2%); 4 — β -мирцен (3,2%);
- 5 — Δ^3 -карен (47,5%); 6 — α -терпинен (0,4%);
- 7 — l + d,l-лимонен (4,50%); 8 — β -фелландрен (2,9%); 9 — цимол и γ -терпинен (0,8%);
- 10 — терпинолен (5,9%).



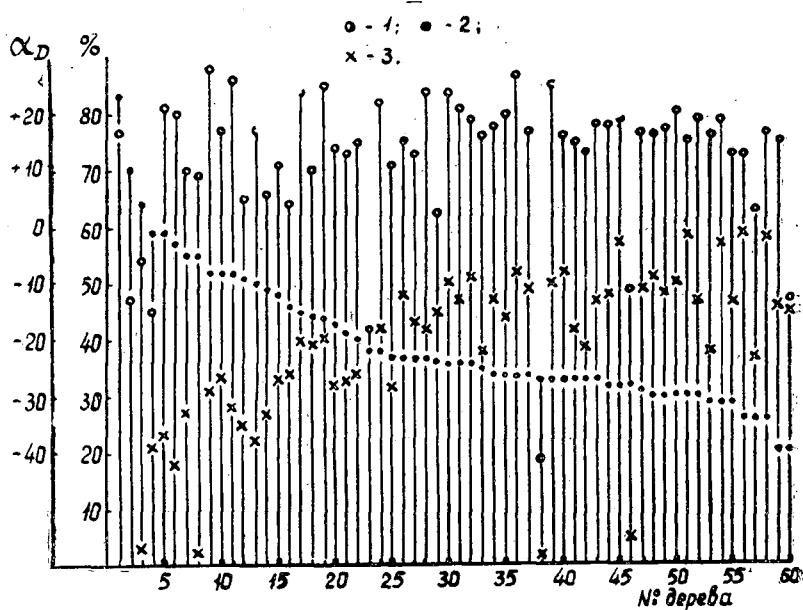


Рис. 2. Колебания химического состава скипидаров из живицы индивидуальных сосен и значения величины α_D .

1 — α_D ; 2 — содержание α -пинена, %; 3 — содержание Δ^3 -карена, %.

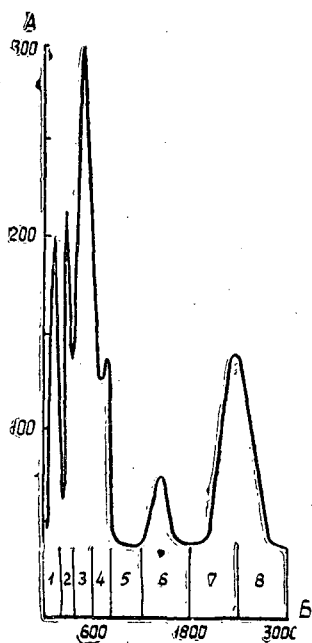


Рис. 3.

А — показания интерферометра;
Б — объем элюэнта; 1—8 — зоны хроматограммы.

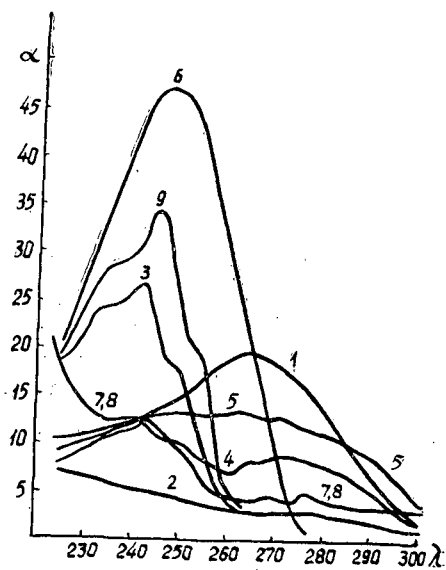


Рис. 4.

α — коэффициент поглощения;
 λ — длина волны, $\mu\text{мк}$.

Данные содержания отдельных компонентов в скипидарах из живицы индивидуальных сосен приведены в табл. 2.

Таблица 2

| Число компонентов | Содержание компонентов, % | | | | | | | | | |
|-------------------|---------------------------|---------|-----------------|------------------|--------------------|---------------------|----------------|----------------------|------------------------------|-------------|
| | α -пинена | камфена | β -пинена | β -мирцена | Δ^3 -карена | α -терпинена | 1+d,l лимонена | β -фелландрена | цимола и γ -терпинена | терпинолена |
| Минимальное | 20,2 | 0,3 | 0,4 | 0,8 | 2,1 | 0,1 | 0,6 | 0,2 | 0,4 | 1,0 |
| Максимальное | 83,5 | 5,2 | 52,5 | 5,2 | 59,0 | 5,9 | 42,3 | 16,3 | 6,6 | 10,2 |
| Среднее | 28,8 | 0,8 | 5,2 | 3,2 | 47,5 | 0,4 | 4,5 | 2,9 | 0,8 | 5,9 |

Для смеси смоляных кислот из среднего образца живицы т. пл. 85—123°C, $[\alpha]_D = -72,8^\circ$, кислотное число 174,2 (УФ-спектр на рис. 4). Хроматограмма смеси смоляных кислот, полученная разработанным нами методом [1], [2], [5], [6], приведена на рис. 3.

УФ-спектры циклогексиламиновых солей смоляных кислот, выделенных из зон 1—8 (кривые 1—8) и исходной смеси смоляных кислот (кривая 9) из среднего образца живицы показаны на рис. 4. Смесь содержала следующие смоляные кислоты: палиостровую 11%; декстро- и изодекстропимаровые 28%, абетиновую 13%, левопимаровую 18%, неоабетиновую 7% и дегидроабетиновую 22%.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. И. И. Бардышев, Х. А. Черчес, Л. А. Меерсон. ЖАХ, т. 18, 7, 1963. [2]. И. И. Бардышев, Х. А. Черчес, З. Ю. Ковтуненко. ЖПХ, т. 38, вып. 2, 440, 1965. [3]. Леса и лесное хозяйство Казахстана (Библиографический указатель 1735—1960 гг.). Труды Казахского научно-исследовательского института лесного хозяйства, т. 5, № 1, 1965. [4]. Л. Ф. Правдин. Сосна обыкновенная. Изд. «Наука», М., 1964. [5]. Х. А. Черчес, И. И. Бардышев, О. Т. Ткаченко. ЖПХ, т. 33, 2381, 1960. [6]. Х. А. Черчес, И. И. Бардышев. Сб. «Синтетические продукты из канифоли и скипидара». Изд. «Наука и техника», Минск, 267, 1964.

Поступила 27 мая 1968 г.

УДК 634.0.813

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХРОМА, МЫШЬЯКА И МЕДИ В ДРЕВЕСИНЕ, ПРОПИТАННОЙ АНТИСЕПТИКАМИ

Е. Е. ФЛОМИНА, Л. М. ЧАЩИНА, Л. А. КРАСКОВА, Н. Н. КЛОБУКОВА
(ЦНИИМОД)

Для успешного внедрения в производство новых водорастворимых невывмываемых антисептиков типа ХМ, МХМ и ФХМ* и для контроля за качеством пропитки необходимо определять их составные компоненты в пропитанной древесине. В лаборатории защиты древесины ЦНИИМОДа были проведены работы в двух направлениях — изыскания оптимальных условий разложения пропитанной древесины (подготовка проб к анализу) и количественного определения указанных элементов.

Предварительная подготовка к анализу проб древесины, пропитанной антисептиками, заключается в переведении компонентов антисептика в растворимое состояние. Разложение древесины — наиболее трудная и ответственная операция, от которой во многом зависят результаты анализа. Способы разложения освещены в ряде работ [4], [5], [6]. Нами были выбраны и испытаны два метода, наиболее приемлемые для наших условий — разложение смесью концентрированных азотной и серной кислот

* ХМ — хром-медьсодержащий, МХМ — медь-хром-мышьяксодержащий и ФХМ — фтор-хром-мышьяксодержащий антисептики.

и разложение в щелочной среде в присутствии окислителя [7]. В ходе работы эти методы были уточнены.

В опытах мы применяли образцы из заболони сосны (размером $20 \times 20 \times 5$ мм, влажностью 8—10%), пропитанные по ГОСТу 11540—65. Для ускорения процессов фиксации антисептика в древесине образцы после пропитки выдерживали в течение трех суток в сушильном шкафу при 50—60°C, а затем четверо суток — в комнатных условиях. Пропитанные образцы размельчали и подвергали разложению. В растворах, полученных после разложения древесины, методами химического анализа определяли содержание компонентов антисептика. Лучшие результаты получены при анализе растворов после разложения минеральными кислотами (табл. 1).

Таблица 1

| Препарат | Содержание хрома, мг | Содержание мышьяка, мг | Содержание меди, мг |
|----------|----------------------|------------------------|---------------------|
| ХМ | 2,51 | — | 1,83 |
| | 2,43 | | 1,82 |
| | 4,85 | | 3,54 |
| | 5,02 | | 3,54 |
| | 10,68 | | 7,78 |
| МХМ | 11,37 | 1,75 | 7,64 |
| | 1,35 | | 1,11 |
| | 1,21 | | 1,06 |
| | 2,13 | | 2,40 |
| | 1,96 | | 2,21 |
| ФХМ | 3,53 | 6,83 | 3,67 |
| | 3,48 | | 3,42 |
| | 3,54 | | 1,75 |
| | 3,64 | | 1,66 |
| | 5,53 | | 2,74 |
| " | 5,81 | 2,62 | — |
| | 7,37 | | 3,65 |
| | 7,80 | | 3,11 |

Примечание. В числителе — содержание компонентов антисептика, введенных в древесину, в знаменателе — определенных в древесине.

Ход анализа. Измельченную древесину в количестве 1,0—5,0 г взвешивают с точностью до 0,01 г и помещают в жаростойкую колбу Эрленмейера емкостью 500 мл. Затем приливают, (в расчете на 1,0 г древесины) 5 мл концентрированной серной кислоты *хс* или *чда* (плотность 1,84) и 8 мл концентрированной азотной кислоты *хс* или *чда* (плотность 1,40). Колбу закрывают часовым стеклом и оставляют на ночь под вытяжкой, на следующий день ее слабо нагревают на плитке в течение одного часа, затем содержимое колбы медленно доводят до кипения. Если по окончании бурного выделения паров азотной кислоты остаются частицы необуглившей древесины, колбу охлаждают, добавляют 5 мл концентрированной HNO_3 и вновь нагревают*. Азотную кислоту приливают до тех пор, пока не исчезнут следы необуглившей древесины. После этого раствор охлаждают, переносят в мерную колбу и доводят дистиллированной водой до объема 100 мл. Для количественного определения хрома и мышьяка берут аликвотные части (20—25 мл) полученного раствора**, для

* Колбу нельзя нагревать до интенсивного выделения паров серной кислоты и почернения раствора, так как возможны потери мышьяка в виде летучих соединений, особенно в присутствии галогенов.

