

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ДВАДЦАТЫИ

4

1977

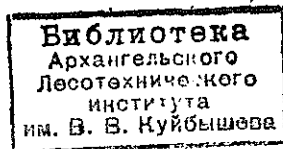
АРХАНГЕЛЬСК

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Проф. И. М. Боховкин (отв. редактор), доц. Е. С. Романов (зам. отв. редактора), доц. С. И. Морозов (зам. отв. редактора), проф. Н. М. Белая, проф. Ю. Г. Бутко, доц. П. И. Войчаль, проф. И. В. Воронин, проф. М. Л. Дворецкий, проф. М. И. Зайчик, доц. Г. Л. Дранишников, проф. В. Г. Кочегаров, проф. Н. В. Маковский, акад. ВАСХНИЛ, проф. И. С. Мелехов, доц. Н. В. Никитин, проф. А. Н. Песоцкий, доц. А. Р. Родин, проф. Ю. Д. Силуков, проф. Н. И. Федоров, проф. В. В. Федилов, проф. В. Н. Худоногов, проф. В. В. Щелкунов.

Ответственный секретарь редакции А. И. Кольцова.

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



© ИВУЗ, «Лесной журнал», 1977.

Адрес редакции: 163007, Архангельск, 7, Набережная В. И. Ленина, 17,
Архангельский лесотехнический институт, тел. 4-13-37.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 4
(Год издания двадцатый)

Сдан в набор 25/VII 1977 г. Подписан к печати 9/X 1977 г.
Форм. бум. 70X108¹/₁₆. Печ. л. 15,4. Физ. л. 11. Уч.-изд. л. 15,1.
Сл. 00049. Тираж 2150 экз. Заказ 4620. Цена 1 руб.

Типография им. Скляпина издательства Архангельского обкома КПСС,
г. Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 86.

ПОСТУПЬ ВЕЛИКОЙ РЕВОЛЮЦИИ

60 лет назад в октябре 1917 года залпы легендарной «Авроры» зажгли зарю новой эпохи — эпохи торжества социализма и коммунизма.

Великая Октябрьская социалистическая революция явилась логическим результатом огромной теоретической работы Владимира Ильича Ленина, творчески развившего учение К. Маркса и Ф. Энгельса и показавшего возможность победы пролетарской революции в отдельно взятой стране. Революция увенчала титаническую деятельность В. И. Ленина по созданию в России партии нового типа, ставшей во главе революционного процесса, подготовившей и осуществившей революционный взрыв.

Никогда прежде на нашей планете за такой исторически короткий срок не происходили столь знаменательные сдвиги во всех сферах человеческой деятельности. «Победа Октября, — говорится в постановлении ЦК КПСС «О 60-й годовщине Великой Октябрьской социалистической революции», — главное событие XX века, коренным образом изменившее развитие всего человечества». Под руководством Коммунистической партии трудящиеся нашей страны успешно справились с самой главной и сложной задачей социалистической революции — созидательной. От отсталой, в основном аграрной страны — до могучей индустриальной державы; от самодержавно-помещичьего и капиталистического гнета, бесправия широких слоев трудящихся, массовой неграмотности и невежества — к высшим формам социалистической демократии, расцвету науки, просвещения и культуры; от единственной страны социализма — до величественного форпоста мировой социалистической системы и национально-освободительного движения, твердыни социального прогресса и всеобщего мира — таков славный путь нашей Родины — детища Великого Октября. Опыт КПСС — бесценное достояние всех партий и народов, борющихся за освобождение от ига капитала, за демократические преобразования, за социализм.

«Важнейшим итогом самоотверженного труда советского народа, — отмечает ЦК КПСС в Постановлении о 60-летию Октября, — стало построенное в нашей стране общество развитого социализма... Развитой социализм характеризуется соединением достижений научно-технической революции с преимуществами социалистической системы хозяйства, решительным поворотом к интенсивным методам развития экономики, качественно новым уровнем и масштабами производства, позволяющими непосредственно решать задачи создания материально-технической базы коммунизма, обеспечивать непрерывный рост благосостояния трудящихся, добиваться важных успехов в экономическом соревновании с капитализмом... Концепция развитого социалистического общества, разработанная коллективными усилиями КПСС и братских коммунистических партий, представляет большой творческий вклад в сокровищницу марксизма-ленинизма».

Союз рабочего класса, колхозного крестьянства и народной интеллигенции стал прочной основой сложившейся в нашей стране новой исторической общности людей — советского народа. В борьбе с врагом и в самоотверженном труде сформировался Советский Человек.

Всемирно исторические достижения нашего народа в создании нового общественного строя, провозглашении и подлинном осуществле-

нии прав человека, простор для дальнейшего развития социалистической демократии и расцвета личности воплощены в новой Конституции Союза ССР.

Просты и в то же время глубоко впечатляющи наши успехи в развитии материального производства. Так, промышленности СССР ныне достаточно двух с половиной дней, чтобы выработать столько продукции, сколько выпускала ее дореволюционная Россия в 1913 году. От 4 процентов в 1913 году до одной пятой в 1976 — таков рост доли нашей страны в мировом промышленном производстве. СССР занимает ныне первое место в мире по производству нефти, угля, железной руды, чугуна, стали, цемента, минеральных удобрений, хлопка и многих других видов продукции. В их числе значатся и объемы заготовки и вывозки древесины и лесопиления. Это результат творческого труда большого отряда нашего рабочего класса и интеллигенции: лесозаготовителей, лесопильщиков, деревообработчиков. В нашей стране по существу заново созданы современная целлюлозно-бумажная промышленность, производство пластиков и плит, механизированное лесное хозяйство.

Наша страна — самая богатая лесами в мире. Однако до Великой Октябрьской социалистической революции эти богатства использовались неразумно и слабо. В зачаточном состоянии находилось высшее лесное образование. Узок был круг ученых, поле их деятельности ограничивалось лесоводственными вопросами. Ныне в СССР создана развитая сеть лесных вузов, техникумов и научно-исследовательских учреждений. Лесные вузы и факультеты Москвы, Ленинграда, Архангельска, Брянска, Воронежа, Йошкар-Олы, Красноярска, Львова, Минска, Свердловска, Петрозаводска, Хабаровска и др. выпускают высококвалифицированных специалистов по всем отраслям лесного дела. По выпуску лесных инженеров наша страна превосходит все страны мира вместе взятые. Ученые лесных вузов и крупных научных центров Минлеспрома, Минбумпрома, Гослесхоза СССР ведут широкие научные исследования по всей проблематике леса от его выращивания до полного комплексного использования древесины и всех других полезных лесов.

Студенты лесных вузов обучаются по программам подготовки инженеров широкого профиля, активно овладевают марксистско-ленинской теорией, совмещают учебу с научно-исследовательской работой, трудятся в студенческих строительных отрядах. Современная методика, организация и материально-техническое оснащение педагогического процесса в лесной высшей школе создают все необходимые предпосылки для подготовки специалистов, сочетающих высший профессиональный уровень с коммунистической убежденностью и навыками организатора производства и исследователя.

Подготовка к празднованию 60-летия Октябрьской революции и обсуждение проекта новой Конституции, органически связанные друг с другом, наполнили новым содержанием все направления работы вузовских коллективов. Во всех институтах широко развернулось социалистическое соревнование, составной частью которого стали конкурсы на лучший факультет, кафедру, учебную группу. Как и все советское общество, высшая школа развивается под нарастающим воздействием идей XXV съезда КПСС. Партия Ленина — вдохновитель и организатор победы Великого Октября, всех боевых и трудовых свершений советского народа — ведет нас к новым победам во имя торжества идеалов мира, демократии, коммунизма!

К 60-летию Октября

ЛЕСНАЯ НАУКА И ВЫСШАЯ ШКОЛА К 60-ЛЕТИЮ ВЕЛИКОГО ОКТЯБРЯ

Б. М. БУГЛАЙ, А. Р. РОДИН

Секция лесного хозяйства и лесной промышленности
НТС Мнввуза СССР

Великая Октябрьская социалистическая революция положила начало новому этапу в развитии лесного хозяйства, лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, которые в советское время превратились в высокоразвитые отрасли народного хозяйства. Этому в значительной степени способствовало развитие высшего лесного образования и лесной науки.

В дореволюционной России высшее лесное образование можно было получить лишь в нескольких небольших учебных заведениях. После Великой Октябрьской социалистической революции дело подготовки лесных специалистов коренным образом изменилось. Уже в первые годы существования Советской власти Советское правительство, руководимое В. И. Лениным, приняло ряд декретов и постановлений, направленных на укрепление и развитие лесного хозяйства и лесной промышленности, на обеспечение их квалифицированными кадрами биологического и инженерного профиля. В 1919 г. был организован первый в стране Московский лесотехнический институт. В 1923 г. Петроградский лесной институт, наряду с выпуском ученых-лесоводов, начал подготовку по инженерным специальностям.

В Советском Союзе, вступившем на путь индустриализации, развернулось гигантское строительство. Страна предъявляла все возрастающие требования к лесной, деревообрабатывающей промышленности и лесному хозяйству. Объем производства этих отраслей значительно возрос, начали вовлекаться в эксплуатацию леса северо-восточных районов страны.

Для удовлетворения острой потребности в инженерных кадрах в 1929 г. был создан Архангельский лесотехнический институт. В 1930 г. лесотехнические институты были открыты в Свердловске, Воронеже, Йошкар-Оле, Брянске, Красноярске, позднее в Хабаровске.

При создании новых вузов учитывалось развитие лесной и деревообрабатывающей промышленности и лесного хозяйства в национальных республиках. Так, в Белорусской ССР был открыт Гомельский ЛТИ, впоследствии переведенный в Минск, на Украине — Львовский ЛТИ и лесохозяйственный факультет в УСХА; в Петрозаводском университете был создан лесинженерный факультет. Таким образом, в нашей стране сложилась система лесотехнического образования, обеспечивающая выпуск высококвалифицированных специалистов лесного профиля.

Значение лесотехнических вузов постоянно возрастает. Оно определяется не только растущей ролью лесов и ростом потребления древесины и иных лесных ресурсов, но и тем, что вузы, обладая многочисленной армией высококвалифицированных научных кадров, решают

крупные научные проблемы, выполняют большой объем научных исследований.

За 60 лет Советской власти в наших лесных вузах проведен обширный круг глубоких исследований. В данной статье, подготовленной по материалам, поступившим из вузов, говорится лишь о небольшой части этих работ. Однако и этого достаточно, чтобы иметь суждения о том большом вкладе, который внесли в развитие лесного хозяйства, лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности ученые лесотехнических вузов.

Велика роль высшей школы в развитии лесохозяйственных наук. Так, уже вскоре после Октябрьской революции вышел в свет капитальный труд проф. Г. Ф. Морозова «Учение о лесе». Его ученик проф. М. Е. Ткаченко разработал теорию концентрированных рубок и водоохранно-защитных лесов. Им же предложена методика составления карт лесов и создан учебник общего лесоводства, не потерявший ценности до сих пор. Акад. В. Н. Сукачев и его школа разработали учение о биогеоценозах, а акад. К. К. Гедройц — учение о поглотительной способности почв. Акад. И. В. Тюрин создал оригинальную теорию строения и состава органического вещества, а чл.-кор. АН СССР проф. Л. А. Иванов — учение, которое рассматривает лес как сложную биологическую систему, физиологические функции которой в значительной степени обусловлены взаимодействием отдельных компонентов. Под руководством проф. Х. А. Писарькова разработаны теория и практика осушения и лесохозяйственного освоения осушенных лесных земель.