** При содержании в 100 мл раствора 4,00—9,00 мг меди берут 0,5 мл раствора, при количестве меди 1,00—4,00 мг — 1,0 мл раствора и т. д.; при более высоком содержании меди (выше 45 мг в 100 мл раствора) концентрацию раствора уменьшают разведением.

определения меди — 0,5—5,0 мл раствора. Содержание хрома в шестивалентном состоянии находят бихроматным методом [3]; так как в растворе хром трехвалентный, его переводят в шестивалентный окислением персульфатом аммония в присутствии нитрата серебра [1]. Мышьяк определяют бихроматным способом Бранда—Ивенса, основанным на восстановлении мышьяка гипофосфитом натрия* до элементарного состояния [3], медь — универсальным фотометрическим методом с помощью 8,8'-дихинолилдисульфида [2]. Последний метод основан на высокой способности меди к восстановлению и комплексообразованию: 8,8'-дихинолилдисульфид в присутствии избытка восстановителей образует с ней интенсивно окрашенный 8-меркаптохинолиминат одновалентной меди. В указанных условиях относительная ошибка в определении меди, хрома и мышьяка не превышает $\pm 10\%$.

* Гипофосфит кальция в данном случае не применяют во избежание выпадения осадка сульфата кальция, мешающего определению.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Анализ минерального сырья. Под общей редакцией Ю. Н. Книпповича и Ю. В. Морачевского. Госхимиздат, Л., 1965, стр. 388. [2]. Ю. А. Банковский, Л. Ф. Иевиньш, Э. А. Лукша, П. Я. Бочкане. Журн. «Аналитическая химия», вып. 2, т. 1, 1961. [3]. Е. Е. Фломина, Н. Н. Клобукова, Л. А. Краскова, Л. М. Чашина. Научные труды ЦНИИМОДа, вып. 21, Архангельск, 1967, стр. 166. [4]. A.W.P.A., Proc., Committee P-5. Method for Chemical Analysis of Preservatives, vol. 52, 1956, pp. 218—220. [5]. A.W.P.A., Proc., vol. 59, 1963, pp. 62—64. [6]. Indian Standards Institution. Method for the Estimation Preservatives in Treated Timber. (Draft Indian Standard). [7]. H. Silbernagel. Zur quantitativen Analyse des fluor haltigen Holzschutzmitteln (u — und UA — salze). Int. Holzmarkt, 1956, n. 9, s. 36—38.

Поступила 18 марта 1968 г.

УДК 634.0.813.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОЙ СМОЛЫ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ АНТИПИРЕНОВ В ДРЕВЕСИНЕ

А. А. КОНСТАНТНАЯ

(Ленинградская лесотехническая академия)

Одними из лучших антипиренов, защищающих древесину от огня, являются фосфорная кислота и ее соли (например, диаммонийфосфат). Огнестойкость горячего материала, пропитанного диаммонийфосфатом, определяется главным образом тем, что при нагревании образуются негорючие легкоплавкие фосфорные кислоты.

Для испытаний нами были взяты диаммонийфосфат и ортофосфорная кислота. Для их закрепления в древесине были выбраны две синтетические смолы — мочевино- и феноло-формальдегидная. Смолы испытывали каждую в отдельности и в смеси между собой. При взаимодействии диаммонийфосфата или ортофосфорной кислоты со смолой происходит полимеризация, характер которой зависит от порядка действия компонентов, а также от вида смолы. Чтобы проанализировать все возможные способы полимеризации и охарактеризовать их на водонепроницаемость и горючесть, мы провели опыты первоначально на фильтровальной бумаге. Концентрация диаммонийфосфата составляла 20%; смолу и кислоту разводили в воде в соотношении 1 : 1. Всего было проанализировано 12 вариантов обработки. Результаты испытаний закрепления антипиренов смолами на фильтровальной бумаге даны в табл. 1.

Из 12 составов 8 образовали хорошую пленку, не пропускающую воду на фильтровальной бумаге. Отпали 3, 8, 9 и 11 варианты. В отношении горимости были некоторые сомнения для 4 и 8 составов, остальные выдержали испытание.

Таким образом, убедившись предварительно, что антипирен можно закрепить синтетическими смолами, мы перенесли восемь вариантов на образцы древесины (рейки) и после огнезащитной обработки провели испытание на водостойкость.

Методика проведения опыта. Для каждого варианта берут 6 реек, пропитывают их огнезащитным составом и выдерживают после обработки 2—3 недели в комнатных условиях. Затем рейки взвешивают и помещают в сосуд с водой (модуль ванны 1 : 10) на 72 часа. После этого их вынимают из воды, взвешивают и вычисляют процент поглощения влаги.

Таблица 1

| № п/п. | Порядок действия компонентов | | Горимость | Водопоглощение |
|--------|--|--|-----------|----------------|
| | I | II | | |
| 1 | Феноло-формальдегидная смола | Ортофосфорная кислота | — | — |
| 2 | | Диаммонийфосфат | — | — |
| 3 | Мочевино-формальдегидная смола | Ортофосфорная кислота | — | + |
| 4 | | Диаммонийфосфат | ? | — |
| 5 | Ортофосфорная кислота | Феноло-формальдегидная смола | — | — |
| 6 | Диаммонийфосфат | | — | — |
| 7 | Ортофосфорная кислота | Мочевино-формальдегидная смола | — | — |
| 8 | Диаммонийфосфат | | ? | + |
| 9 | Ортофосфорная кислота | Мочевино- и феноло-формальдегидная смолы | — | + |
| 10 | Диаммонийфосфат | | — | — |
| 11 | Мочевино- и феноло-формальдегидная смолы | Диаммонийфосфат | — | + |
| 12 | | Ортофосфорная кислота | — | — |

Примечание. Знаком тире обозначено отсутствие горимости и водопоглощения; вопросительным знаком — сомнение.

Рейки высушивают до воздушно сухого состояния. Если потеря веса меньше 20%, антипирен защищает древесину. Результаты испытаний на водостойкость древесины, обработанной антипиреном и смолой, даны в табл. 2.

Таблица 2

| № п/п. | Вес реек, г | | | | Водопоглощение, % | Потеря веса, % |
|--------|-----------------------------|-------------------|-------------|---------------|-------------------|----------------|
| | после обработки антипиреном | после вымачивания | после сушки | после горения | | |
| 1 | 6,46 | 10,45 | 7,06 | 5,54 | 62 | 22 |
| 2 | 7,11 | 10,12 | 6,53 | 5,66 | 42 | 15 |
| 4 | 6,63 | 10,40 | 6,29 | 4,55 | 57 | 38 |
| 5 | 7,49 | 11,33 | 6,33 | 5,95 | 51 | 6 |
| 6 | 7,20 | 10,00 | 6,46 | 6,08 | 39 | 6 |
| 7 | 8,92 | 12,89 | 6,68 | 6,24 | 44 | 7 |
| 10 | 6,81 | 10,88 | 6,21 | 5,70 | 60 | 9 |
| 12 | 7,90 | 13,28 | 6,88 | 6,44 | 68 | 7 |

Наилучшие результаты получены в варианте 6, где древесину обрабатывали сначала диаммонийфосфатом, а затем феноло-формальдегидной смолой. Этот вариант выдержал полигонные испытания (макеты-домики) и намечен нами к внедрению для огнезащиты деревянной обшивки градирен тепловой электростанции.

УДК 631.816

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АЭРОЗОЛЕЙ В БОРЬБЕ С ВРЕДИТЕЛЯМИ ЛЕСА

В. Ф. ЗАВЕДНЮК

(Тернопольское управление лесного хозяйства)

На протяжении ряда лет (1959—1965 гг.) в лесах Тернопольской области мы проводили производственно-опытные работы по испытанию аэрозолей в целях выявления наиболее эффективных и экономичных мер борьбы с вредителями леса: дубо-

вой листоверткой, зимней пяденицей и пяденицей обдирало, жуками майского хруща, побеговьюном срединной почки, сосновым обыкновенным пилильщиком, сосновым подкорным клопом и слизистым пилильщиком. Результаты обработок показаны в табл. 1.

Таблица 1

| Наименование вредителей | Вид аэрозолей | Норма расхода, л/га | Ширина захвата волны, м | Экспозиция, мин | Гибель вредителя, % | |
|--|---|---------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|------------|
| | | | | | в обработанных участках | в контроле |
| Гусеницы пядениц - зимней и обдирало (I—III возраст) | 8%-ный раствор технического ДДТ в дизельном топливе | 10 | 100—140 | 12—15 | 99,1 | 0,07 |
| | Шашки НБК-Г-17 | 1,5 шт. | 150—180 | 60—90 | 98,6 | 0,01 |
| Гусеницы дубовой листовертки (I—II возраст) | 4%-ный раствор технического ГХЦГ | 10 | 100—120 | 15 | 98,1 | 0,14 |
| Личинки соснового пилильщика (I—III возраст) | 10%-ный раствор технического ДДТ | 12 | 75 | 15—18 | 98,9 | 0,9 |
| | Холодный аэрозоль 8%-ного раствора технического ДДТ | 16 | 30 | — | 99,5 | 0,3 |
| Сосновый подкорный клоп | Шашки НБК-Г-17 | 2,5 шт. | 100 | 90 | 95,2 | 0,5 |
| | 12%-ный раствор технического ДДТ (термомеханический аэрозоль) | 36 | 30 | 20 | 77,3 | 0,04 |
| | 4%-ный раствор технического ГХЦГ (термомеханический аэрозоль) | 36 | 30 | 20 | 68,4 | 0,2 |
| | Холодный аэрозоль 12%-ного раствора технического ДДТ | 30 | 25—30 | — | 97,4 | 0,04 |
| | 5%-ный раствор технического полихлорпинена | 30 | 25—30 | — | 63,2 | 0,03 |
| | 1%-ный водный раствор технического хлорофоса | 30 | 25—30 | — | 82,1 | 0,05 |
| | 2%-ный водный раствор технического хлорофоса | 30 | 25—30 | — | 99,2 | 0,2 |

Из испытанных нами термомеханических аэрозолей различных концентраций во всех случаях в борьбе с гусеницами и личинками вредителей наибольший эффект показали растворы технического ДДТ 8—10%-ной концентрации, с нормой расхода 8—10 л/га, и аэрозоли технического ГХЦГ 4%-ной концентрации с нормой расхода 8—12 л/га.

Применяемые аэрозоли оказывали губительное действие и на взрослых насекомых, поэтому с успехом могут быть использованы в период лета. Довольно хорошие результаты в борьбе с хвоелистогрызущими насекомыми дали холодные аэрозоли и аэрозольные шашки НБК-Г-17.

Как показали наши исследования, аэрозольный метод в определенных условиях наиболее производителен, эффективен и экономичен, его можно применить как для предупредительной обработки очагов вредителей, возникающих на малых площадях, так и для обработки насаждений, которым угрожает сильное объедание листвы или хвои на значительных площадях.

При обработке насаждений аэрозолями, когда гусеницы или личинки вредителей находятся в старших возрастах, наблюдается гибель полезной фауны (наездников, мух-тахин, тлевых коровок и др.), однако значительно меньшая, чем при авиационной обработке. Ранней весной, в начальный период жизни гусениц или личинок, гибели полезных насекомых отмечено не было, так как большинство их видов в это время проходят стадию куколок, а взрослые экземпляры появляются значительно позже.