Научные основы лесной фитопатологии были разработаны проф. С. И. Ваниным. Основателем методики лесопатологических исследований был проф. М. Н. Римский-Корсаков.

В Архангельском и Московском лесотехнических институтах разработано учение о типологии концентрированных вырубок, которое нашло признание не только у нас в стране, но и за рубежом, и новая поквартальная система лесоводственного хозяйствования в лесничествах с учетом экономической целесообразности. В Грузинской сельскохозяйственной академии создана теория горного лесоводства, в Московском лесотехническом институте — современная теория лесной таксации и учение о биологических основах лесозащиты. Шагом вперед в лесоводственной науке являются теоретические и экспериментальные исследования, посвященные развитию теории биополя лесных экосистем, проведенные на кафедре лесоводства Брянского технологического института (БрТИ). На лесохозяйственном факультете БрТИ проводились исследования по проблеме диагностики состояния древесных растений. В итоге разработаны электрофизиологический метод и устройство для предварительной оценки жизнеспособности деревьев.

В Львовском лесотехническом институте изучено влияние способов рубок на климатические, водорегулирующие и почвозащитные свойства лесов Карпат, определена система рубок, обеспечивающая механизацию работ и успешное лесовозобновление. На кафедре лесных культур БрТИ проводятся большие исследования по повышению защитных свойств лесных насаждений по оврагам, балкам и берегам рек.

Создана новая научная дисциплина «Лесная авиация и аэрофото съемка», в становлении которой большую роль сыграли работы коллектива, руководимого проф. Г. Г. Самойловичем. Применение аэро-

фотосъемки и авиации произвело коренную реформу в области инвентаризации лесов и технологии лесоустройства.

Ученые Белорусского технологического института разработали методы повышения продуктивности лесов республики путем создания подпологовых культур и биологической мелиорации насаждений культурой люпина, а также технологию создания лесных культур на выработанных торфяниках.

Значительный вклад в изучение лесов Севера внесли ученые Архангельского лесотехнического института. Их исследования качества древесины, природы лесных пожаров и борьбы с ними, вопросов лесовосстановления, таксационного строения и методов определения запасов древесины, изменчивости фитоценозов в связи с широтной зональностью, своеобразия лесовосстановления и формирования древостоев в разных подзонах тайги имеют большое теоретическое и практическое значение для улучшения ведения лесного хозяйства.

В Воронежском лесотехническом институте разработана и внедрена в производство методика биологической рекультивации отвалов Курской магнитной аномалии.

В последние два десятилетия на лесохозяйственном факультете Украинской сельскохозяйственной академии (УСХА) активно проводились научные исследования в области применения современных средств математики и ЭВМ для решения важнейших задач лесного хозяйства.

Ученые лесотехнических вузов внесли большой вклад и в развитие лесной промышленности, прежде всего, в вопросах механизации и автоматизации заготовки и транспортировки древесины. Первые научные работы по созданию электромоторных цепных пил относятся к 1930—1935 гг. В результате проведенных в этот период исследований в Архангельском лесотехническом институте были созданы модели электромоторной пилы ПЭП-1, ПЭП-2 и ПЭП-3. При создании электропил впервые в мировой практике был применен асинхронный двигатель, питаемый током повышенной частоты. Началом же перехода на механизированную заготовку древесины цепными пилами следует считать 1943—1944 гг., когда коллективом ученых Московского лесотехнического института и отраслевого института ЦНИИМЭ была разработана новая электромоторная пила ВАКОПП. По решению правительства эта пила вместе с передвижной электростанцией, разработанной в АЛТИ, была пущена в массовое производство.

В ЛТА в последние годы войны начало формироваться новое научное направление по созданию специальных лесных машин для механизации лесозаготовительного и лесохозяйственного производства. Уже в то время были разработаны теоретические основы конструкции первого советского трелевочного трактора КТ-12. Серийный выпуск тракторов КТ-12 позволил решить проблему механизации трелевки. В дальнейших модификациях трелевочных тракторов основные принципы, разработанные учеными ЛТА, полностью сохранились. Работы по созданию электромоторных пил и трелевочного трактора были удостоены Государственной премии. Позднее учеными ЛТА в содружестве с Онежским тракторным заводом были созданы образцы новых лесных машин: валочно-трелевочные, валочно-пакетирующие и трелевочные тракторы с гидроманипулятором. Создание трелевочного трактора с гидроманипулятором ознаменовало появление нового перспективного направления в комплексной механизации лесосечных работ, исключаяющего ручной труд при заготовке и первичном транспорте леса.

Видные достижения в деле механизации лесохозяйственных работ и лесозаготовки имеет лесохозяйственный факультет УСХА. Им выполнены исследования по оптимизации машинно-тракторного парка в лесном хозяйстве и созданию конструкции машин для валки деревьев с корнями, пнерезной машины и машины для пересадки крупномерных деревьев с корнями и с комом земли.

Труды ученых ЛТА, заложивших фундамент теоретических основ сухопутного транспорта леса, получили дальнейшее развитие в работах Московского лесотехнического института. Позже в Архангельском ЛТИ были выполнены тяговые расчеты транспортных машин, эксплуатации лесовозных железных дорог, оптимизации толщины песчаной подушки под железобетонные плиты автомобильных лесовозных дорог. Широкие исследования транспорта леса в горных условиях проведены в Львовском лесотехническом институте, где разработаны теоретические основы проектирования воздушно-канатных трелевочных установок.

В основных лесозаготовительных районах значительная часть заготавливаемой древесины транспортируется водным путем. В становлении и развитии водного транспорта леса большую роль сыграли ученые лесотехнических вузов; их работы получили признание как в нашей стране, так и за рубежом. Разработаны научные основы замены молевого сплава плотовым (БелТИ), даны рекомендации по совершенствованию технологических процессов лесосплава, береговой сплотки и лесоперевалочных работ (АЛТИ, МЛТИ), выполнены теоретические исследования движения сплавных единиц в речном потоке (АЛТИ).

Одна из трудоемких операций при лесозаготовках — погрузочно-разгрузочные работы на нижних складах лесопромышленных предприятий. В Московском ЛТИ разработана теория «зачерпывания» пачки бревен вибрационными грейферами и создана серия таких механизмов.

За годы Советской власти бурно развивалась деревообрабатывающая промышленность. Ученые вузов развернули фундаментальные исследования по теории резания древесины и дереворежущих инструментов и станков, по созданию теоретических основ технологии производства пиломатериалов, клееных материалов, плит и изделий из древесины на базе комплексной механизации и автоматизации. Одним из первых крупных вкладов в этой области было создание проф. М. А. Дешевым новой теории резания древесины, изложенной в его учебнике по технологии механической обработки древесины. В дальнейшем в этом направлении успешно развивались работы в Московском и Белорусском лесотехнических институтах, а также в Ленинградской лесотехнической академии, позволившие разработать физическую теорию резания и современные методы расчета и конструирования режущих инструментов и деревообрабатывающих станков.

В МЛТИ выполнены важные работы по систематизации дереворежущего оборудования; в ЛТА — в области ремонта, монтажа и эксплуатации дереворежущего оборудования. Особо следует отметить исследования теоретических основ автоматизации производственных процессов деревообработки, выполненные профессорами Г. П. Быстровым и А. Э. Грубе, и в области лесной промышленности — проф. Г. А. Вильке.

Важный этап в любом технологическом процессе деревообработки — сушка древесины. Научные исследования процессов сушки древесины начаты у нас еще в 20-х годах, а в 30-х годах проф. Н. С. Се-

люгин опубликовал первое в СССР капитальное учебное руководство по сушке древесины. В этом труде обобщены все имевшиеся в то время производственные и научные сведения и даны решения ряда теоретических и технических проблем сушки древесины. Он же впервые в мировой практике предложил и внедрил метод сушки древесины в поле токов высокой частоты.

Крупные исследования в области гидротермической обработки древесины проводятся на протяжении многих лет в Московском лесотехническом институте, где разработаны методы теоретического расчета процессов высыхания, нагревания и пропитки древесины.

Старейшая отрасль промышленного производства — лесопиление. В дореволюционной России по существу не было науки о технологии лесопиления. За годы Советской власти вузами проведены фундаментальные исследования по технологии и организации лесопильного производства. Особенно важны работы по рациональному раскрою древесного сырья и организации поточных линий лесопиления. В теории рационального раскроя пиловочного сырья начало положено советским математиком Х. Х. Фельдманом, опубликовавшим в 1931 г. работу по теории максимальных поставок. В последующем эта теория была дополнена и развита проф. Д. Ф. Шапиро, а затем в этом направлении плодотворно работали ученые Ленинградской лесотехнической академии и Московского лесотехнического института. Их теоретические разработки используются в промышленности при расчетах поставок.

К началу 30-х годов относятся первые научно-исследовательские работы в области технологии производства шпона, фанеры и других клееных материалов из древесины, начатые проф. Е. Г. Кротовым. Им же был выпущен первый учебник по производству фанеры, в котором обстоятельно рассмотрены все основные технологические процессы производства фанеры. Данные проф. Е. Г. Кротова впоследствии были широко использованы при составлении нормативов для промышленности. В дальнейшем лесные вузы совместно с отраслевым институтом (ЦНИИФ) продолжали работу по исследованию и разработке новых приемов и режимов производства фанеры, древесных плит и пластиков.

Значительная научно-исследовательская работа по совершенствованию технологии изготовления древесных пластиков и плит проведена и продолжается в Ленинградской лесотехнической академии, Московском и Уральском лесотехнических, Сибирском и Белорусском технологических и ряде других институтов.

В 30-х годах проф. В. Н. Михайлов явился создателем дисциплины «Технология изделий из древесины» и автором первого капитального учебника. Под его руководством были выполнены фундаментальные исследования, использованные при разработке нормативов припусков на обработку деталей и предварительном нормировании затрат рабочего времени в производстве изделий из древесины. Теоретические и экспериментальные исследования по установлению оптимальных припусков были продолжены его учениками.

Проф. В. Н. Михайлову и проф. Н. Н. Чулицкому, наряду с учеными других вузов, принадлежат значительные заслуги в создании отечественного ГОСТа на допуски и посадки в деревообработке.

В результате теоретических и экспериментальных исследований в Московском лесотехническом институте разработан ряд методов и приборов для контроля шероховатости поверхности древесины, толщины прозрачных лаковых покрытий, блеска покрытий; создан ряд новых материалов для отделки древесины, нашедших применение в промыш-

ленности; подготовлен ГОСТ и нормативы шероховатости поверхности древесины.

Значительные работы в МЛТИ были проведены в области древесиноведения; среди них исследования реологических свойств и напряженного состояния древесины, положенные в основу разработки рациональных режимов камерной сушки.

В БрТИ совместно с ВНИИДревом проводятся исследования по разработке технологии изготовления ДСП с применением сухих порошкообразных связующих.

Химическая переработка древесины — один из важнейших путей лучшего использования лесосырьевых ресурсов.

Основным по объемам химической переработки древесины является целлюлозно-бумажное производство, в развитие технологии которого значительный вклад внесли ученые вузов. Так, под руководством проф. Н. Н. Непенина выполнены классические исследования по сульфитной варке целлюлозы. В ЛТА и Ленинградском технологическом институте целлюлозно-бумажной промышленности (ЛТИ ЦБП) разработана технология получения высококачественной целлюлозы для переработки на корд, вискозный и ацетатный шелк.

На Урале под руководством проф. В. Н. Козлова выполнены и внедрены в производство работы по пиролизу древесины и использованию его продуктов. Эти работы завершены созданием крупного В.-Синячихинского углехимического комбината.

В ЛТА под руководством акад. В. Е. Тищенко впервые в мире был разработан и осуществлен в промышленном масштабе изомеризационный метод получения камфары из α -пинена.

Гидролиз древесины с получением этилового спирта, глюкозы, кормовых дрожжей, триоксиглуторовой кислоты, фурфурола и многоатомных спиртов, а также переработка сульфитных щелоков представляют собой новую отрасль; теория процесса, технология и аппаратура были разработаны под руководством проф. В. И. Шаркова. Обе работы, выполненные под руководством акад. В. Е. Тищенко и проф. В. И. Шаркова, удостоены Государственной премии. Там же проведены большие работы по получению камфары и антиокислителей, по изучению гидродинамических, теплофизических и диффузионных свойств волокнистых суспензий.

Учеными АЛТИ разработан способ получения камеди из лиственницы, проведены исследования смол и смолистости стволового осмола, химии терпенов, пиролиза древесины и химического использования отходов лесопиления, взаимодействия в комплексах фурфурола и ДМСО с крезолами и нитрофенолами и предложены новые клеевые композиции с применением фурфурола. Разработаны различные варианты технологических схем канифольно-экстракционного производства с использованием шнековых прессов для прессования осмольной щепы и интенсификации процесса путем отжима растворителя экстракции канифоли, что позволяет значительно сократить продолжительность последующей экстракции канифоли и расход острого пара на обдувку растворителя.

Большие исследования выполнены учеными Ленинградского технологического института целлюлозно-бумажной промышленности. Наиболее значительные из них следующие:

разработаны новые типы переплетных и декоративно-облицовочных материалов на бумажной основе, с нитро-целлюлозными и водно-красочными покрытиями; методы целенаправленного изменения комплекса физико-механических свойств бумаги-основы путем пропитки

ее различными ингредиентами или при введении их в бумажную массу; результаты работы поэтапно внедрены на Калининградском ЦБК-1;

выяснен химизм разложения варочных растворов; разработан новый способ получения волокнистого полуфабриката, основанный на использовании отработанного щелока от бисульфитной варки; определены оптимальные условия проведения варок целлюлозы и полуцеллюлозы сульфитными способами;

разработана технология получения химической древесной массы методом обработки щепы черным сульфатным щелоком с последующим дефибрированием и размолом на мельницах. Опытные выработки в промышленных условиях на Жидачевском КБК показали явные преимущества этого способа по сравнению с нейтрально-сульфитным способом получения химической древесной массы из балансов;

создана малогабаритная и эффективная аппаратура для процессов фильтрации и промывки целлюлозы. Производительность фильтра жидкостного давления в 8—10 раз выше производительности вакуумфильтров, применяемых в настоящее время в нашей стране и за рубежом;

найден способ получения дисперсий из нефтеполимерных смол — эффективных заменителей канифоли;

получены новые виды бумаги специального назначения (армированные, картографические и др.);

разработаны основные теоретические предпосылки в области реологии бумажных масс, выполнен анализ конструкций сеточных частей и напорных ящиков машин с двухсеточным формованием бумажного полотна, даны рекомендации по наиболее оптимальной схеме двухсеточного формования и оптимальной схеме напуска.

Одна из форм организации исследований — создание проблемных и отраслевых лабораторий во всех основных вузах лесотехнического профиля. В их задачу входит решение важных научно-технических проблем, значительное расширение и углубление тематики выполняемых в вузах исследований. Так, Проблемная лаборатория пирогенных смол (ЛТА) выполнила имеющие большое теоретическое и практическое значение исследования по переработке и рациональному использованию смол термоллиза древесины; разработала схемы получения фенолов, синтетических дубителей, гербицидов депрессаторов, поверхностно-активных веществ и других продуктов.

Теоретические исследования, проведенные в Проблемной лаборатории АЛТИ по химической переработке древесины и использованию отходов сульфатно-целлюлозного производства, позволили найти пути применения лигнина, синтезировать диметилсульфид, диметилсульфоксид, сульфан и ряд других продуктов и использовать отходы целлюлозно-бумажных комбинатов в народном хозяйстве страны. Результаты этих работ имеют кардинальное значение для улучшения охраны окружающей среды от загрязнения отходами сульфатно-целлюлозного производства.

Работы Проблемной лаборатории ЛТА по использованию живых элементов дерева (проф. Ф. Т. Солодкий) способствовали созданию новой отрасли промышленного производства биологически активных веществ, используемых в медицине, парфюмерии, в животноводстве, и новому научному направлению в лесохимии.

Проблемной лабораторией модификации древесины БелТИ разработан способ консервации археологической древесины, проведены

исследования по определению областей использования модифицированной древесины в народном хозяйстве.

Проблемная лаборатория химии целлюлозы и лигнина ЛТА провела крупные исследования по способу кислородно-щелочной отбелки. В другой проблемной лаборатории ЛТА изучена гидролизуемость древесной целлюлозы и гемицеллюлоз и предложены методы повышения реакционной способности целлюлозы. Выполненные исследования явились теоретической основой современного гидролизного производства и внесли существенный вклад в химию природных высокомолекулярных соединений.

Отраслевой лабораторией МЛТИ по проектированию подъемно-транспортного оборудования лесной и деревообрабатывающей промышленности созданы и внедрены в производство новые конструкции грейферов для круглых лесоматериалов. Лабораторией клееных деревянных конструкций ЛТА исследована технологичность несущих и ограждающих конструкций и предложена методика ее оценки. Лаборатория по очистке и рекуперации газопылевых выбросов целлюлозно-бумажных предприятий ЛТИ ЦБП выполнила работу по утилизации токсичных выбросов сульфатно-целлюлозного производства с получением диметилсульфоксида. Результаты работы внедрены на Марийском ЦБК. Отраслевая лаборатория ЛТА по научной организации управления выполняет работы, связанные с научной организацией труда, совершенствованием хозрасчета, прогнозированием темпов роста производительности труда в деревообрабатывающей промышленности.

Материалы, приведенные в данной статье и далеко не полные, говорят о достойном вкладе ученых лесотехнических вузов в развитие лесного хозяйства, лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности. В настоящее время ученые и научные подразделения вузов активно включились в выполнение задач, поставленных XXV съездом КПСС по повышению эффективности и качества научных исследований, дальнейшему совершенствованию форм связи науки с производством и ускорению внедрения научных достижений в народное хозяйство.

УДК 634.0.905.2.004.14

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ СССР

Н. В. ТИМОФЕЕВ

Министр лесной и деревообрабатывающей промышленности СССР

Леса имеют большое и разностороннее значение в жизни человека и общества. Они являются важнейшим компонентом биосферы и в прижизненный период выполняют многочисленные защитные функции, служат местом отдыха населения, регулируют водный баланс территории, предохраняют почву от эрозии и т. д. Даже в нашей относительно многолесной стране значение защитных свойств лесов трудно переоценить. С ростом населения, появлением новых городов, поселков и промышленных предприятий значение защитных функций лесов с каждым годом возрастает.

С другой стороны, леса — база для получения уникального сырья, необходимого для развития важнейших отраслей народного хозяйства, призванных удовлетворять растущие потребности развитого социали-

стического общества в стройматериалах, бумаге, мебели и разнообразных продуктах, получаемых от химической переработки древесины. Несмотря на бурное развитие производства заменителей, мировое потребление древесины имеет тенденцию к увеличению. Следовательно, в обозримой перспективе значение древесины как сырья будет возрастать.

Возникает вопрос: можно ли одновременно обеспечить сохранение природной среды, защитных функций лесов и получение возрастающих объемов древесины для промышленных целей? Размеры и состояние наших лесных ресурсов дают право положительно ответить на этот вопрос.

Уровень лесозаготовок в целом по стране далеко не соответствует потенциальным возможностям наших лесов: ежегодная фактическая рубка по всем видам пользования составляет около 400 млн. м³ при расчетной лесосеке в целом по стране 635 млн. м³ и приросте древесины 835 млн. м³ в год.

Но как бы велики ни были наши лесные богатства, экономное и рациональное их использование становится основой хозяйственной деятельности лесозаготовителей.

Решениями XXV съезда КПСС перед работниками леса поставлена на десятую пятилетку задача обеспечить потребность народного хозяйства в лесоматериалах без существенного увеличения объема лесозаготовок — за счет развития переработки низкокачественной древесины и отходов, а также получения большего количества древесины с каждого гектара, т. е. за счет повышения эффективности использования лесных ресурсов по всем направлениям.

На наш взгляд, понятие эффективного использования лесных ресурсов включает по крайней мере три основных направления. Это, во-первых, рациональное и более полное использование лесосырьевых ресурсов. Во-вторых, комплексное использование древесного сырья, включающее в себя реализацию принципиально новых направлений переработки, обеспечивающих предельно полное использование каждого заготовленного кубометра древесины для выработки полезной продукции. Третье направление — экономия лесоматериалов потребителями и прогрессивная динамика изменения структуры потребления лесоматериалов.

Реализация перечисленных мероприятий обязывает ученых, специалистов лесной промышленности и лесного хозяйства, всех тружеников леса плодотворно решать вопросы по совершенствованию лесопользования, более полному и экономному использованию древесины, а также развитию наиболее эффективных форм лесных предприятий.

По нашему мнению, в организацию лесопользования должен быть положен принцип комплексного использования лесов. Какие бы функции не выполняли леса, где ведется обычное лесное хозяйство, пользование древесиной не должно исключаться из целевой направленности хозяйства. Это основано на том, что прижизненное использование всех полезностей леса и уборка спелой древесины входят в единый лесохозяйственный цикл, в котором заключительная фаза — рубка спелых насаждений — признается всеми как необходимый биологический и хозяйственный акт.

Повышение защитной ценности лесов и их продуктивности неразрывно связано с своевременной заменой насаждений, утрачивающих защитные свойства, более молодыми. Следовательно, задача состоит в том, чтобы на научной основе найти оптимальные сроки выращивания лесов, не допуская как преждевременной рубки насаждений, так и

снижения товарной ценности древесины из-за позднего их использования.

За последние годы много сделано по улучшению географии размещения лесозаготовок и наращиванию их объема в восточных районах. Достаточно сказать, что за два последних пятилетия размер рубки леса в европейской части страны сократился на 10, а за пределами Урала увеличился на 23 млн. м³. Решениями XXV съезда КПСС предусмотрен дальнейший рост лесозаготовок и переработки древесины в районах Сибири и Дальнего Востока.

Вместе с этим вскрытие и использование имеющихся резервов для получения древесины в районах с удовлетворительной сетью дорог, развитыми лесозаготовительными мощностями, находящимися на близком расстоянии от потребителей, имеет важное значение и не снимается с повестки дня. Такими неиспользуемыми резервами следует считать рубки ухода, которые, кроме лесохозяйственного эффекта, дают возможность получить значительное количество древесины.

Анализ структуры лесопользования показывает, что 83% древесины в наших европейских лесах мы получаем по главному пользованию и только 17% за счет рубок ухода и других видов рубок. Большие площади насаждений еще остаются без ухода, в связи с чем не используется большой резерв получения древесины. О значительности этого резерва свидетельствует опыт предприятий Украины, Белоруссии, Латвии, Литвы, Эстонии, Центральнo-Черноземного района РСФСР, где примерно половина всей заготавливаемой древесины приходится на рубки ухода. В настоящее время и в других районах европейской части и Урала промежуточное пользование является существенным источником получения сырья, особенно для лесозаготовительных предприятий, имеющих истощенные лесосырьевые базы.