Было выяснено, что аэрозоли не оказывают губительного действия на хищных насекомых (жужелиц, муравьев и др.), а также молодых птенцов, в то время как жужелицы и муравьи иногда в массе гибнут после обычных авиационных обработок.

Как показали данные лабораторных анализов, ядохимикатов на листьях деревьев после аэрозольных обработок в 2,6 раза меньше, чем при авиационных обработках, и в 2,2 раза меньше нормы, предельно допустимой при использовании листьев в корм скоту. Тем не менее при обработке насаждений необходимо соблюдать общие правила техники безопасности по применению химикатов. Обработка аэрозолями не требует сложной подготовки и может быть проведена своими силами.

Поступила 20 апреля 1967 г.

УДК 634.0.385.1

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНОГО ФОНДА КАРЕЛИИ ПО ГРУППАМ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСУШЕНИЯ

Г. Е. ПЯТЕЦКИЙ

(КарНИИЛПХ)

В Карелии при составлении проектов осушения до сих пор применяли шкалу групп эффективности ЛенНИИЛХа [1], [2], [6] (которая составлена по материалам исследований в Ленинградской, Псковской, Новгородской областях, БССР и других более южных, чем Карельская АССР, районах), однако она не отражает влияния климатических условий на рост леса на осушенных землях.

Впервые достаточно подробно влияние климатических факторов на эффективность лесосоосушения было установлено в Финляндии [7], а затем в Карелии [5]. Одни и те же типы леса и болот в южной, средней и северной Карелии по-разному реагируют на осушение, и поэтому мы относим их к различным группам эффективности (табл. 1). В связи с этим, а также намечаемыми большими объемами лесосоосушительных работ в Карелии на период 1966—1980 гг. (740 тыс. га), возникла необходимость составления местной классификации мелиоративного фонда по группам эффективности, которая учитывала бы также влияние климатических факторов на результативность осушения*.

Такая классификация была составлена по материалам исследований 1958—1964 гг., проведенных Карельским институтом леса и Петрозаводской лесной опытной станцией. Были использованы данные 70 пробных участков, заложенных в ельниках и сосняках на осушенных лесных почвах и 46 — на осушенных болотах. Мелиорация площадей была проведена в 1909—1913 и 1924—1935 гг. В этой классификации к I группе эффективности отнесены типы леса, осушение которых дает наиболее высокий результат: дополнительный прирост равен в среднем 4—5 м³ на 1 га в год, текущий класс бонитета повышается с IV—Va до I—II.

Во II группу входят типы леса со средним результатом осушения: средний дополнительный прирост равен 2—3 м³ на 1 га в год, класс бонитета повышается с V—Va до III. На болотах формируются сосновые и еловые древостои III класса бонитета.

К III группе отнесены типы леса с удовлетворительным результатом осушения: прирост в них увеличивается в среднем на 1—2 м³ на 1 га в год, класс бонитета повышается до IV. На болотах формируются древостои IV (нередко III) класса бонитета.

В IV группу включаются типы условий местопрорастания с низким результатом осушения: прирост в лесах возрастает максимум до 1 м³ на 1 га в год. На

* В отработке классификации мелиоративного фонда южной части Карелии по группам эффективности осушения принимала участие мл. научный сотрудник КарНИИЛПХа В. М. Медведева.

осушенных болотах формируются древостои V—Va классов бонитета. В зависимости от климатических зон Карелии в эту группу входят как верховые болота, так и заболоченные леса, в том числе чернично-долгомошные сосняки, ельники и березняки IV класса бонитета южной Карелии. Осушение последних должно преследовать цель предотвращения дальнейшего (после рубки леса) заболачивания почвы и улучшения условий для роста хвойных молодняков. Как показали наши исследования [3], [4], осушение таких вырубок резко улучшает рост молодняков сосны и ели. Они растут даже по III классу бонитета. На данном этапе механизации лесосушительных работ и способов повышения плодородия почвы верховые болота с верховым типом торфяной залежи, которые встречаются в комплексе с другими площадями I—III групп эффективности, необходимо изолировать оградительными канавами с целью прекращения продвижения их на суходолы. В дальнейшем по мере разработки способов повышения плодородия бедных торфяных почв методом более интенсивного осушения или применения минеральных удобрений верховые болота целесообразно будет осушать для лесовосстановления.

Сравнительно высокий дополнительный прирост после осушения даже в сильно перестойных древостоях Карелии объясняется большой разновозрастностью заболоченных лесов и колебаниями размеров деревьев (диаметра и высоты) в насаждениях разного и одинакового возраста. Нами установлено, что 70% деревьев в заболоченных приспевающих, спелых и перестойных древостоях имеют высоту и диаметры ниже средних (14—16 м и 18—20 см). В то же время деревья малых размеров, независимо от возраста, реагируют на осушение, как молодняки или средневозрастные древостои. Ранее такая же связь отзывчивости деревьев на осушение с их возрастом и размерами была установлена Л. Хейкурайненом [8]. Поэтому высокий дополнительный прирост после осушения в спелых и перестойных лесах южной Карелии достигается путем улучшения роста 70% деревьев малых размеров, обладающих высокой потенциальной активностью роста. Следовательно, независимо от возраста, чем крупнее дерево, тем ниже его жизненный потенциал и слабее реакция на улучшение условий среды. Поэтому если одновременно с осушением почв в приспевающих, спелых и перестойных древостоях вырубать до 30% числа деревьев (крупномерных), то, с одной стороны, в результате омоложения древостоев резко повысится лесоводственная эффективность мелиорации и, с другой, появится возможность заготавливать в среднем 40 м³ деловой древесины с 1 га. Для северо-западных районов (КАССР, Коми АССР, Архангельская и Вологодская области), где в 1966—1980 гг. планируется ежегодно осушать по 50—100 тыс. га заболоченных земель и где спелые и перестойные леса занимают 80% и более всей площади заболоченных лесов, эти мероприятия позволят стабилизировать объемы лесозаготовок и повышать продуктивность лесов.

Результативность мелиорации может быть значительно повышена уменьшением расстояний между канавами и увеличением их глубины, которые особенно необходимы на сфагновых верховых болотах и в сфагновых сосняках.

Приведенная здесь классификация рассматривалась на заседании постоянно действующего технического совещания при Ленинградской комплексной проектно-исследовательской экспедиции «Союзгипролесхоз» и в настоящее время используется при составлении проектов осушения и генеральной схемы организации лесосушительных работ и лесомелиоративно-дорожных станций в Карелии. Эта классификация, по нашему мнению, в такой же мере пригодна и для Архангельской области и Коми АССР при проектировании лесосушительных работ.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. М. П. Елпатьевский. Лесная осушительная мелиорация. Гослесбумиздат, М.—Л., 1957.
- [2]. М. П. Елпатьевский. Мелиорация заболоченных сосняков. Сборник научно-исследовательских работ по лесному хозяйству, вып. 8, ЛенНИИЛХ, Л., 1964.
- [3]. Г. Е. Пятецкий. Влияние осушения вырубок на рост хвойных молодняков. Труды Карельского филиала АН СССР, вып. XXI, Петрозаводск, 1959.
- [4]. Г. Е. Пятецкий. Влияние уровня грунтовых вод и температуры на рост молодняков ели. Известия Карельского и Кольского филиалов АН СССР, № 1, 1959.
- [5]. Г. Е. Пятецкий. Осушение лесных земель в Карелии. Карельское книжное изд-во. Петрозаводск, 1963.
- [6]. Технические указания по осушению лесных площадей. М., 1962.
- [7]. L. Heikurainen. Tutkimus metsäojitusalueiden tilasta ja puustosta. «Acta Forestalia Fennica», 59, Helsinki, 1959.
- [8]. L. Heikurainen. Puiden elpyminen ja ensimmäinen kasvatushakkaus ojituksen jälkeen. «Metsätaloudellinen aikakauslehti» № 12, 1962.

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

УДК 002.6

О МЕТОДОЛОГИИ
И ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

М. И. КИШИНСКИЙ

(ЦНИИМЭ)

В наше время темп развития науки чрезвычайно ускорился. Известно, что две трети всех накопленных человечеством научных знаний приобретено за два последних десятилетия. В Советском Союзе с 1947 по 1966 г. число научных работников возросло почти в пять раз; при этом происходит заметное перераспределение их по местам работы. Если в вузах в 1947 г. было сосредоточено более половины всех научных работников, то в 1966 г. — около одной трети; в научно-исследовательских учреждениях работает до 60% и непосредственно на предприятиях (заводские лаборатории) около 8%.

Огромный приток в науку молодых специалистов внес изменения и в качественный состав научных работников, снизив долю ученых высокой квалификации. Так, доктора наук в 1947 г. составляли 5,3% всех научных работников, а в 1966 г. — лишь 2,3%; кандидаты наук в 1956 г. составляли 35,6%, а в 1966 г. — 21,4%. Это средние данные по СССР. В научно-исследовательских институтах лесной промышленности положение значительно хуже: даже в головном институте ЦНИИМЭ кандидаты наук составляют лишь 12%. При таком положении подготовка научных кадров стала первоочередной задачей всех научных организаций.

Необходимо отметить, что выпускники лесотехнических вузов плохо подготовлены к научной работе, в вопросах методологии и организации научной работы они совершенно беспомощны. Поэтому подготовку научных кадров целесообразно начинать еще в вузах. Для наиболее способных студентов, начиная с 3-го курса, следует ввести специальность инженер-исследователь. Учебный план такой специальности наряду с хорошей теоретической и методической подготовкой должен предусматривать самостоятельное выполнение студентами научных исследований. Производственную и преддипломную практику студенты должны проходить в тех научно-исследовательских институтах, в которых в дальнейшем они будут работать. Такой опыт уже имеется в Московском физико-техническом институте и Всесоюзном научно-исследовательском институте физико-технических и радиометрических измерений; он дал хорошие результаты.

Для многих молодых специалистов кандидатская диссертация — первая серьезная научно-исследовательская работа. Подготовка диссертации связана с индивидуальной работой диссертанта (аспиранта или соискателя) и с индивидуальным руководством научного руководителя. Тем не менее теория познания марксистско-ленинской философии и практика научных исследований показывают возможность и целесообразность многих обобщений, позволяющих осветить некоторые стороны процесса научной работы.

Любая научно-исследовательская работа обязательно включает в себя предмет исследования, метод (или методы), средства и, разумеется, результат исследования. Очевидно, больше всего поддаются обобщению методы и средства исследования, которые могут быть аналогичными во многих работах, различающихся предметом исследования. Однако и по выбору темы диссертации (предмета исследования) можно дать ряд указаний, помогающих молодому специалисту ориентироваться в этом нередко очень трудном для него вопросе. В современных научных институтах, оснащенных многими машинами и довольно сложной измерительной аппаратурой, большое значение имеют также вопросы организации экспериментальных работ.

С учетом этих положений для улучшения подготовки научных кадров, наряду с другими дисциплинами необходимо ввести дополнительно специальный курс «Вопросы методологии и организации научно-исследовательских работ».

В Центральном научно-исследовательском и проектно-конструкторском институте механизации и энергетики лесной промышленности (ЦНИИМЭ) такой курс разработан и уже несколько лет его читают аспирантам. Эти лекции были прочитаны также научным работникам в филиалах ЦНИИМЭ и некоторых зональных научно-исследовательских институтах лесной промышленности.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК (048.1)

ПОЛЕЗНАЯ КНИГА

Издательство «Наука» выпустило в свет книгу А. А. Молчанова и В. В. Смирнова «Методика изучения прироста древесных растений» (Москва, 1967). Эта работа представляет большой интерес для научных работников, аспирантов и студентов лесохозяйственных факультетов вузов. Ее можно использовать в качестве методического пособия для студентов-дипломников.

В книге последовательно и полно рассмотрены существующие методики изучения прироста древостоев и деревьев, а также их частей — ствола, корней, побегов и листьев. В первой части работы дано краткое описание техники исследований, которое в дальнейшем дополнено в специальных разделах. Авторы дают немало полезных советов по возможности улучшению исследовательской техники, указывают на наиболее характерные ошибки и погрешности.

Авторы совершенно справедливо считают, что в каждом конкретном случае исследование нужно начинать с определения необходимого и достаточного объема экспериментального материала, так как с ним связан практический исход исследований, их точность, трудовые затраты, время, необходимое для сбора материала, и, наконец, экономика изучения.

Некоторые зарубежные методисты-исследователи, в частности Дж. У. Снедекор (1961), считают необходимым точность исследований, а равно и объем материала, выражать в денежном отношении, сопоставляя эту оценку с важностью ожидаемого результата. С этой точки зрения, в книге совершенно правильно выделен самостоятельный раздел, посвященный точности учета. Приведенные данные учета органической массы деревьев и их частей для 32-летней дубравы, безусловно, хорошо ориентируют начинающего исследователя. А

более опытный ученый найдет здесь подтверждение того, что пренебрежение методами вариационной статистики недопустимо и что эти методы нельзя подменить даже самой высокой техникой исследований.

В книге последовательно и полно изложены методические вопросы изучения прироста деревьев и древостоев. Подробно рассмотрены недостатки и преимущества существующих методов учета живой и мертвой органической массы древостоя. Наиболее полно рассказано о методике изучения сезонного роста деревьев и древостоев. Особое внимание при этом уделено измерению прироста стволов, ветвей и корней по толщине, подробно описан микроскопический и другие методы исследований.

В отдельном разделе рассмотрен учет отмерших частей древостоя. Однако авторы, подробно изложив методику учета опада и отпада надземных частей древостоев, не дают ее для корней, хотя здесь же признают важность изучения корнепада.

Книга, как мы уже отмечали, особенно необходима начинающему исследователю. Видимо, для этого авторы поместили в приложениях рекомендуемые ими формы и бланки, показав примеры их заполнения. Для этого же приведен и список литературы, достаточно большой по объему, хотя в нем отсутствуют некоторые важные работы, в частности, такие как В. К. Захарова — по определению объема и прироста стволов по относительным высотам, М. Л. Дворецкого — по определению текущего прироста и И. Н. Рахтеенко — по изучению корней древесных растений.

Пожалуй, самый главный «недостаток» этой весьма интересной и полезной книги — ее скромный тираж 2200 экземпляров.

Н. И. Костюкевич, В. Е. Ермаков,
В. П. Григорьев.

(Белорусский технологический институт).

УДК (048.1)

ПО СТРАНИЦАМ ЗАРУБЕЖНОЙ ЛЕСНОЙ ПЕЧАТИ *

Отделение болотного лесоводства (Swamp Forestry Dep.) Лесного института начало эти работы в 1955 г. Обсуждаемая публикация подводит итоги новых исследований (1961—1964 гг.). Она состоит из очень краткого введения, подробного описания объектов, изложения программы и методики исследования, сводки результатов наблюдений и экспериментов, кратких резюме, списка литературы из 152 названий и приложений.

По-видимому, болотно-лесные стационары, описанные в работе Хуикари и Паарлахти, представляют собой явление уникальное на Севере Европы. В экспериментах, проводимых на отдельных парцеллах пробных площадей, регулировали: температуру воздуха — вдомиках из пластика, рассчитанных на три дерева высотой около 4—5 м, с искусственным орошением деревьев, компенсирующим атмосферные осадки, выпадающие на контроле, и с подогревом нефтяными печками для компенсации потери тепла; температуру почвы — благодаря различному промерзанию верхних горизонтов на парцеллах со снятым зимним снежным покровом и задержкой весеннего снеготаяния, уровень грунтовых вод — при помощи подпиральной сток водорегулирующей дамбы со шлюзами; степень трофности почв — внесением удобрений (калийных, фосфорных и азотных с известью).

Комплекс наблюдений включал: метеорологические, гидрологические, фенологические (рост и цветение), биометрические (прирост древесины, глубина проникновения корней). Выполнены также анализы почв и некоторые наблюдения за изменением микробиологической активности почв.

Экспериментальные участки (стационары) расположены в двух, хорошо отличающихся по комплексу экологических условий районах Финляндии: в Vilppula (около 62° с. ш., средняя за год температура воздуха 3—4°C, продолжительность вегетационного сезона 160—165 дней, осадки за год 600—650 мм,

высота над уровнем моря 120 м и в Kivalo, у полярного круга (средняя за год температура воздуха 0—1°C, вегетационный сезон 135—140 дней, осадки — 500—550 мм, высота над уровнем моря — 160 м).

В Vilppula изучали экологию сосны в сосняке пушицевом на почвах низкой трофности, ели и березы — в осушенном ельнике черничном.

В Kivalo сосняк и ельник с березой расположены на более высокотрофных избыточно увлажненных почвах (травяно-болотные типы леса). Почвы всех четырех участков бедны фосфором и калием. На них заранее были проведены осушительные каналы на расстоянии 100 м одна от другой.

Приведены очень подробные сводки экспериментальных данных и их обсуждение с привлечением многочисленных литературных источников, к сожалению, в основном старых европейских и некоторых новых американских и финских. Нет ссылки на интереснейшие экологические исследования, проводимые сейчас в СССР и Центральной Европе (за исключением израильского издания работы А. А. Молчанова «Гидрологическая роль леса», 1963).

Назовем лишь основные результаты исследования.

При изучении влияния температуры воздуха на рост оказалось, что прирост по высоте начинается весной одновременно у опытных и контрольных деревьев, но период кульминации темпов роста вдомиках наступает на месяц раньше. Длительность периода роста в высоту положительно коррелирует с общим количеством часов с температурой воздуха более +5°C.

На сроки начала, характер и продолжительность роста по диаметру повышение температуры воздуха заметного влияния не оказало. Оно положительно отражается на величине текущего прироста, особенно, в области относительно низких значений температуры и на удобрённых участках.

Высокая положительная корреляция между величиной текущего прироста и температурой корнеобитаемых горизонтов почвы наблюдается на всех участках.

Интересные данные получены при наблюдениях за цветением сосны. Суммы температур за период между началом роста в высоту и появлением мужских

* О. Хуикари и К. Паарлахти. Результаты полевых опытов по изучению экологии сосны, ели и березы. Публикация лесного научно-исследовательского института Финляндии 64.1, Хельсинки, 1967. стр. 1—135.

цветков почти одинаковы каждый год, причем цветение начинается в одно и то же время на всех опытных и контрольных участках. На удобренных участках оно, конечно, интенсивнее.

Сроки начала и продолжительность роста в высоту и в толщину оказались практически не зависящими ни от уровня грунтовых вод, ни от количества осадков, за исключением того случая, когда уровень грунтовых вод совпадает с поверхностью почвы (при этом рост начался позднее).

Дожди положительно влияли на темпы роста в середине вегетационного периода и особенно на удобренных участках. Положительное действие повышенной относительной влажности воздуха заметно проявилось только в вариантах с удобрением; у ели и сосны оно более заметно, чем у березы.

Существенное значение имели засушливые периоды, наблюдавшиеся даже на тех участках, где уровень грунтовых вод регулировался на глубине 10 см и были применены покрытия и удобрения. Но на удобренных почвах деревья страдали от засухи меньше, чем на контроле.

В обоих районах исследований на интенсивность и длительность периода роста благотворно действовало увеличение влажности верхних корнеобитаемых горизонтов почвы, достигнутое благодаря покрытию поверхности почвы, а также сопряженное с таким покрытием ослабление конкуренции со стороны растений

нижних ярусов фитоценозов и образование своеобразного сидерального удобрения при разложении этих растений.

Снижение уровня грунтовых вод (максимум — до 70 см) влияет на рост в высоту: общий прирост прямо пропорционален глубине канав. Наибольший прирост по диаметру в Viirpula был отмечен для сосны при уровне грунтовых вод 50 см, а у ели и березы прирост по диаметру при уровне 30, 50 и 70 см был почти одинаковым. В Kivalo наилучший прирост по диаметру у сосны был при уровне грунтовых вод 50—70 см.

Влияние температуры почвы отчетливо выявлялось лишь при эффективном охлаждении верхних горизонтов: рост в высоту замедлялся, а прирост по диаметру иногда (заболоченный сосняк в Viirpula) даже увеличивался.

Из краткого изложения результатов следует, что они не содержат особых качественных неожиданностей. Но несомненно, что получение четких и точных количественных данных по характерным связям роста с экологическими факторами имеет большое научное и практическое значение. Можно лишь пожалеть о том, что прекрасно поставленные экологические наблюдения не сопровождались физиологическими исследованиями.

В целом проведенное исследование представляется очень интересным и полезным для экологов и физиологов растений, геоботаников и лесоводов.

С. А. Дыренок.
(ЛенНИИЛХ).

ЮБИЛЕИ

Профессор, доктор сельскохозяйственных наук

К. Е. НИКИТИН

(К 60-летию со дня рождения)



Константин Евлампиевич Никитин родился 22 декабря 1908 г. в с. Чурилино, Арского района, Татарской АССР. В 1926 г. он поступает в Казанский институт сельского хозяйства и лесоводства, в 1930 г. окончил его, получил звание ученого лесовода и до 1934 г. работал научным сотрудником Казахской лесной опытной станции. В 1934 г. был зачислен аспирантом при кафедре лесной таксации Архангельского лесотехнического института, по окончании аспирантуры в 1937 г. защитил кандидатскую диссертацию.

В 1939 г. К. Е. Никитин был призван в ряды Красной Армии и участвовал в финской кампании, затем возвратился на работу в Архангельский лесотехнический институт. В августе 1942 г. снова был призван в армию, а после демобилизации в 1945 г. направлен на работу в Киевский лесохозяйственный институт. Здесь он развернул энергичную деятельность как научный работник и педагог.

В период с 1945 г. по 1949 г., будучи доцентом при кафедре лесной таксации, он по совместительству занимал должность зам. директора Киевского лесохозяйственного института, а в последующие семь лет был деканом лесохозяйственного факультета.