По мнению ряда ученых, в европейском регионе промежуточное пользование должно быть значительно увеличено. Задача лесохозяйственников и лесозаготовителей состоит в том, чтобы вскрыть эти резервы и поставить их на службу народному хозяйству.

Несмотря на трудности ведения рубок ухода и связанное с ними некоторое снижение технико-экономических показателей предприятий, организация и развитие этих работ позволит в конечном итоге получить значительный народнохозяйственный эффект, влагаемые которого войдут: сохранение действующих мощностей, экономия от перевозок древесины в европейскую часть из Сибири и выращивание высокопродуктивных и высококачественных насаждений.

Многолетний опыт работы лесной промышленности убедительно подтвердил, что деятельность лесозаготовительных предприятий следует строить на долговременной основе и создавать постоянно действующие леспромхозы. Это позволит осуществить концентрацию производства, организовать глубокую переработку древесины и решить социально-бытовые вопросы.

Перевод предприятий в постоянно действующие, разумеется, не может быть осуществлен без коренного улучшения организации лесопользования. Допущенные в прошлом просчеты в определении размера лесопользования привели к созданию, в ряде районов излишних мощностей по заготовке древесины. Несмотря на то, что отпуск леса в прошлом не превышал расчетных лесосек, в настоящее время, в связи с уменьшением нормы пользования, многие предприятия оказались в положении превышающих вновь установленный размер пользования, что вызывает критику их деятельности со стороны органов лесного хозяйства.

Изменение расчетных лесосек продолжается и в настоящее время после проведения лесоустройства и периодического учета лесного фонда. При этом, как правило, наблюдается тенденция к сокращению расчетных лесосек. Такое положение не дает возможности строить работу лесной промышленности с определенной гарантией на долгосрочный период. Размер лесопользования — важнейший лесохозяйственный и экономический показатель, на котором основано не только ведение лесного хозяйства, но и организация лесозаготовок в стране. Поэтому первоочередной задачей специалистов и ученых должна быть разработка научно обоснованных способов расчета размера пользования. Основу правильного ведения лесного хозяйства должно составлять сочетание принципов расширенного воспроизводства лесов и постоянного пользования ими. Исходя из этого, мы считаем, что установленные расчетные лесосеки должны обеспечивать относительно постоянный размер лесопользования, своевременное использование запасов спелого и перестойного леса, а также создавать возрастную структуру лесного фонда с наивысшей продуктивностью, что позволит постепенно увеличивать норму пользования.

Минлеспромом СССР постоянно проводится работа по приведению производственных мощностей в соответствие с имеющимися лесосырьевыми ресурсами, а также улучшению территориального их размещения по отдельным лесхозам. За истекшие два пятилетия внутриобластные перерубы расчетных лесосек были сокращены на 15 млн. м³. Эта работа будет продолжена и в десятой пятилетке.

Важное место отводится комплексному использованию древесного сырья, что вытекает из общей задачи десятой пятилетки, которая получила емкое и точное определение — пятилетка эффективности и качества.

На высокоэффективное использование леса, увеличение выпуска продукции с каждого гектара, с каждого кубометра сырья нацеливает работников леса постановление ЦК КПСС «О работе Министерства лесной и деревообрабатывающей промышленности СССР по повышению эффективности использования древесины в свете требований XXV съезда КПСС». Согласно требованиям и указаниям этого программного документа, работники лесной и деревообрабатывающей промышленности определяют главное направление в своей деятельности на десятую пятилетку. Как и в прошлые годы, главной задачей остается решение проблемы улучшения использования древесины путем выработки эффективных заменителей деловой древесины из низкокачественного сырья.

За текущее пятилетие выработка эффективных заменителей лесоматериалов в стране будет эквивалентна заготовке 260 млн. м³ деловой древесины. Для заготовки деловой древесины в таком объеме потребовалось бы дополнительно вырубить лес на площади более 1,5 млн. га, затратив значительные материальные и трудовые ресурсы.

Лесозаготовители ставят задачу по совершенствованию технологии лесосечных работ, при которой сокращаются или используются лесосечные отходы и порубочные остатки. Здесь уместно отметить опыт карельских леспромхозов, доказавших возможность сбора, транспортировки и переработки лесосечных отходов на технологическую щепу, что позволяет взять с каждого гектара вырубаемой площади дополнительно до 5 м³ древесины.

Уменьшению лесосечных отходов будет способствовать начавшееся в широком масштабе внедрение систем агрегатных лесозаготовительных машин, при помощи которых к концу пятилетки по Мини-

стерству будет выполняться до 35—40% работ в лесу. Предполагается внедрить в производство около 5 тыс. валочно-пакетирующих и валочно-трелевочных машин, свыше 2 тыс. валочных и более 6 тыс. самоходных сучкорезных машин, свыше 7 тыс. бесчokerных трелевочных тракторов.

Лесозаготовительная промышленность еще никогда не знала таких темпов насыщения новой техникой, и задача в том, чтобы новые машины использовать с максимальным эффектом, близким к пределу их технической возможности. Для этого предстоит решить немало проблем и провести научные исследования в области совершенствования технологии работы агрегатных машин и определения оптимальных вариантов эффективного их использования в зависимости от производственных условий и других факторов. Необходимо также разработать новые технологические схемы и методы работы, обеспечивающие успешное лесовосстановление на вырубленных площадях.

Большое внимание уделяется рациональной разделке хлыстов на нижних складах в целях получения дополнительного количества деловой древесины. В настоящее время за счет этого мероприятия предприятия Министерства в целом получают 3—5 млн. м³ деловых сортиментов, или 1,3—2,2%, в то время как передовые леспромхозы увеличивают их выход до 4—5%. Это убедительно свидетельствует о наличии резервов для получения дополнительного количества круглых лесоматериалов из отводимого лесосечного фонда.

Много потенциальных возможностей комплексного использования древесины содержит внедряемая в настоящее время поставка древесины в хлыстах перерабатывающим предприятиям, т. е. во двор потребителя.

Основой комплексного использования древесины с полным правом следует считать производство технологической щепы, так как оно позволяет применять дровяную древесину и отходы лесозаготовок, лесопиления и шпалопиления в качестве исходного сырья для целлюлозно-бумажной промышленности и производства древесных плит. В 1980 г. выпуск щепы для целлюлозно-бумажной промышленности в целом по Министерству достигнет 13,2 млн. м³, т. е. возрастет более чем в 1,7 раза по сравнению с 1975 г.

Многое предстоит сделать и в лесопильно-деревообрабатывающей промышленности по лучшему использованию сырья, сокращению непроизводительных затрат и потерь древесины как на лесозаводах, так и у потребителей. В первую очередь следует безотлагательно осуществить концентрацию лесопильного производства, вместе с тем продолжить работу по специализации лесозаводов по выработке и поставке пиломатериалов определенных толщин и увеличить поставку рассортированных и пакетированных пиломатериалов.

Рациональное использование лесов сдерживается медленным освоением и потреблением лиственной древесины. Ускорить решение этой большой проблемы — одна из самых насущных задач. С каждым годом предприятия Министерства наращивают вывозку лиственной древесины. Сейчас почти четвертая часть вывозимой древесины представлена лиственными сортиментами. Удельный вес лиственных лесоматериалов составляет до 16% в общем объеме распиливаемого сырья. По сравнению с 1970 г. доля лиственной древесины в производстве древесностружечных плит увеличилась почти вдвое, а в производстве древесноволокнистых плит еще более. Однако в целом использование лиственной древесины растет недостаточно. В европейской части и на Урале расчетная лесосека в лиственном хозяйстве не используется на

36 млн. м³. Это связано с недостаточным развитием мощностей по химической переработке, прежде всего, в целлюлозно-бумажной промышленности. Доля потребления лиственной древесины на предприятиях Минбумпрома не превышает 9—10% от всей массы перерабатываемого древесного сырья.

В резком увеличении использования лиственной древесины решающее значение принадлежит третьему направлению — прогрессивной динамике изменения структуры потребления древесины в стране. Для этого потребуются провести большую работу по созданию мощностей в целлюлозно-бумажной и микробиологической промышленности, рассчитанных на потребление только лиственной древесины. Решение этой задачи позволило бы не только улучшить лесопользование, но и получить дополнительные ресурсы древесины в европейской части СССР.

Бережливое, рачительное отношение к лесу, его воспроизводству и рациональному использованию всех полезностей с наибольшей эффективностью обязывает работников леса совершенствовать структуру лесных предприятий.

Многолетний опыт работы карпатских экспериментальных предприятий Минлеспрома СССР и многочисленных предприятий Минлесхоза РСФСР показал, что объединение лесохозяйственных, лесозаготовительных и деревообрабатывающих функций в одном юридическом лице — комплексном лесном предприятии — полностью себя оправдывает. В комплексных лесных предприятиях обеспечивается наиболее правильное и рациональное использование лесных ресурсов, значительное снижение затрат на производственные работы и содержание административно-управленческого аппарата, более правильное и экономное использование материально-технических средств и сырья. Сезонный характер лесохозяйственных и лесозаготовительных работ дает возможность максимально использовать рабочую силу и технику без ущерба для какой-либо стороны хозяйственной деятельности. Только на базе комплексных предприятий, располагающих цехами по переработке древесины, можно развить рубки ухода и рационально использовать получаемую древесину.

Долг лесозаготовителей и лесохозяйственников состоит в том, чтобы с учетом местных особенностей и с одобрения местных органов самым тщательным образом разработать технико-экономические обоснования и предложения по широкому распространению положительного опыта создания комплексных лесных предприятий в различных лесоэкономических зонах страны, как того требует постановление ЦК КПСС.

УДК 634.0.903

ЛЕСНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ БУДУЩЕГО И ВОСПРОИЗВОДСТВО ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ

Т. С. ЛОБОВИКОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Рассматривается понятие «воспроизводство лесных ресурсов», пути его осуществления и связь проблем расширенного воспроизводства с типами предприятий. Обосновывается принцип стадийного развития и трансформации типов предприятий в процессе освоения и эксплуатации лесов.

Потребности человечества в древесине неуклонно возрастают: за 1955—1974 гг. мировой объем лесозаготовок возрос с 1,65 до 2,51 млрд. м³, или на 52%. Отмечается преимущественный рост потребления древесины как промышленного сырья при относительном сокращении расхода ее на топливо и значительном улучшении использования древесных отходов (вторичного сырья). Быстрый рост потребления древесины имеет место в наиболее развитых странах: США, странах Западной Европы, Японии; при этом в США наметился даже рост потребления на душу населения*.

Быстро растет потребление древесного сырья в СССР. Поскольку существуют неиспользуемые или неэффективно используемые ресурсы мелкомерной, листовенной и низкосортной («некондиционной») древесины, рост потребления древесины может происходить и происходит за счет использования этих источников без существенного расширения лесозаготовок.

Такой курс осуществляется в нашей стране последние 15—20 лет и, будучи единственно верным, продолжится и далее. Он обеспечивается неустанной работой по улучшению использования древесины в народном хозяйстве. Для лесных предприятий это означает всемерное развитие производства деловой древесины и деловых полуфабрикатов (щепа, балансы) из дровяной, тонкомерной древесины и отходов. Но ресурсы неиспользуемой некондиционной древесины не бесконечны, и как только они будут исчерпаны, возникнет неизбежная необходимость в новом и крупном расширении рубок леса. В оценке этой перспективы необходимо учитывать, что по уровню производства ряда продуктов из древесного сырья (бумага, картон, фанера) наша страна заметно отстала от других и должна сокращать отставание. К предстоящему увеличению рубок леса необходимо быть готовым. Здесь единственно верный путь — расширенное воспроизводство лесных ресурсов, прежде всего, существенное повышение продуктивности лесов, надежно обеспечивающее необходимые объемы рубок без угрозы истощения ресурсов. Следует ясно сознавать, что, если мы всеми доступными нам средствами не обеспечим должного крупного повышения продуктивности лесов (а предпосылки к нему необходимо создавать уже сейчас, безотлагательно), наша страна уже в недалеком будущем окажется

* Эта тенденция нарушена кризисными явлениями в экономике капиталистических стран с 1972 г.

перед лицом «лесных проблем», гораздо более трудных и острых, чем современные.

Поэтому неоспоримо, что организация «лесных предприятий будущего» и методы их производственной деятельности должны обеспечивать не только рост производительности труда и лучшее использование древесины, но и расширенное воспроизводство лесных ресурсов.

1. Что такое лесные ресурсы и их расширенное воспроизводство?

Нечеткое или неверное толкование этих важных понятий серьезно мешает не только правильным оценкам состояния лесов и совершающихся в них процессов, но также верной постановке задач и выбору путей их решения.

Весьма распространено неправомерно упрощенное представление о лесных ресурсах как совокупности лесопокрываемых (или лесных) площадей, а иногда даже как площади спелых насаждений (древостоев). Совершенно ясно, что равновеликие площади лесов неодинаковой продуктивности означают отнюдь не равные лесные ресурсы. Ясно и то, что площади спелых лесов, как-то характеризуют леса, готовые к рубке сейчас, отнюдь не полно характеризуют ресурсы в плане сколько-нибудь длительной перспективы, в которой они пополняются ресурсами, постепенно поспевающими для рубки. Полагая ресурсами спелые леса, можно сокращение их в результате рубок квалифицировать как уменьшение, ослабление ресурсов, что, конечно, неверно, потому что замена спелых и перестойных лесов, практически не продуцирующих, а иногда и деградирующих, энергично растущими молодняками означает укрепление ресурсов, а не ослабление их.

Проектировщики лесной промышленности традиционно оперируют в оценке лесных ресурсов, главным образом, данными о «ликвидном» запасе спелых древостоев. Это совершенно недостаточно, неправомерно и ориентирует на использование (извлечение) только такого запаса, заслоня важнейшие задачи повышения продуктивности и обеспечения постоянного воспроизводства всех полезностей и всех функций леса.

Лесные ресурсы — не только воспроизводимые, но и поддающиеся улучшению, преумножению усилиями человека. Будучи категорией динамической, они не могут верно характеризоваться статически. Подлинным выражением лесных ресурсов является не собственно лесопокрываемая (или лесная) площадь, а производительная способность лесов в правильно поставленном хозяйстве [6, 7], обеспечивающая возможность получения определенного «потока полезностей» [9] с эксплуатируемых площадей. Площади же, как и накопленные на них запасы, являются лишь предпосылками производительности; запасы спелой древесины — также тот резерв, из которого черпаются ресурсы в процессе их освоения.

Нечеткость определения понятия «лесные ресурсы» в течение многих лет затрудняла правильное определение их расширенного воспроизводства, которое тщетно и неверно пытались усматривать то в расширении площадей, то в увеличении запаса (всего или спелого). Но известно, что оптимальное хозяйствование далеко не всегда требует расширения площадей и не мирится с накоплением запаса спелых сверх необходимого минимума.

Воспроизводство в научном, экономическом понимании есть постоянное возобновление производства и участвующих в нем факторов — производительных сил и производственных отношений. Применительно к лесным ресурсам этот термин может означать только постоянное их

возобновление в единстве процессов пользования лесом и его выращивания. Расширенное воспроизводство лесных ресурсов есть постоянное расширение производительной способности лесов (не только древесины, но и всех иных полезностей и функций леса).

2. Чем достигается расширенное воспроизводство лесных ресурсов?

Оно может достигаться и расширением лесопокрытых площадей, но возможно и без такого расширения, путем повышения продуктивности насаждений.

Главное, первоочередное и наиболее доступное средство повышения продуктивности лесов — правильно организованные рубки. Это особенно верно в отношении нашей страны, где преобладают спелые и перестойные леса, слабо реагирующие или совсем не реагирующие на такие меры, как осушение и удобрение почв. Рубки ухода в молодняках обеспечивают их лучший породный состав, оптимальные условия роста наиболее сильным и надежным деревьям и предотвращают отпад. Промежуточные рубки в средневозрастных насаждениях улучшают структуру древостоев, предотвращают отпад, повышают качество и массу прироста. В спелых и перестойных лесах главные сплошнолесосечные рубки с последующим возобновлением леса культурами из селекционного посевного и посадочного материала обеспечивают замену ныне не продуцирующих, а порой деградирующих древостоев молодыми, накапливающими запасы.

Форсированная рубка спелых и перестойных лесов не означает истощения ресурсов; наоборот, замена лесов со сбалансированным приростом и отпадом молодыми, быстро растущими способствует повышению продуктивности и оказывается лесоводственно-прогрессивным мероприятием. Однако если производятся только сплошные рубки, неизбежен длительный разрыв во времени между рубкой и созреванием новых древостоев, имеющий отрицательные последствия.

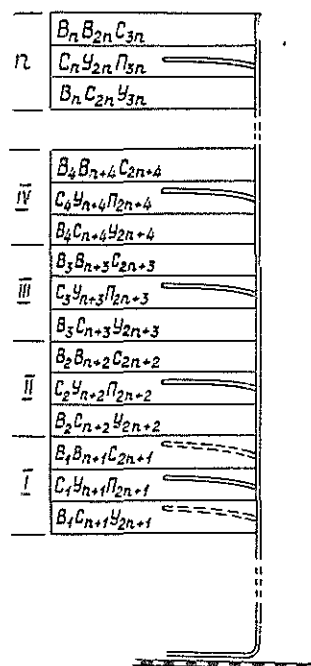
В противовес сплошным, рубки выборочные, или длительно-постепенные, в ходе которых удаляется (полностью или частично) перестойная или большая, ослабленная часть древостоев, обеспечивают созревание остающейся на корню массы древесины в сроки гораздо более короткие, вполне соизмеримые и согласуемые с длительностью форсированного освоения спелых. Такие рубки могут дать огромные количества древесины за счет спелой части древостоев, в то же время после них останутся омоложенные продуцирующие леса. Разумеется, не везде допустимы несплошные рубки без угрозы гибели остающейся части древостоя. Но думается, что в большинстве разновозрастных и ступенчато-разновозрастных лесов такие рубки осуществимы при условии, если интенсивность выборки деревьев при рубке согласуется с характеристиками насаждений и сроками повторной рубки.

Одна из важных причин недостаточного развития рубок ухода за лесом — их неэкономичность в случаях, когда они исполняются изолированно, вне должной временной, технологической и организационной связей с основной деятельностью лесозаготовок. Но они могут стать вполне экономичными, если будут осуществляться в комплексе с основной лесозаготовительной деятельностью. Необходимо сделать правилом, что лесозаготовители, входя со своими средствами производства в какой-то лесной массив, годичный сектор лесосечного фонда, квартал, должны:

а) провести несплошные рубки в тех лесосеках, где они возможны по характеру леса;

Рис. 1. Принципиальная схема чередования сплошных, выборочных, проходных рубок и ухода за молодняками.

I, II, III, IV, ..., n — номера годовых секторов; C_1, C_2, \dots, C_n — участки сплошной рубки 1-го, 2-го, ..., n -го года; B_1, B_2, \dots, B_n — участки выборочной рубки 1-го, 2-го, ..., n -го года; $П_1, П_2, \dots, П_n$ — участки проходных рубок 1-го, 2-го, ..., n -го года; $У_1, У_2, \dots, У_n$ — участки рубок ухода за молодняками 1-го, 2-го, ..., n -го года.



б) подвергнуть сплошным главным рубкам все лесосеки, в которых нельзя применить выборочные рубки;

в) произвести рубки ухода во всех молодых и средневозрастных лесах, близрасположенных к лесосекам главной рубки; получаемая при этом древесина (лесоматериалы, щепы) должна вливаться уже на верхних складах в общий поток производимой лесопроductии (рис. 1).

Такое сочетание главных сплошных и несплошных рубок с рубками ухода за лесом получает в наши дни определенное комплексное распространение.

Безусловным требованием должно стать гарантированное скорое и высококачественное возобновление леса после рубки. Именно в этом своем главном содержании принцип постоянства пользования лесом* становится руководящим и с каждым днем все более значимым в советском лесном хозяйстве.

Естественное возобновление представляет ценнейшую способность лесов как элемента природной среды и источника ресурсов для человека и общества. Но, в предвидении грядущих ситуаций, оно приемлемо для нас только в тех случаях и в той мере, в каких гарантируется возникновение высокопродуктивных лесов. В таких случаях необходимо надлежащее содействие естественному возобновлению. Однако во всех других случаях должно осуществляться искусственное облесение вырубок генетически полноценным посадочным (посевным) материалом в оптимальных соотношениях и дислокации древесных пород. Должны получить развитие культуры под пологом леса на не-

* «В чем же состоит постоянство пользования? Первый ответ, который дают лесоводы... есть указание... что рубка и возобновление должны быть синонимами...; надо как рубить, чтобы уже во время рубки или в крайних случаях немедленно после рубки выросал бы вновь лес» (Г. Ф. Морозов. Учение о лесе. — В кн.: Избранные труды, Т. I. М., «Лесная промышленность», 1970, с. 105—106).

сплошных вырубках, направленные на получение насаждений оптимальных полнот и структур и повышение их устойчивости. Такие культуры должны быть созданы и в низкополнотных насаждениях, редицах, древостоях с подростом, поврежденным или уничтоженным пожарами.

3. Постоянно действующие или кочующие предприятия?

В ряде предыдущих публикаций [4, 5, 7, 8] мы доказывали, что характерная для лесной промышленности постепенность проникновения из давно освоенных районов в глубинные лесные массивы — явление объективно обусловленное и вполне закономерное.

Если во вновь осваиваемых лесах решительно преобладают спелые и перестойные древостои, то отмеченная постепенность проникновения порождает и необходимость, и возможность форсированного освоения резервов спелой и перестойной древесины, как только оказывается возможным создать соответствующие производственные мощности по заготовке и транспортированию лесопроизводства.

Практика проектирования лесозаготовительных предприятий в 1930—1940-х годах, остро ощущавшая отмеченную экономическую необходимость, ориентировалась на 15—25-летние периоды вырубки спелых древостоев в сырьевых базах предприятий. В реальной действительности лесовозные дороги функционировали 20—35 лет. Нередко форсированные рубки продолжались до полного исчерпания ресурсов спелого леса с последующей ликвидацией лесопунктов, а иногда и лесопромыслов как промышленных предприятий, на месте которых оставались, однако, лесхозы или лесничества. Естественно, что взамен ликвидированных лесопунктов лесная промышленность создавала новые производственные мощности в других массивах. Невозможно отрицать, что при ограниченных экономических возможностях того времени полная вырубка резервов спелого леса была необходима во многих случаях. Однако нередко наблюдалось уменьшение производственных мощностей и частичное свертывание рубок раньше, чем вырубались последние спелые древостои, с продолжением деятельности предприятий при новых, сниженных уровнях объема производства в новых конвертированных формах.