В 1964 г. Константин Евлампиевич успешно защитил докторскую диссертацию на тему: «Теоретические и экспериментальные исследования таксационного строения и роста лиственных насаждений УССР». В этом труде впервые разработан оригинальный метод изучения таксационного строения древостоев и внесены существенные коррективы в классификацию насаждений по их продуктивности (дана новая дифференцированная бонитировочная шкала).

В 1965 г. по поручению ректората Украинской сельскохозяйственной академии К. Е. Никитин организует на экономическом факультете новую кафедру — экономической кибернетики.

За последние годы Константин Евлампиевич провел большие и трудоемкие исследования, связанные с разработкой и внедрением в лесохозяйственное производство современных математических методов на базе новейшей вычислительной техники (ЭВМ). По инициативе К. Е. Никитина и при его постоянном научном руководстве в Украинском лесохозяйственном предприятии создана опытно-производственная партия по применению современных математических методов и вычислительной техники в лесохозяйственном производстве.

За указанные работы и внедрение их в производство К. Е. Никитин награжден грамотой Совета Выставки передового опыта в народном хозяйстве УССР и почетным дипломом ВДНХ.

К. Е. Никитиным опубликовано 48 научных работ. Он воспитал большое число специалистов в области лесного хозяйства и одновременно вел и ведет большую общественную работу.

Константин Евлампиевич имеет ряд правительственных наград как участник Великой Отечественной войны.

Желаем юбиляру долгих лет плодотворной работы!

М. В. Давидов.

(Украинская сельскохозяйственная академия).

НЕКРОЛОГ

ПАМЯТИ АКАДЕМИКА П. Н. ОДИНЦОВА

13 октября 1968 г. на 77 году жизни скончался заслуженный деятель науки и техники Латвийской ССР, академик АН Латвийской ССР, крупнейший ученый в области химии и химической технологии древесины и ее тонкого строения Петр Никитич Одинцов. Всю свою жизнь он посвятил научной и педагогической деятельности. До 1941 г. Петр Никитич работал в Москве в ЦНИЛХИ, где под его руководством были проведены обширные исследования по гидролизу древесины и начато изучение химии лигнина.

С 1941 по 1945 гг. П. Н. Одинцов продолжал свои исследования в Химическом институте АН Узбекской ССР, где в 1944 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему «Лигнин и гумины из сахаров».

Петр Никитич преподавал в Институте хлопка в Ташкенте, читал лекции в Ташкентском и Латвийском университетах.

П. Н. Одинцову принадлежит почетное место в развитии ряда научных направлений в области химии древесины. Особенно плодотворно выдающиеся научные способности Петра Никитича проявились с момента основания Академии наук Латвийской ССР. При его активном участии в 1946 г. был организован Институт лесохозяйственных проблем, из которого позднее выделился единственный в СССР специализированный Институт химии древесины АН Латвийской ССР. В том, что этот институт стоит в ряду ведущих химиче-

ских институтов страны, большая заслуга П. Н. Одинцова.

В 1957 г. Петр Никитич защитил докторскую диссертацию на тему «Строение клеточной стенки трахеид древесины ели и его влияние на процессы набухания, гидролиза и адсорбции». В 1958 г. ему была присуждена ученая степень доктора химических наук и

присвоено звание профессора. В 1951 г. П. Н. Одинцов был избран членом-корреспондентом, а в 1960 г. — академиком АН Латвийской ССР.

По инициативе и при непосредственном участии П. Н. Одинцова как председателя редколлегии начато издание периодических сборников «Химия древесины». П. Н. Одинцов — автор более 200 научных трудов и авторских свидетельств, имеющих большое теоретическое значение. Им создана школа латвийских ученых в области химии древесины, под его руководством многие ученые выполнили и защити-

ли докторские и кандидатские диссертации.

Жизненный путь П. Н. Одинцова — достойный пример научной добросовестности, принципиальности и плодотворного сочетания глубоких теоретических исследований с решением практических задач. Светлая память о Петре Никитиче навсегда останется в сердцах его коллег, учеников и товарищей.

Б. Д. Богомолов.

(Архангельский лесотехнический институт)



СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| В. И. Рубцов. Наши задачи в дальнейшем развитии лесного хозяйства | 3 |
| Г. Г. Самойлович. К пятидесятилетию советского лесоустройства | 6 |
| В. Г. Нестеров. Столетний опыт лесоводства и программное выращивание лесов будущего | 8 |
| В. Е. Вихров, Н. И. Федоров, С. Б. Кочановский, Е. Г. Мельников. Типы гнилей ствола осины и их характеристика | 11 |
| В. М. Иванюга. Биометрический метод учета и оценки естественного возобновления леса | 15 |
| Б. И. Гаврилов. Об устойчивости сосновых насаждений против снеголома и ожеледи | 17 |
| А. И. Патацкас. Аналитический метод определения текущего прироста древостоя по запасу | 21 |
| А. И. Коваленко. Почвозащитные свойства дубовых насаждений, пронзающих на черноземах Черного Леса | 25 |
| В. И. Левин, Г. П. Грабовский. К вопросу о методах таксации лесосек в лесозабыточных районах | 29 |

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

| | |
|--|----|
| А. А. Дебердеев. Обобщение влияния различных смягчающих факторов на ударные нагрузки при повале деревьев на агрегатные машины | 32 |
| К. Ф. Гороховский. Исследование процесса дробления сучьев вращающимися ножевыми головками | 38 |
| В. Ф. Попов, Н. И. Кузнецов. Влияние износа нагнетательного элемента топливного насоса распределительного типа с дозированием на нагнетании на процесс впрыска | 41 |
| А. В. Жуков. К вопросу о поперечной устойчивости механизмов на трелевке леса | 47 |
| Н. Т. Зайцев. Запанный пыж заданной структуры | 52 |
| А. Д. Худяков. Исследование деформации торфа под действием пригрузочного слоя песка | 53 |
| Г. К. Ленюк. Некоторые вопросы вертикальной и поперечной динамики специального типа сцепа ужд | 59 |
| С. А. Владимиров. Установка «нуля» электродинамометров и контроль его под нагрузкой | 65 |

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

| | |
|--|----|
| Ю. П. Сырников, В. М. Жестяников. Электрический пробой мерзлой древесины березы | 67 |
| Я. А. Долацис, С. Г. Ильясов. Обследование оптических свойств древесины в инфракрасной области спектра | 70 |
| Т. М. Бродович, Б. И. Цыбык. Физико-механические свойства древесины псевдотсуги зеленой | 74 |
| А. П. Берсенеv. Исследование влияния ускоренных процессов старения на физико-механические свойства плит из древесных частиц | 77 |
| В. М. Хрулев. Склеивание древесины модифицированным стиролом | 79 |
| Ю. В. Гнусов. Качество пропитки прессованной древесины металлом | 82 |
| Э. П. Берлин. Экспериментальное исследование влияния аэростатических направляющих на поперечную жесткость полотна ленточной пилы | 85 |
| В. И. Никанов. Выход пиломатериалов из осинового пиловочника | 88 |
| В. А. Капустин. К вопросу о выборе емкости буферных магазинов | 89 |
| Ю. А. Варфоломеев. К расчету пневматического цилиндра одностороннего действия | 94 |
| А. П. Малых. Исследование взаимного расположения круглых пиломатериалов в бункере питающих устройств | 98 |

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

| | |
|---|-----|
| С. И. Ладинская, А. Л. Агранат, Ф. Т. Солодкий. Предварительные опыты по непрерывной кристаллизации фитостерина из спиртовых растворов сульфатного мыла | 103 |
| Н. Д. Барабаш, Э. Д. Левин. Ароматизация полукоккса при скоростном пиролизе коры лиственницы сибирской | 106 |
| Н. К. Чернышева, Ф. Т. Солодкий, Е. А. Тихомирова, А. А. Свищук. Получение концентрата витамина Е на основе неомыляемой фракции смолистых веществ хвон | 110 |

| | |
|---|-----|
| З. С. Калугина, Л. В. Меньшикова, И. П. Сидоровская, С. Я. Коротов. Диффузия этанольных растворов канифоли в капиллярах древесины. Конкретные формы зависимости $Rg' = f(Eu_p, Ag)$ | 111 |
| Г. Ф. Потуткин, В. Ф. Чесноков, Г. Л. Дранишников. О некоторых изменениях сернокислого лигнина в условиях прессования древесностружечных плит | 115 |
| М. К. Шайхатдинова, Э. Д. Левин. Влияние температуры пиролиза на теплопроводность и теплопроводность полуккокса | 118 |
| С. И. Головкин, И. Ф. Коперин. Определение и анализ условий зависания щепы из лесосечных отходов в шахте газогенератора энергохимической установки | 121 |

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

| | |
|---|-----|
| А. А. Смирнов. Математическое описание воздушно-паровой лесосушильной камеры периодического действия как двухъемкостного объекта регулирования температуры агента сушки | 125 |
| А. А. Астафьев. Автоматизация системы управления гидравлического манипулятора | 129 |

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

| | |
|---|-----|
| Т. С. Лобовиков. К изучению связей экономических показателей лесозаготовительного производства с его концентрацией | 134 |
| А. А. Кайсин. Лесозаготовительное районирование Кировской области | 138 |
| А. В. Лукин. Экономическая эффективность внедрения быстрорастущих хвойных пород в лесные и защитные культуры на территории Липецкой области | 143 |

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

| | |
|---|-----|
| В. М. Жирин. Определение возраста саксаула по внешним таксационным показателям | 147 |
| Г. С. Тугыгин. О позднелетних и осенних посадках сосны и ели | 148 |
| В. А. Шаргунова. Влияние некоторых аллелопатических факторов на лабораторную всхожесть семян лиственницы Сукачева | 149 |
| Б. И. Перевертайло. Корневая система ореха черного в молодых культурах | 151 |
| В. А. Алексеев. О влиянии ели и березы на фауность осины | 154 |
| А. Ф. Киреев. Типология пойменных лесов Волгоградской области | 155 |
| И. М. Невзоров. Хозяйственное значение лиственных насаждений и способы их реконструкции | 157 |
| В. А. Ходоревский. Определение биологически допустимой защитной зоны при механизированных уходах за посевами в питомниках | 159 |
| М. Д. Сибирякова. Полезная роль почвенной фауны в лесу | 160 |
| И. И. Бардышев, А. Н. Булгаков, А. Л. Перцовский, В. Г. Казущик, Б. Р. Бинк. О химическом составе живицы сосны кулундинской (<i>Pinus silvestris</i> L. subsp. <i>kulundensis</i> Sukaczew.) | 161 |
| Е. Е. Фломина, Л. М. Чащина, Л. А. Краскова, Н. Н. Клобукова. Определение хрома, мышьяка и меди в древесине, пропитанной антисептиками | 163 |
| А. А. Константия. Использование синтетической смолы для закрепления антипиренов в древесине | 165 |
| В. Ф. Заведнюк. Перспективы применения аэрозолей в борьбе с вредителями леса | 166 |
| Г. Е. Пятецкий. Классификация лесомелиоративного фонда Карелии по группам эффективности осушения | 168 |