Но в конце 1940-х — начале 1950-х годов рядом специалистов практика форсированного освоения избытков перестойного леса была резко «осуждена» как, якобы, неправильная [1]; была выдвинута идея «постоянно действующих» предприятий, под которыми понимались предприятия с неснижаемым равномерным или равномерно возрастающим объемом рубок леса в течение неограниченно длительного времени [2]. На этих началах предполагалось проектировать новые предприятия, а в действующих рекомендовалось свернуть лесозаготовки до уровня, обеспечивающего в дальнейшем неснижаемые объемы лесозаготовок. Указанные критика и предложения аргументировались как экономическими соображениями, так и лесоводственным «принципом постоянства пользования». В качестве экономических аргументов фигурировали [3]:

необходимость «повторных» капитальных затрат, связанных с перебазируанием производственных мощностей; при этом упускалось из виду, что основные фонды в процессе амортизации совершают оборот и воспроизводятся каждые 7—10 лет, что строительство новых мощностей за счет амортизационного фонда не означает дополнительного отвлечения вложений из народного хозяйства; упускалось из виду и то, что свертывание лесозаготовок во избежание перебазирувания в будущем требует перебазирувания уже сейчас;

«потери на недоамортизации фондов» при ликвидации предприятий; при этом процесс амортизации экономически неверно отождествляется с процессом технического износа сооружений; упускается из виду, что сооружение, возведенное для освоения какого-то объема ресурса и освоившее его, полностью амортизируется, хотя и остается в технически исправном состоянии (например, шахтный ствол и т. п.);

потери кадров при перебазировании предприятий; при этом упускалось из виду, что некоторая действительная потеря кадров лесной промышленностью никогда не была потерей их для народного хозяйства, что разумными мерами такая утрата кадров могла быть сведена к минимуму и наконец то, что требование свертывания производства во избежание грядущих потерь кадров означало их потерю уже сейчас.

В то же время подобные предложения полностью игнорировали те экономические выгоды, которые сопровождали форсированное освоение спелых лесов как в виде эффекта большей концентрации производства, так и в виде экономии капитальных затрат на освоение необжитых пространств.

«Принцип постоянства пользования лесом» в аргументации за «постоянно действующие предприятия» в качестве всеобщей формы попросту извращался. Все классики лесоводства и лесоустройства видели в нем прежде всего принцип постоянного использования лесных земель для выращивания производительных насаждений (К. Гайер, Пресслер, Юдейх, А. Ф. Рудзкий, Г. Ф. Морозов, М. М. Орлов). Равномерность же рубок они связывали с наличием равномерной возрастной структуры лесов, прямо указывая, что «избыток запаса представляет собою мертвый капитал, который... следует скорее реализовать» (К. Гайер), что «в даче с большим избытком старого запаса наименьшие потери получатся при скорой вырубке избытков» (А. Рудзкий [11]), что «вырубая... отмирающий лес в каких угодно размерах нельзя заслужить упрека в истощительности и нарушить принцип постоянства» (М. М. Орлов [10]). Жизнь не приняла предприятий с неснижаемым объемом рубок ни в одном из тех случаев, когда в осваиваемых массивах преобладали спелые и перестойные древостои, даже если предприятия строились по проектам на такой основе (например, леспромхозы Братского лесопромышленного комплекса); она внесла свои коррективы, форсировав развитие одних и задержав другие. И в этом сказалось объективное требование реального экономического процесса.

В реальной действительности подавляющее большинство предприятий являются постоянно действующими в том единственно верном смысле, что они постоянно используют лесные земли для выращивания продуктивных лесов, что, раз вступив в осваиваемые леса, они уже никогда не прекратят в них своей хозяйственной деятельности, хотя и в разных формах, объемах, пропорциях. И все предприятия представляют собою стадийно изменяющиеся системы, трансформирующиеся из одного типа в другой [7]. Начиная с форсированного освоения избытков спелых лесов, они вступают затем в период конверсии от экстенсивных форм к интенсивным, характеризуемым более или менее значительным снижением объемов лесозаготовок при одновременном существенном увеличении лесохозяйственных (лесовосстановительных) работ, а затем, уже при отсутствии избытков спелых, переходят на интенсивные методы хозяйства, со строгим соответствием объема рубок постепенно возрастающей продуктивности лесов. Только с этой фазы развития становится реально (и единственно) возможным неснижаемый в дальнейшем объем рубок, т. е. та особенность организа-

ции, которая присуща постоянно действующим предприятиям в бытующем понимании этого термина.

Таким образом, перевод предприятий на режим постоянного действия (в указанном смысле слова) вполне правомерен для каждого предприятия после того, как реализованы (освоены) избытки спелого леса; больше того, на этой стадии такой перевод является единственно целесообразным шагом.

С течением времени все большее число предприятий будет достигать этой фазы своего развития, расширится зона преимущественного распространения этого типа предприятий (с неснижаемым объемом рубок); но общей и даже наиболее распространенной формой такие предприятия могут оказаться лишь в очень отдаленном будущем.

4. Комплексные или специальные предприятия?

Социалистической организации производства в принципе свойственна тенденция комплексности. Только в социалистической экономике теоретически возможно полное осуществление комплексной организации производства. Однако, как и любой экономический закон, закон комплексности «не так прост и абсолютен» и действует далеко не однозначно. Это имеет прямое отношение к лесному хозяйству и лесной промышленности.

В лесном хозяйстве явно различимы две группы функций — производственные и управление государственным лесным фондом от лица государства и в его интересах, которые нередко не полностью совпадают с текущими хозяйственными интересами предприятий.

Представляются неоспоримыми многие преимущества и стимулы соединения в одном предприятии производственных функций лесного хозяйства и лесопромышленной деятельности: лучшее использование техники, кадров, технологическое взаимодействие производственных процессов и др. Имеется множество сторонников идеи комплексных предприятий (соединяющих лесную промышленность и лесное хозяйство), но много и противников, видящих основание своих взглядов в неудачах, имевших место в прошлых экспериментах (весьма широких и длительных).

Нужно различать желательность комплексной организации и степень ее необходимости, а также учитывать степень опасности неблагоприятных сопутствующих явлений. Если желательность и необходимость существенны, а опасность неблагоприятных явлений невелика — комплексная организация предпочтительна. Если же необходимость комплексной организации не настоятельна, а сопутствующие неблагоприятные явления вероятны и существенны — от нее следует, видимо, воздерживаться. В принципе такая постановка кажется неоспоримо правильной; задача состоит в том, чтобы установить, где есть те или иные комбинации указанных условий, а где их нет.

По-видимому, вполне целесообразно объединение в одном предприятии таких производственных функций лесного хозяйства и лесной промышленности, которые могут успешно выполняться едиными кадрами и однородной (однотипной) техникой, например тяговыми, транспортными, грузоподъемными машинами; но не безусловна целесообразность соединения, если функции (работы) существенно различны по специализации кадров, применяемой технике, по целям и ограничениям. С этой точки зрения с основной лесозаготовительной деятельностью целесообразно объединить рубки ухода за лесом, лесокультурные и мелиоративные работы (кроме, может быть, крупных и капитальных), дорожное строительство, переработку древесины. Но может быть не-

целесообразным соединением с ними питомнического и семенного хозяйства, охотничьего хозяйства и звероводства, которые лучше вести специализированно.

При соединении в одном предприятии различных производств, особенно лесопромышленных с лесоводственными, чрезвычайно важно обеспечить равноэффективную и равностимулирующую экономическую их организацию. При несоблюдении этого условия возникают серьезные опасности подавления одного вида деятельности другою. Именно этими обстоятельствами объясняются неудачные результаты соединения лесного хозяйства с лесной промышленностью в прошлом и многие неприятные факты такого рода в современной практике комплексных предприятий. Равноэффективная экономическая организация, очевидно, достигается при переводе лесохозяйственного производства со сметной формы финансирования на хозрасчетную (но с сохранением госбюджета в качестве источника финансирования подобно тому, как это имеет место в капитальном строительстве). При этом условии организация комплексных лесных предприятий может оказаться лучшей формой в большинстве случаев.

Но при такой организации предприятий представляется необходимым отделение от них функций управления государственным лесным фондом и организации государственного контроля за деятельностью хозрасчетных предприятий в лесу.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Анучин Н. П., Лопухов Е. И. Об основах лесоустройства. — «Лес», 1946, № 5/6. [2]. Бобылев Б., Мазуренко А. Лесной промышленности — предприятия нового типа. — «Лесная промышленность», 1958, № 4. [3]. Гурьев В. В., Махновецкий С. И., Ссорин В. А. Основы и пути организации постоянно действующих лесозаготовительных предприятий. М., «Лесная промышленность», 1964, 288 с. [4]. Лобовиков Т. С. Вопросы развития типов лесозаготовительных предприятий. — «Труды ЛТА», 1959, № 88. [5]. Лобовиков Т. С. Перспективы создания постоянно действующих лесных предприятий. — Труды сессии УФ АН СССР. Пермь, 1961. [6]. Лобовиков Т. С. О размере лесопользования на Севере. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1969, № 5. [7]. Лобовиков Т. С. Общая концентрация развития форм лесного хозяйства и лесной промышленности. — В сб.: Лесное хозяйство и лесная промышленность СССР к VII Международному лесному конгрессу. М., «Лесная промышленность», 1972, 478 с. [8]. Лобовиков Т. С. О лесных предприятиях будущего. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1977, № 3. [9]. Моисеев Н. А. Основы прогнозирования использования и воспроизводства лесных ресурсов. М., «Лесная промышленность», 1974, 223 с. [10]. Орлов М. М. Очередные вопросы лесоустройства. Л.—М., 1931. [11]. Рудзкий А. Ф. Краткий очерк истории лесоустройства. 1899.

УДК 634.0.31(23.0)

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС НА ЛЕСОЗАГОТОВКАХ И ОХРАНА ПРИРОДЫ В ГОРНЫХ ЛЕСАХ СССР

Н. М. ГОРШЕНИН, Н. М. БЕЛАЯ

Львовский лесотехнический институт

Особая экологическая роль горных лесов обуславливает необходимость создания принципиально новой техники, основанной на сочетании подвесных канатных систем с воздухоплавательными аппаратами.

Современные темпы научно-технического прогресса сопровождаются возрастающими масштабами и глубиной воздействия человека на исторически сложившееся в длительном процессе эволюции равновесие природных экологических систем. Экологические системы горных

регионов особенно сложны по взаимообусловленности слагающих компонентов косной и живой природы и по воздействию их на народное хозяйство сопредельных равнинных районов.

Горные леса в значительной мере сдерживают, стабилизируют процесс деградации и нарушения отдельных компонентов экологических систем, таких как растительный и животный мир, водный режим, эрозия почв и т. п., и определяют условия динамического равновесия окружающей природной среды. В этом их многофункциональное, государственное значение.

Отсюда возникает необходимость замены понятия лесопользования, как пользования только древесиной, новым понятием — комплексного непрерывного пользования лесом и всеми его сырьевыми ресурсами и социальными свойствами: защитными, водо- и климаторегулирующими, средообразующими, рекреационными и др.

На этом основании задачи рационального использования и охраны горных лесов должны рассматриваться также комплексно, по многим направлениям. Определяющую роль в их решении играют «Основы лесного законодательства СССР и союзных республик» [4], разработанные с учетом достижений науки, отечественного и зарубежного опыта, и постановление «О мерах по дальнейшему улучшению охраны лесов и рациональному использованию лесных ресурсов» [3]. Эти важнейшие документы, утвержденные VI сессией Верховного Совета СССР 9-го созыва, находятся в полном соответствии с проектом новой Конституции, в которой впервые принимает характер конституционного требование беречь природу, охранять и приумножать ее богатства.

В СССР горные леса занимают площадь более 348 млн. га, или около 30% всех лесных угодий. В них сосредоточено свыше 25 млрд. м³ древесины ценных пород, таких как дуб, бук, лиственница, ель, кедр и др., причем около 70% из них представлено спелыми и перестойными древостоями [6].

Объем лесозаготовок в горных районах составляет 40 млн. м³ в год и может быть значительно увеличен присоединением резервных лесов, не вовлеченных еще в эксплуатацию вследствие их удаленности от транспортных путей, и благодаря прогрессу в области техники и технологии горных лесоразработок. В частности, в ближайшие годы, с завершением строительства БАМа будут готовы к интенсивной эксплуатации примыкающие к магистрали обширные многолесные горные районы Сибири.

Организация непрерывного лесопользования и лесовосстановления в горных лесах значительно сложнее, чем в равнинных. Решение проблемы освоения горных лесов путем их интенсивной эксплуатации и обеспечения наивысшей производительности труда с сохранением и приумножением всех их защитных функций, возможно лишь при рациональном сочетании прогрессивных способов рубок с оптимальными средствами механизации лесосечного транспорта, приспособленными к биологии лесов и закономерностям их воспроизводства. Решаться эта задача должна совместными усилиями лесоводов и лесозаготовителей.

Практика эксплуатации горных лесов в СССР и за рубежом и научные исследования, проведенные в этой области, показали, что наиболее рациональным и перспективным средством механизации первичного лесотранспорта в горных районах, проверенным на практике, в настоящее время являются подвесные канатные системы.

В сравнении с наземными средствами трелевки подвесные лесотранспортные установки в большей степени удовлетворяют требова-

ниям лесного хозяйства в части сохранения почвенного покрова и подраста, соответствуют современному уровню индустриализации лесозаготовительного производства, а при сложном горном рельефе являются единственно возможным средством доставки древесины.

Однако, несмотря на то, что эффективность канатного транспорта леса не вызывает сомнений, использование подвесных систем на лесозаготовительных предприятиях Карпат и Северного Кавказа — наиболее освоенных южных горных районов — сокращается. Объясняется это в основном отсутствием соответствующих типов канатных установок, приспособленных к установленным объемам лесопользования. Высокопроизводительные подвесные канатные установки типа УК-1-3Т и УК-1-6Т оказались экономически не выгодными для объемов работ ниже 2—3 тыс. м³. Кроме того, количество выпускаемых установок типа УК-1-3А и ЛЛ-24, получивших признание производства, не удовлетворяет спроса. Важно и то, что подвесные установки не изготавливаются серийно, а выпускаются в небольшом количестве мастерскими Кавказского филиала ЦНИИМЭ и поэтому стоят дорого.

В силу необходимости соответственно увеличивается фронт работы трелевочных тракторов, использование которых на горных склонах выше 15° не отвечает общим природоохранным требованиям.

В таких условиях в Украинских Карпатах из общего объема лесосечного фонда по главному пользованию тракторами осваивается от 40 до 90%, гужевым транспортом — от 5 до 30% и канатными установками только 10—40%, причем тракторная трелевка применяется и на склонах, превышающих 25—30°.

Если оценивать экономическую эффективность лесозаготовительной техники с позиций сегодняшнего дня, то показателей производительности и затрат явно недостаточно. Необходимо учитывать, как применение этой техники влияет на природу леса и как это отразится в будущем на условиях и производительности труда в других связанных с лесом сферах производства: сельском и водном хозяйстве, энергетике и др.

Известно, что при тракторной и наземной лебедочной трелевке на сплошных вырубках сносится и смывается 150—500 м³ почвы с 1 га. Следовательно, при ликвидном запасе на 1 га 300 м³ на каждый заготовленный кубометр древесины приходится до 1 м³ потерь почвы. Даже при современном уровне науки и техники в таких объемах почву нельзя заменить ничем иным, а для создания слоя почвы в 18 см на твердой материнской горной породе требуется работа косной и живой природы в течение 1400 лет. На смытой почве обезлесенных склонов гор Средней Азии, только через 25—30 лет после устройства террас и посадки древесных и плодовых пород содержание гумуса в верхнем слое достигает 0,5—1% [1]. С другой стороны, по данным А. М. Правдина, каждые 100 га горных лесов Азербайджанской ССР, в среднем, переводят в грунтовый сток 80 тыс. м³ осадков. Повышение в горных лесах республики доли грунтового стока всего на 1% равноценно поступлению объема воды, достаточного для орошения дополнительно 700 га хлопковых полей. Кроме того, леса являются самой мощной природной фабрикой обогащения атмосферы кислородом. В ФРГ рассчитали, что каждый гектар растущего леса дает в год доходов 2000 марок (около 600 р.) за счет экономии на лечении, увеличения работоспособности и повышения производительности труда. Доход от рекреаций в ФРГ в 20 раз, а в Японии в 50 раз превышает доход от реализации древесины [2]. Поэтому экономия средств при использовании высокопроизводительных механизмов, мало приспособленных к

природоохранным требованиям, в перспективе намного перекрывается убытками от развития эрозии почв, селевых потоков, наводнений и пр.

Очевидно, в возникших условиях технический прогресс в области лесозаготовок и охраны леса в горных районах должен развиваться в следующих направлениях:

1) созданием более широкого диапазона типов подвесных канатных систем, легких, дешевых и приспособленных для всего многообразия возможных способов рубок и объемов работ, применительно к различным горным районам;

2) совершенствованием существующих способов и правил рубок, с учетом широкого применения подвесных лесотранспортных установок, а в перспективе, на базе принципиально новой воздухоплавательной техники в сочетании с канатными системами. При этом следует предусмотреть условия, допускающие создание лесосек с такими объемами древесины, при которых было бы эффективным применение высокопроизводительных канатных установок большой грузоподъемности.

Оба эти направления равноценны по их значению, органически связаны между собой и должны рассматриваться совместно, с широким экономическим анализом всех компонентов, соответственно географическим и экономическим особенностям отдельных горных районов.

Рассмотрим состояние подготовленности лесной промышленности и лесного хозяйства к осуществлению научно-технического прогресса в указанных направлениях.

За последние годы в СССР и за рубежом создано много различных модификаций канатных лесотранспортных систем и накоплен значительный опыт их эксплуатации, однако проблема совершенствования канатного транспорта леса и повышения его эффективности продолжает оставаться актуальной и перспективной.

В утвержденных XXV съездом КПСС «Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы», в числе важнейших задач, стоящих перед транспортом, записано: «Шире внедрять непрерывные виды транспорта... в том числе пневмоконтейнерный и канатно-подвесной». Важность и актуальность поставленной задачи, особенно в отношении канатно-подвесного транспорта, трудно переоценить [5].

В такой постановке задача рассматривается и применительно к лесной промышленности.

Львовский лесотехнический институт занимается проблемой совершенствования канатного транспорта леса со времени создания первых подвесных установок в Карпатах в 1955—1957 гг. Многолетние исследования позволили установить и научно обосновать наличие больших реальных резервов в совершенствовании таких канатных систем. Оказалось, что рядом простых конструктивных мер при проектировании подвесных лесотранспортных установок можно уменьшить вес и металлоемкость канатной оснастки на 25—30% и при этом увеличить сроки службы главного элемента оснастки — несущих канатов в 2—3 раза.

Обобщение результатов исследований позволило разработать ряд практических рекомендаций, сформулированных в виде «Технических условий использования канатов подвесных лесотранспортных установок и повышения сроков их службы», переданных в 1975 г. (в первой редакции) на производство для апробации [7].

Главным в рекомендациях института является научное обоснование возможности и целесообразности снижения запасов прочности несущих канатов до 1,7—1,8, против рекомендуемых для временных уста-

новок 2,5—3,0. при сохранении высокой степени надежности их работы. Уменьшение размеров и веса канатов позволит соответственно уменьшить размеры и вес всех других сопрягаемых с ними конструктивных узлов, облегчит труд и повысит производительность на монтажных и демонтажных работах. Выбор оптимальных запасов прочности несущих канатов — ключевая задача совершенствования подвесных канатных дорог и поэтому привлекает особое внимание ученых всех стран. Так, исследовательская группа механизации лесных работ Европейской Экономической Комиссии на своих заседаниях несколько раз рассматривала этот вопрос. В результате опроса заинтересованных стран оказалось, что величины запаса прочности несущих канатов на лесотранспортных установках колеблются в больших пределах — от 2 до 8, но научного обоснования для выбора соответствующих запасов прочности эти страны не имеют. Рекомендации, разработанные институтом, могут служить научным обоснованием для создания серии новых, облегченных и дешевых конструкций подвесных лесотранспортных систем с высокой степенью надежности, пригодных для всего многообразия условий лесозаготовки и соответствующих высоким современным требованиям техники и технологии лесозаготовки в горных условиях.

В области лесопользования рекомендуемые системы и способы рубок в горных лесах должны строго согласоваться с режимами лесопользования каждого региона.

В этой связи следует уточнить разделение горных лесов с преимущественно защитными функциями и эксплуатационными, определив степень интенсивности их разработки.

Системы и способы рубок в горных лесах призваны обеспечить одновременное выполнение двух задач: повышение комплексной продуктивности лесов, непрерывность пользования всей их продукцией и многообразными полезными функциями; повышение производительности труда на основе механизации, а в дальнейшем и автоматизации производственных процессов.

Прежние системы рубок: добровольно-выборочные, группово-выборочные и равномерно-постепенные в определенных условиях обеспечивали лишь первое требование, когда использовался ручной труд и конный транспорт при недостатке рабочей силы. Современных требований эти способы рубок не удовлетворяют. В условиях научно-технического прогресса возникла острая необходимость так совершенствовать технологию рубок, чтобы можно было механизировать производственные процессы и применять на лесосечных и транспортных операциях новую технику, не нарушающую природу лесов и их защитные функции и способствующую повышению производительности труда и снижению себестоимости заготавливаемой продукции.

В горных условиях, на относительно крутых склонах выше 15—20°, наиболее перспективными средствами механизации транспорта являются канатные подвесные системы в сочетании с достаточно густой сетью постоянных лесных грунтовых дорог. На крутых склонах более 35°, в недоступных многолесных районах, в будущем более перспективным будет воздушный транспорт леса в сочетании с канатными системами.

В Львовском лесотехническом институте с 1957 г. систематически изучается производственный опыт применения разных способов и технологий рубок и их влияние на сток и эрозию почв. Эти исследования показали крайне отрицательные последствия сплошных рубок на больших площадях при наземной трелевке. Такая лесозаготовка

приводит к частым и разрушительным наводнениям и эрозии почвы, кроме того, при таких рубках нерационально используется лесосечный фонд, так как вместе с небольшим количеством спелых деревьев вырубается много стволов, не достигших возраста спелости и только начинающих давать усиленный прирост древесины. После сплошной рубки горные склоны на длительный период лишаются защитного слоя, так как лесные культуры на смытых почвах долго не смыкаются и начинают выполнять защитные функции лишь через 15—20 лет и более.

В результате многолетних исследований в ЛЛТИ разработаны и испытаны в производственных условиях механизированные котловинные рубки на базе канатных подвесных установок в смешанных лесах на склонах 16—33°, которые обеспечивают возможность механизации лесосечных и транспортных операций и повышают производительность труда на 10—15% по сравнению с равномерно-постепенными рубками. При этом происходит успешное естественное лесовозобновление без смены пород и сохраняются защитные, средообразующие и иные полезные свойства леса.