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

| | |
|---|-----|
| М. И. Кишинский. О методологии и организации научно-исследовательских работ | 170 |
|---|-----|

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

| | |
|--|-----|
| Н. И. Костюкевич, В. Е. Ермаков, В. П. Григорьев. Полезная книга | 171 |
| С. А. Дыренков. По страницам зарубежной лесной печати | 172 |

ЮБИЛЕИ

| | |
|--|-----|
| М. В. Давидов. Профессор, доктор сельскохозяйственных наук К. Е. Никитин | 174 |
|--|-----|

НЕКРОЛОГ

| | |
|--|-----|
| Б. Д. Богомолов. Памяти академика П. Н. Одинцова | 175 |
|--|-----|

Таблица 1

| Плиты | Число циклов обработки | Объемный вес, г/см ³ | Предел прочности при изгибе, кг/см ² | Влажность, % | Разбухание за 24 часа, % | Водопоглощение за 24 часа, % | Увеличение толщины, % | Отношение пределов прочности опытных образцов к контрольным, % |
|----------------------------------|------------------------|---------------------------------|---|--------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------|--|
| Неокрашенные | 5 | <u>0,674</u> | <u>225,2</u> | <u>4,1</u> | <u>17,2</u> | <u>72,6</u> | <u>2,0</u> | <u>83,0</u> |
| | | <u>0,683</u> | <u>256,2</u> | <u>5,2</u> | <u>14,9</u> | <u>65,0</u> | <u>2,0</u> | <u>98,5</u> |
| | 10 | <u>0,628</u> | <u>198,1</u> | <u>3,8</u> | <u>16,9</u> | <u>81,1</u> | <u>7,0</u> | <u>72,6</u> |
| | | <u>0,681</u> | <u>247,5</u> | <u>4,9</u> | <u>12,5</u> | <u>64,4</u> | <u>2,0</u> | <u>95,0</u> |
| | 15 | <u>0,623</u> | <u>98,6</u> | <u>4,9</u> | <u>7,2</u> | <u>61,7</u> | <u>12,9</u> | <u>36,0</u> |
| Контроль | <u>0,678</u> | <u>244,5</u> | <u>4,7</u> | <u>16,2</u> | <u>68,6</u> | <u>2,0</u> | <u>94,3</u> | |
| | <u>0,695</u> | <u>270,7</u> | <u>5,0</u> | <u>17,1</u> | <u>72,1</u> | — | — | |
| Гидрофобизированные петролатумом | 5 | <u>0,724</u> | <u>277,0</u> | <u>4,9</u> | <u>6,8</u> | <u>23,7</u> | <u>1,0</u> | <u>98,0</u> |
| | | <u>0,696</u> | <u>227,3</u> | <u>5,8</u> | <u>9,16</u> | <u>27,8</u> | <u>2,5</u> | <u>102,5</u> |
| | 10 | <u>0,716</u> | <u>260,9</u> | <u>4,8</u> | <u>6,1</u> | <u>20,4</u> | <u>1,5</u> | <u>92,4</u> |
| | | <u>0,706</u> | <u>219,0</u> | <u>5,8</u> | <u>8,0</u> | <u>35,4</u> | <u>2,5</u> | <u>99,0</u> |
| | 15 | <u>0,706</u> | <u>221,9</u> | <u>4,5</u> | <u>10,1</u> | <u>23,6</u> | <u>2,5</u> | <u>82,9</u> |
| Контроль | <u>0,733</u> | <u>247,3</u> | <u>5,0</u> | <u>9,6</u> | <u>39,6</u> | <u>2,5</u> | <u>107,0</u> | |
| | <u>0,726</u> | <u>283,0</u> | <u>5,0</u> | <u>10,7</u> | <u>29,6</u> | — | — | |
| Окрашенные ГЖК-94 | 5 | <u>0,693</u> | <u>243,1</u> | <u>2,9</u> | <u>16,5</u> | <u>63,6</u> | <u>0,5</u> | <u>98,1</u> |
| | | <u>0,653</u> | <u>233,0</u> | <u>5,9</u> | <u>12,1</u> | <u>70,0</u> | <u>2,5</u> | <u>99,0</u> |
| | 10 | <u>0,660</u> | <u>218,4</u> | <u>3,5</u> | <u>14,3</u> | <u>57,8</u> | <u>1,0</u> | <u>85,3</u> |
| | | <u>0,683</u> | <u>229,6</u> | <u>5,1</u> | <u>17,2</u> | <u>59,4</u> | <u>2,5</u> | <u>96,4</u> |
| | 15 | <u>0,656</u> | <u>110,9</u> | <u>5,4</u> | <u>8,5</u> | <u>54,4</u> | <u>15,0</u> | <u>45,0</u> |
| Контроль | <u>0,656</u> | <u>226,0</u> | <u>5,0</u> | <u>13,5</u> | <u>69,0</u> | <u>2,5</u> | <u>96,0</u> | |
| | <u>0,680</u> | <u>247,0</u> | <u>4,4</u> | <u>14,3</u> | <u>72,2</u> | — | — | |
| Окрашенные масляной краской | 5 | <u>0,677</u> | <u>205,2</u> | <u>3,6</u> | <u>15,0</u> | <u>71,9</u> | <u>0</u> | <u>84,0</u> |
| | | <u>0,660</u> | <u>229,3</u> | <u>5,1</u> | <u>17,3</u> | <u>65,6</u> | <u>0,5</u> | <u>99,5</u> |
| | 10 | <u>0,646</u> | <u>185,4</u> | <u>3,7</u> | <u>16,2</u> | <u>67,9</u> | <u>0,5</u> | <u>76,0</u> |
| | | <u>0,656</u> | <u>227,6</u> | <u>4,9</u> | <u>15,8</u> | <u>67,7</u> | <u>0,5</u> | <u>98,5</u> |
| | 15 | <u>0,673</u> | <u>102,3</u> | <u>6,0</u> | <u>9,5</u> | <u>54,4</u> | <u>17,0</u> | <u>41,8</u> |
| Контроль | <u>0,690</u> | <u>223,0</u> | <u>5,0</u> | <u>16,5</u> | <u>64,3</u> | <u>0,5</u> | <u>97,0</u> | |
| | <u>0,672</u> | <u>244,2</u> | <u>4,0</u> | <u>14,7</u> | <u>71,3</u> | — | — | |
| Окрашенные смолой ЭД-5 | 5 | <u>0,733</u> | <u>242,7</u> | <u>5,9</u> | <u>14,3</u> | <u>56,0</u> | <u>0,5</u> | <u>94,3</u> |
| | | <u>0,666</u> | <u>244,6</u> | <u>5,3</u> | <u>12,3</u> | <u>65,3</u> | <u>1,8</u> | <u>105,0</u> |
| | 10 | <u>0,673</u> | <u>184,6</u> | <u>5,9</u> | <u>12,6</u> | <u>68,5</u> | <u>1,0</u> | <u>79,0</u> |
| | | <u>0,663</u> | <u>255,3</u> | <u>4,9</u> | <u>15,8</u> | <u>65,4</u> | <u>1,8</u> | <u>114,0</u> |
| | 15 | <u>0,706</u> | <u>178,7</u> | <u>6,7</u> | <u>11,7</u> | <u>60,7</u> | <u>2,0</u> | <u>69,5</u> |
| Контроль | <u>0,663</u> | <u>204,3</u> | <u>4,3</u> | <u>13,1</u> | <u>76,6</u> | <u>2,5</u> | <u>95,6</u> | |
| | <u>0,700</u> | <u>256,5</u> | <u>6,0</u> | <u>15,2</u> | <u>60,5</u> | — | — | |
| | | <u>0,651</u> | <u>234,0</u> | <u>6,0</u> | <u>11,6</u> | <u>81,3</u> | — | — |

Примечание. В числителе — данные для плит с увлажнением; в знаменателе — данные для плит без увлажнения.

Таблица 1

| Тип леса, тип болота | Тип торфяной залежи | Почвы | Группы эффективности осушения по климатическим зонам Карелии | | |
|--|--|---|--|---------------------------------|-----------------------------------|
| | | | южная (60°30'— 63° с.ш.) | средняя 63°— 64°30' с.ш.) | северная (64°30'— 67° с.ш.) |
| Сосняки, ельники, березняки травяно-болотные (приручейные, таволговые, хвощовые, осоково-разнотравные и др.) IV-V классов бонитета; низинные болота | Низинный (зольность торфа 5—8 ⁰ / ₁₀ и больше) | Торфяно-болотные, торфяно-глеевые | — | I | II |
| Сосняки, ельники, березняки травяно-сфагновые (хвощово-сфагновые, осоково-сфагновые, тростниково-сфагновые, приручейно-сфагновые, разнотравно-сфагновые и др.) V-V6 (иногда IV) класса бонитета; переходные болота | Переходно-низинный переходный (зольность торфа 4 ⁰ / ₁₀ и больше) | Торфяно-болотные, торфяно-глеевые, торфянисто-подзолисто-глеевые | I | I-II | III |
| Сосняки, ельники, березняки долгомошно-сфагновые V-V6 класса бонитета | Переходный (зольность торфа 3,5—4 ⁰ / ₁₀ и больше) | Торфяно-глеевые, торфянисто-подзолисто-глеевые на супеси, суглинке, глине | — | II | III |
| Ельники, березняки чернично-долгомошные V-Va класса бонитета | Переходный мощностью до 15—20 см (зольность торфа 2,5—3,5 ⁰ / ₁₀ и больше) | Торфянисто-подзолисто-глеевые на супеси, суглинке, глине | — | II-III | III-IV |
| Ельники, березняки сфагновые V-Va (редко IV) класса бонитета; сфагновые переходные болота | Переходный (зольность торфа 2,5—4 ⁰ / ₁₀) | Торфяно-болотные, торфяно-глеевые на песке, супеси, суглинке | II | II-III | III-IV |
| Сосняки, ельники, березняки сфагновые, пушицево-сфагновые, кустарничково-сфагновые V-Va класса бонитета; верховые сфагновые болота | Верхово-переходный (мощность верхового торфа до 30 см, зольность 2,5—3,5 ⁰ / ₁₀) | Торфяно-болотные, торфяно-подзолистые оглеенные | — | III | IV |
| Сосняки долгомошно-сфагновые V-Va класса бонитета | Верхово-переходный (мощность торфа до 30 см, иногда и больше, зольность 2,5—3,5 ⁰ / ₁₀) | Торфянисто-подзолисто-глеевые на песке, супеси, суглинке | — | III | IV |
| Сосняки чернично-долгомошные V-Va класса бонитета | Верхово-переходный (зольность торфа 2,5 ⁰ / ₁₀ и больше) | Торфянисто-подзолистые оглеенные на песке, супеси | III | III-IV | IV |
| Сосняки сфагновые, пушицево-сфагновые, кустарничково-сфагновые V-Va класса бонитета; верховые сфагновые болота | Верхово-переходный (мощность верхового торфа до 75 см, часто очес до 0,5 м, зольность торфа 2—2,5 ⁰ / ₁₀) | Торфяно-болотные, торфяно-подзолистые | III | IV | IV |
| Сосняки сфагновые, пушицево-сфагновые, кустарничково-сфагновые Va-V6 класса бонитета; верховые сфагновые болота | Верховой (часто очес больше 0,5 м, зольность торфа меньше 2 ⁰ / ₁₀) | Торфяно-болотные | IV | IV | IV |
| Сосняки, ельники, березняки чернично-долгомошные IV класса бонитета | Оторфованная подстилка небольшой мощности—7—12 см | Торфянисто-подзолистые, подзолистые на супеси, суглинке, глине со следами периодического оглеения | IV | — | — |

Таблица 1

| t_{ν} , сек | Δt_{ν} , сек | y | $\frac{\varphi(y)}{\varphi_t(y)}$ | $\frac{\rho}{\rho_t}$ | $\frac{G}{G_t} \cdot 10^{-3}$, кг/сек | $\Delta P_t \cdot 10^5$, н/м ² | $P_t \cdot 10^5$, н/м ² | $m_{пр}$, кг | $P_{пр}$, н | \ddot{x}_t , м/сек ² | \dot{x}_t , м/сек | $x_t \cdot 10^{-2}$, м |
|-----------------|------------------------|-------|-----------------------------------|-----------------------|---|---|--|---------------|--------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------------|
| ~ 0,04 | — | — | — | — | — | + 2,33 | 3,31 | 165 | 1073 | 0 | 0 | 0 |
| ~ 0,04 | — | — | — | — | — | + 2,33 | 3,31 | 165 | 1073 | 0 | 0 | 0 |
| 0,05 | 0,01 | 0,752 | 0,228 | 0,275 | 5,66 | + 0,43 | 3,74 | 165 | 1073 | 1,00 | 0,01 | 0,005 |
| 0,05 | 0,01 | 0,752 | 0,405 | 0,415 | 8,13 | + 0,44 | 3,75 | 165 | 1073 | 1,22 | 0,012 | 0,006 |
| 0,06 | 0,01 | 0,848 | 0,191 | 0,243 | 4,20 | + 0,30 | 4,04 | 165 | 1073 | 2,01 | 0,03 | 0,025 |
| 0,06 | 0,01 | 0,850 | 0,341 | 0,355 | 5,87 | + 0,30 | 4,05 | 165 | 1073 | 2,06 | 0,033 | 0,033 |
| 0,07 | 0,01 | 0,916 | 0,148 | 0,216 | 2,89 | + 0,16 | 4,20 | 165 | 1073 | 2,47 | 0,055 | 0,067 |
| 0,07 | 0,01 | 0,918 | 0,270 | 0,305 | 3,52 | + 0,14 | 4,19 | 165 | 1073 | 2,44 | 0,057 | 0,078 |
| 0,08 | 0,01 | 0,952 | 0,114 | 0,205 | 2,10 | + 0,05 | 4,25 | 165 | 1073 | 2,59 | 0,081 | 0,135 |
| 0,08 | 0,01 | 0,950 | 0,217 | 0,280 | 2,93 | + 0,07 | 4,26 | 165 | 1073 | 2,65 | 0,084 | 0,15 |
| 0,10 | 0,02 | 0,963 | 0,101 | 0,200 | 1,82 | - 0,05 | 4,20 | 165 | 1073 | 2,47 | 0,130 | 0,35 |
| 0,10 | 0,02 | 0,967 | 0,181 | 0,265 | 2,32 | ~ 0 | 4,26 | 165 | 1073 | 2,65 | 0,137 | 0,37 |
| 0,12 | 0,02 | 0,952 | 0,114 | 0,205 | 2,10 | - 0,19 | 4,01 | 165 | 1072 | 1,92 | 0,168 | 0,65 |
| 0,12 | 0,02 | 0,967 | 0,181 | 0,265 | 2,32 | - 0,07 | 4,19 | 165 | 1072 | 2,44 | 0,186 | 0,69 |
| 0,14 | 0,02 | 0,910 | 0,152 | 0,220 | 3,02 | - 0,16 | 3,85 | 164 | 1071 | 1,51 | 0,198 | 1,02 |
| 0,14 | 0,02 | 0,950 | 0,217 | 0,280 | 2,93 | - 0,18 | 4,01 | 164 | 1071 | 1,94 | 0,224 | 1,10 |
| 0,16 | 0,02 | 0,874 | 0,176 | 0,235 | 3,74 | - 0,12 | 3,73 | 164 | 1070 | 1,21 | 0,222 | 1,44 |
| 0,16 | 0,02 | 0,930 | 0,255 | 0,295 | 3,63 | - 0,17 | 3,84 | 164 | 1069 | 1,50 | 0,254 | 1,68 |
| 0,20 | 0,04 | 0,846 | 0,192 | 0,245 | 4,25 | - 0,23 | 3,50 | 163 | 1068 | 0,57 | 0,244 | 2,37 |
| 0,20 | 0,04 | 0,872 | 0,324 | 0,340 | 5,33 | - 0,10 | 3,74 | 163 | 1067 | 1,24 | 0,304 | 2,80 |
| 0,24 | 0,04 | 0,794 | 0,214 | 0,260 | 5,02 | - 0,08 | 3,42 | 162 | 1065 | 0,34 | 0,258 | 3,37 |
| 0,24 | 0,04 | 0,847 | 0,349 | 0,355 | 5,97 | - 0,13 | 3,61 | 162 | 1063 | 1,12 | 0,349 | 4,10 |
| 0,28 | 0,04 | 0,776 | 0,221 | 0,267 | 5,33 | - 0,05 | 3,37 | 161 | 1061 | 0,24 | 0,267 | 4,41 |
| 0,28 | 0,04 | 0,837 | 0,355 | 0,360 | 6,18 | - 0,12 | 3,49 | 160 | 1059 | 0,68 | 0,376 | 5,55 |
| 0,32 | 0,04 | 0,765 | 0,224 | 0,270 | 5,46 | - 0,04 | 3,33 | 160 | 1058 | 0,14 | 0,272 | 5,49 |
| 0,32 | 0,04 | 0,796 | 0,381 | 0,385 | 7,10 | - 0,08 | 3,41 | 159 | 1054 | 0,42 | 0,393 | 7,09 |
| 0,36 | 0,04 | 0,755 | 0,227 | 0,273 | 5,62 | - 0,12 | 3,31 | 159 | 1054 | 0,12 | 0,277 | 6,59 |
| 0,36 | 0,04 | 0,772 | 0,394 | 0,402 | 7,65 | - 0,06 | 3,35 | 157 | 1049 | 0,26 | 0,403 | 8,68 |
| 0,40 | 0,04 | 0,752 | 0,228 | 0,275 | 5,66 | - 0,02 | 3,29 | 158 | 1051 | ~ 0 | 0,277 | 7,70 |
| 0,40 | 0,04 | 0,760 | 0,399 | 0,410 | 7,89 | - 0,04 | 3,31 | 155 | 1043 | 0,19 | 0,411 | 10,30 |
| 0,44 | 0,04 | 0,746 | 0,230 | 0,276 | 5,74 | ~ 0 | 3,29 | 157 | 1047 | ~ 0 | 2,277 | 8,80 |
| 0,44 | 0,04 | 0,752 | 0,405 | 0,415 | 8,13 | - 0,04 | 3,27 | 153 | 1035 | 0,13 | 0,416 | 11,95 |
| 0,48 | 0,04 | 0,746 | 0,230 | 0,276 | 5,74 | ~ 0 | 3,29 | 155 | 1043 | 0,10 | 0,281 | 9,82 |
| 0,48 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 0,52 | 0,04 | 0,746 | 0,230 | 0,276 | 5,74 | - 0,01 | 3,28 | 154 | 1039 | 0,10 | 0,285 | 10,85 |
| 0,52 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 0,54 | 0,02 | 0,745 | 0,230 | 0,276 | 5,74 | - 0,01 | 3,27 | 153 | 1036 | ~ 0 | 0,285 | 11,52 |
| 0,54 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

Примечание. В числителе данные расчета по уравнениям теплового баланса; в знаменателе — по уравнениям изотермического процесса.

Таблица 2

| Склеенные бруски | Клей | Показатели статистической обработки результатов испытаний пропитанных и непропитанных образцов | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------|--|----------|------|------|-----|----|------|-------------------------------------|----------|------|-----|-----|-----|-----|---------------------------------------|----------|------|-----|------|----|------|
| | | М | σ | v | m | p | A | B | М | σ | v | m | p | A | B | М | σ | v | m | p | A | B |
| | | в сухом состоянии | | | | | | | после увлажнения в течение 48 суток | | | | | | | после 3 циклов увлажнения—высушивания | | | | | | |
| Сосновые непропитанные | КБ-3 | 114,8 | 18,3 | 16,0 | 5,8 | 5,0 | 74 | 12,6 | 37,3 | 6,8 | 18,2 | 2,1 | 5,8 | 68 | 6,3 | 28,2 | 9,2 | 32,6 | 2,9 | 10,3 | 66 | 7,8 |
| | ФР-12 | 110,2 | 14,2 | 12,9 | 4,5 | 4,1 | 98 | 15,4 | 45,2 | 5,5 | 12,2 | 1,7 | 3,9 | 86 | 7,9 | 40,5 | 12,1 | 29,9 | 3,8 | 9,5 | 90 | 7,0 |
| Сосновые, пропитанные стиролом | КБ-3 | 88,7 | 23,7 | 26,7 | 7,5 | 8,4 | 82 | 12,2 | 26,7 | 7,4 | 27,8 | 2,3 | 8,8 | 28 | 7,4 | 3,7* | — | — | — | — | 0 | — |
| | ФР-12 | 117,5 | 30,5 | 25,9 | 9,7 | 8,2 | 90 | 16,1 | 50,7 | 12,6 | 94,8 | 4,0 | 7,9 | 68 | 8,3 | 7,7* | — | — | — | — | 0 | — |
| Березовые непропитанные | КБ-3 | 121,0 | 31,0 | 25,6 | 9,8 | 8,1 | 90 | 15,0 | 56,5 | 12,3 | 21,8 | 3,9 | 6,9 | 76 | 8,1 | 38,5 | 13,6 | — | — | — | 76 | 9,5 |
| | ФР-12 | 120,7 | 35,8 | 29,6 | 10,3 | 9,4 | 90 | 15,6 | 63,5 | 16,8 | 26,4 | 5,3 | 8,4 | 100 | 7,2 | 62,7 | 14,5 | 23,2 | 4,6 | 7,3 | 10 | 8,1 |
| Березовые, пропитанные стиролом | КБ-3 | 98,2 | 20,4 | 20,8 | 6,5 | 6,7 | 52 | 13,6 | 44,7 | 10,9 | 24,6 | 3,5 | 7,9 | 90 | 8,7 | 25,0 | — | — | — | — | 16 | 8,2 |
| | ФР-12 | 96,2 | 24,3 | 25,2 | 7,8 | 8,0 | 64 | 14,5 | 74,2 | 18,1 | 24,4 | 5,7 | 7,7 | 62 | 9,6 | 39,8 | 8,4 | 21,1 | 2,7 | 6,7 | 96 | 10,5 |

Примечание. М — среднее арифметическое из 10 наблюдений, кг/см²; σ — среднее квадратическое отклонение, кг/см²; v — вариационный коэффициент, %; m — средняя ошибка среднего арифметического, кг/см²; p — показатель точности, %; A — среднее разрушение по древесине, %; B — средняя скорость нагружения образцов, кг/см² сек.

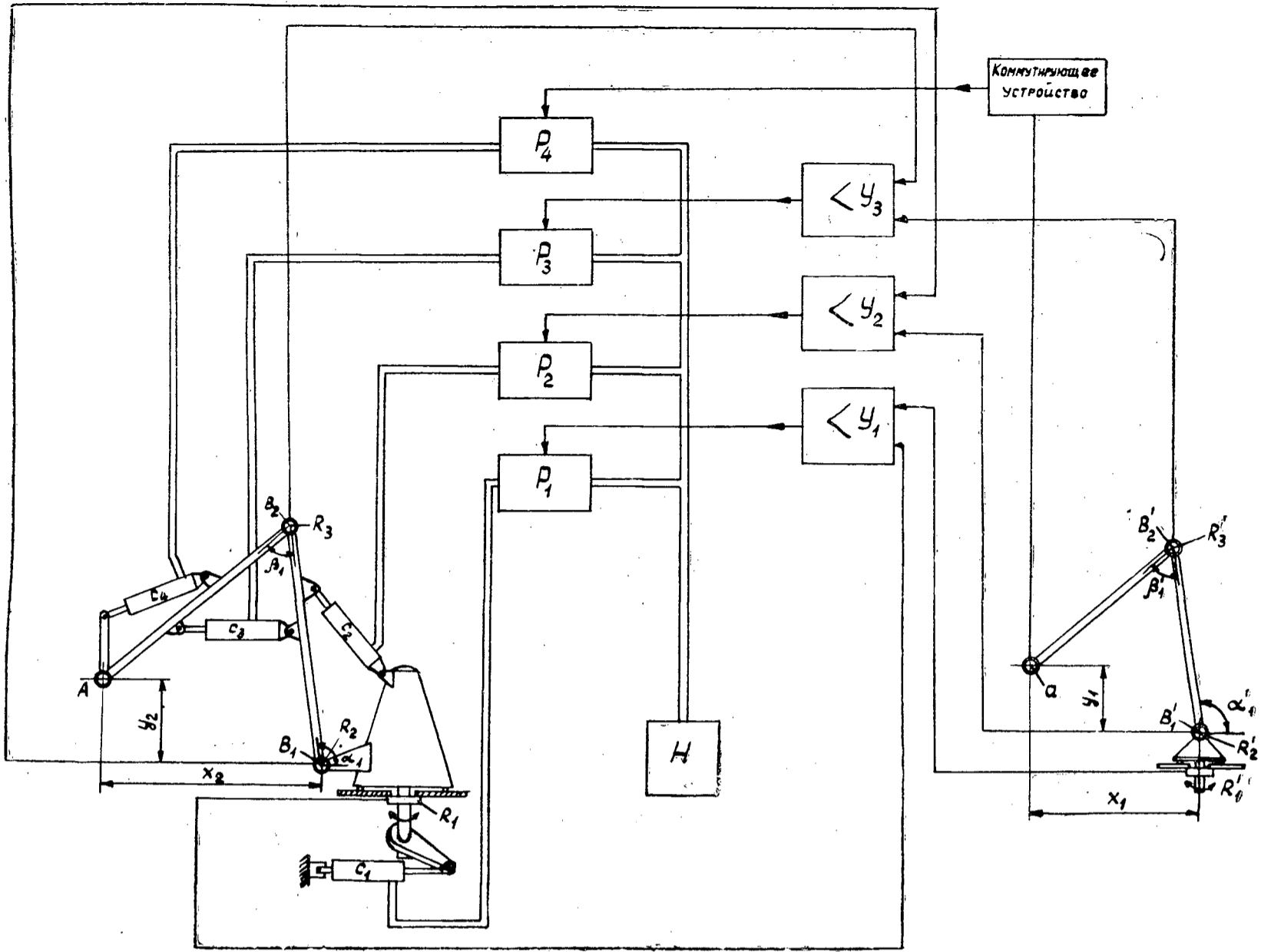


Рис. 1.

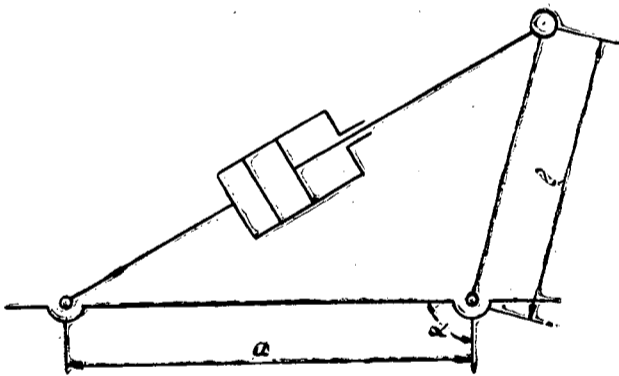


Рис. 2. Кинематическая схема рычага с захватом.

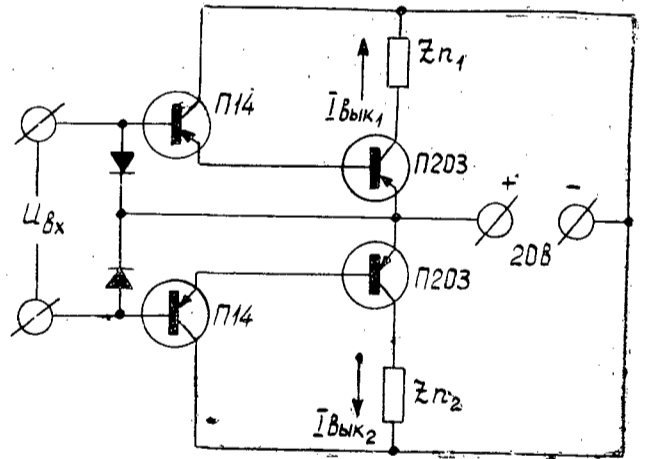


Рис. 4. Схема полупроводникового усилителя.

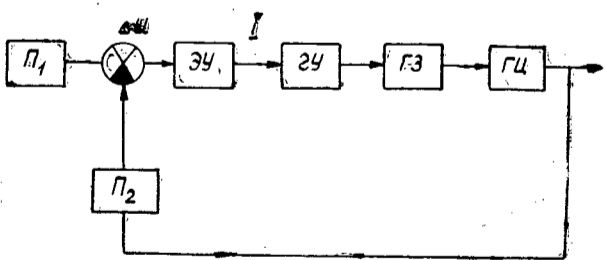


Рис. 3.

П₁ и П₂ — потенциометры; ЭУ — электронный усилитель; ГУ — гидравлический усилитель; ГЗ — гидрозолотник; ГЦ — гидроцилиндр.

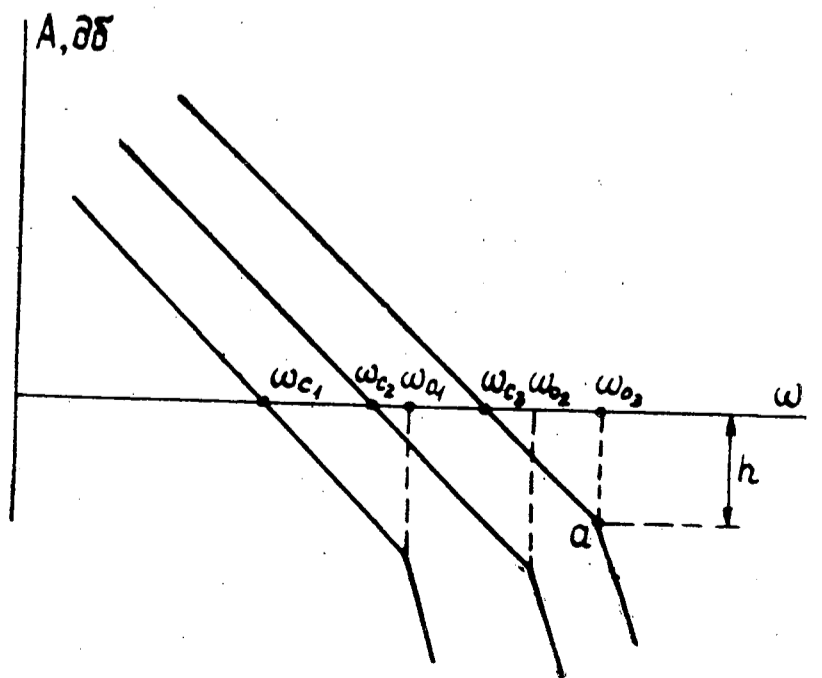


Рис. 5. Логарифмические амплитудно-частотные характеристики следящей системы.

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ



ЛЕСНОЙ
ЖУРНАЛ



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

**АРХАНГЕЛЬСКИЙ
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. В. В. КУЙБЫШЕВА**

объявляет прием в аспирантуру на 1969 год по
следующим специальностям

В АСПИРАНТУРУ ИНСТИТУТА:

машины, механизмы и технология лесоразработок, лесозаготовок и лесного хозяйства (механизация лесоразработок); машины, оборудование и технология лесопильных и деревообрабатывающих производств (лесопиление, станки и инструменты); химия и технология древесины, целлюлозы и бумаги; лесные культуры, селекция и лесное семеноводство.

В ЦЕЛЕВУЮ АСПИРАНТУРУ:

математический анализ; теория вероятности и математическая статистика; экспериментальная физика, технология машиностроения; машины, механизмы и технология лесозаготовок, лесоразработок и лесного хозяйства (механизация лесоразработок); машины, оборудование и технология лесопильных и деревообрабатывающих производств (столярно-мебельное производство, древесиноведение); история КПСС; политическая экономия; экономика, организация и планирование лесозаготовок и лесного хозяйства; теоретические основы электротехники.

Подготовка в целевой аспирантуре проводится в Московском и Ленинградском университетах и институтах

Прием заявлений с документами в аспирантуру: целевую до 10 июня, при институте до 20 сентября с. г.

Адрес: г. Архангельск, Набережная им. В. И. Ленина, 17,
Лесотехнический институт

Цена 1 руб.

Индекс 70368

**Подписывайтесь
на журнал на 1969 г.**

**«ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ»
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СССР**

Р а з д е л

„ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ“

«Лесной журнал» выходит один раз в два месяца номерами по 15 печатных листов каждый. Подписная цена на год — 6 руб. Цена отдельного номера — 1 руб.

Подписка принимается органами «Союзпечати». В случае отказа в приеме подписка может быть оформлена через редакцию.

По заявке, направленной в редакцию, комплекты журналов и отдельные номера высылаются наложенным платежом.

Адрес редакции: Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 17, АЛТИ, «Лесной журнал».