Очевидно, от концентрированных сплошных рубок в горных лесах с нерациональными наземными способами трелевки древесины следует отказаться. В южных горных районах интенсивного лесного хозяйства наиболее соответствующими биологии леса и сохранению его экологической и средообразующей роли являются: в смешанных разновозрастных лесах — добровольно-выборочные и комплексные рубки, в относительно разновозрастных и условно одновозрастных — котловинные и группово-выборочные рубки, в одновозрастных лесах на более пологих склонах — равномерно-постепенные рубки.

Эксплуатация таежных горных лесов Сибири и Дальнего Востока в широких масштабах только начинается, при этом преимущественно используется лесозаготовительная техника, разработанная для равнинных условий (тяжелые гусеничные тракторы и агрегаты, разрушающие почву, повреждающие подрост и растущие деревья). Между тем эти леса представлены в основном (60—80%) разновозрастными, часто смешанными древостоями.

Учитывая особую экологическую роль горных таежных лесов и возрастающие темпы их эксплуатации, можно утверждать, что для их освоения необходимо разработать принципиально новую технику, основанную на сочетании подвесных канатных систем с воздухоплавательными аппаратами и соответствующую рельефу, биологическим особенностям древесных пород, характеру лесовозобновления. Способы рубок для этих лесов разработаны рядом научных учреждений (Институтом леса и древесины СО АН СССР, ВНИИЛМом и др.). Разновозрастные и особенно смешанные леса в наибольшей степени регулируют сток, благоприятно влияют на плодородие почвы, являются наиболее биологически устойчивыми, создают условия для размножения и сохранения более разнообразной фауны и флоры. Вместе с тем разновозрастные леса требуют более сложной организации лесопользования. В них в большинстве случаев целесообразно производить несплошные рубки различной интенсивности с применением соответствующей лесозаготовительной техники. При выборочных и длительно-постепенных рубках, учитывая их огромное климаторегулирующее значение, необходимо широко применять подвесные канатные установки на склонах круче 15°. На склонах менее 15° можно применять тракторную трелевку и валочно-трелевочные бесчokerные машины, а также самоходные канатные установки.

Для рационального комплексного освоения горных территорий и, в частности, лесных ресурсов возникает необходимость разработки для целых горных регионов долгосрочных согласованных межотраслевых планов, которые позволят сочетать интересы отдельных отраслей и ведомств с общегосударственными, народнохозяйственными задачами, существенно не нарушая при этом экологического равновесия в природе.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Горшенин Н. М. Эрозия горных лесных почв и борьба с ней. М., «Лесная промышленность», 1974. [2]. Мартус М. Лес и человек. М., «Лесная промышленность», 1977, с. 31. [3]. О мерах по дальнейшему улучшению охраны лесов и рациональному использованию лесных ресурсов. Постановление Верховного Совета СССР, Москва, Кремль, 17 июня 1977. [4]. Основы лесного законодательства Союза ССР и Союзных республик. — «Известия», 1977, 19 июня. [5]. Парящие вагоны. — «Правда», 1976, 30 августа. [6]. Решение секции лесозаготовки и сплава Научного Совета Государственного Комитета Совета Министров СССР по науке и технике по проблеме «Комплексное использование и воспроизводство древесного сырья», по вопросу «Состояние и перспективы развития техники и технологии лесозаготовки в горных районах страны». М., 28 мая 1976 г. [7]. Технические условия использования канатов подвесных лесотранспортных установок и повышения сроков их службы. Львов, Львовский лесотехнический институт, 1975.

УДК 634.0.792+674

ЛЕСНАЯ И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ СССР ЗА 60 ЛЕТ СОВЕТСКОЙ ВЛАСТИ

И. С. ПРОХОРЧУК

Ленинградская лесотехническая академия

Прослеживается развитие отрасли по этапам за 1917—1977 гг.

Со времени Великой Октябрьской социалистической революции неузнаваемо изменилось народное хозяйство нашей страны. «Несмотря на то, что из 60 лет существования Советского государства около двух десятилетий выпало на годы войн, навязанных нашему народу, и последующее восстановление хозяйства, в 1976 году национальный доход страны увеличился по сравнению с дореволюционным уровнем в 65 раз. Ныне за два с половиной дня промышленность производит столько же продукции, сколько ее производилось за весь 1913 год» [3, с. 5].

За годы Советской власти изменилась в корне также лесная и деревообрабатывающая промышленность. Из отсталой и малоразвитой в дореволюционной России она превратилась в крупную отрасль социалистического хозяйства, оснащенную современной передовой техникой.

В дореволюционной России четыре пятых продукции деревообрабатывающей промышленности составляли пиломатериалы. Производство фанеры, мебели, строительных деталей и других изделий деревообработки было развито слабо.

В лесозаготовительной промышленности безраздельно господствовал ручной труд. «Лесопромышленность, — писал В. И. Ленин, — оз-

начает самое примитивное состояние техники, эксплуатирующей первобытными способами природные богатства...» [1].

За годы первой мировой войны, иностранной военной интервенции и гражданской войны технико-экономический уровень лесопромышленности еще больше снизился. В 1920 г., например, выработка пиломатериалов составляла только 1,5 млн. м³ против 11,9 млн. м³ в 1913 г. [9, с. 13]. Понадобилось много усилий и труда, чтобы восстановить довоенный уровень промышленности.

В 1926 г. советская деревообрабатывающая промышленность закончила процесс восстановления, достигнув уровня 1913 г. С этого времени и до Великой Отечественной войны она непрерывно увеличивала мощности, выпуск продукции, коренным образом преобразуя всю технико-экономическую базу. Об изменениях в лесной и деревообрабатывающей промышленности СССР за годы довоенных пятилеток красноречиво свидетельствуют такие данные. В 1940 г. по сравнению с 1913 г. производство пиломатериалов увеличилось в 2,9, выработка фанеры — в 5,6, производство спичек — в 2,6, вывозка деловой древесины — в 4,3 раза [5]. Если принять во внимание, что до первой пятилетки нам пришлось заниматься восстановлением промышленности и залечиванием ран, полученных в результате двух войн, то станет очевидным, что на увеличение объема лесопромышленного производства в 3—6 раз нам понадобилось всего лишь около 13 лет [9]. Это невиданно короткий срок для такого роста производства, возможный только в условиях социалистического хозяйства.

С каждым годом, вплоть до начала Великой Отечественной войны, лесная и деревообрабатывающая промышленность продолжала быстро наращивать производственные мощности, создавать новые производства и все больше увеличивать выпуск продукции.

Вероломное нападение гитлеровской Германии на нашу Родину в 1941 г. нарушило мирную созидательную работу советских людей, прервало всеобщий подъем народного хозяйства и рост материального благосостояния народов СССР.

Великая Отечественная война потребовала подчинения всего народного хозяйства нуждам фронта, интересам разгрома гитлеровской Германии и ее сателлитов.

В короткий срок была перестроена в соответствии с требованиями военной экономики также лесная и деревообрабатывающая промышленность. Перебазирование многих лесопромышленных предприятий в восточные районы и налаживание их работы в предельно сжатые сроки, строительство и ввод в эксплуатацию значительного количества новых фабрик и заводов, коренная перестройка всей работы лесопромышленных предприятий в соответствии с условиями военного времени, — все это требовало величайшего напряжения сил и организованности работников лесной и деревообрабатывающей промышленности СССР.

Несмотря на огромные трудности, лесная и деревообрабатывающая промышленность бесперебойно обеспечивала фронт и тыл различными видами продукции. За четыре года войны фронт и народное хозяйство СССР получили около 630 млн. м³ древесины [4]. Чтобы дать нашей армии самолеты, винтовки, снаряды, патроны и другие средства вооружения, нужны были огромные количества круглого леса, пиломатериалов, специальной фанеры, ружейной, ложевой, клещевой болванки, различных деталей для изготовления артиллерийских, санитарных и кухонных повозок, пушечных передков. Для обеспечения армии соответствующими средствами переправы через водные рубежи

производилось различное инженерное имущество. В большом количестве изготавливались лыжи, специальная тара, средства связи. Рост специальной военной продукции из древесины полностью соответствовал требованиям Советского государства.

После победоносного окончания Великой Отечественной войны Советский Союз снова вступил в период мирного социалистического строительства. Успешно начав еще в ходе войны восстанавливать разрушенное хозяйство районов, подвергавшихся временной оккупации, Советский Союз в послевоенный период продолжал восстанавливать и дальше развивать народное хозяйство. Уже в 1948 г. был достигнут и превзойден уровень промышленного производства 1940 г. Четвертый пятилетний план (1946—1950 гг.) был выполнен досрочно. В 1950 г. промышленной продукции было произведено на 73% больше, чем в 1940 г. В последующие годы производство промышленной продукции непрерывно увеличивалось и к настоящему времени достигло высокого уровня.

За годы послевоенных пятилеток больших успехов добилась также лесная и деревообрабатывающая промышленность. Это подтверждается такими данными.

Производство пиломатериалов. В Советском Союзе действует около 32,5 тыс. предприятий, цехов и установок по производству пиломатериалов.

Несмотря на большой урон во время войны, уже в 1949 г. лесопиление превзошло уровень 1940 г. В 1975 г. выпуск пиломатериалов составлял 116,2 млн. м³, или в 10,6 раза больше, чем в 1913 г. По объему производства пиломатериалов Советский Союз в 1957 г. обогнал США и с тех пор устойчиво занимает первое место в мире.

Производство фанерной продукции. Уже в 1951 г. производство фанеры превысило довоенный уровень. В 1975 г. ее выработка в СССР составляла 2279 тыс. м³, или в 17,5 раза больше 1913 г. и в 3,1 раза больше 1940 г. [8, с. 10]. По общему объему производства фанеры Советский Союз занимает четвертое место в мире после США, Японии и Канады.

В качестве сырья для изготовления фанеры в СССР используется, в основном, древесина березы (около 85%) и небольшое количество хвойной древесины (сосны, лиственницы) и других лиственных пород (ольхи, липы, бука).

Значительных успехов достигло производство древесностружечных и древесноволокнистых плит — весьма прогрессивных искусственных материалов.

Производство древесностружечных плит в СССР впервые было начато в 1956 г. на Уфимском фанерном заводе. Через два года были пущены в эксплуатацию цехи по выработке стружечных плит на Усть-Ижорском фанерном заводе и Дубровском домостроительном комбинате. Их общий выпуск в 1958 г. составлял 34,1 тыс. м³ [7, с. 302], а в 1975 г. достиг 3993 тыс. м³, т. е. за 17 лет увеличился в 117 раз [8, с. 25].

По общему объему производства древесностружечных плит СССР занимает третье место в мире после США и ФРГ.

Основные потребители стружечных плит — мебельная промышленность и строительство.

Производство древесноволокнистых плит в СССР было организовано в 1936 г. в БССР на Ново-Белицком заводе изоляционных плит. Особенно быстро оно стало развиваться после Великой Отечественной войны, увеличившись с 1950 г. по 1975 г., т. е. за 25 лет, с 6,2 до

408,4 млн. м², или в 65,9 раза [7, с. 301; 8, с. 15]. По выпуску этих плит Советский Союз занимает второе место в мире после США.

Основные потребители древесноволокнистых плит — мебельное производство, жилищное и промышленное строительство и машиностроение.

Производство мебели. Большие изменения произошли в мебельной промышленности. Во время войны многие мебельные фабрики выполняли оборонные заказы, часть оказалась на временно оккупированной территории и была разрушена. К моменту окончания Великой Отечественной войны мебельная промышленность сохранила около 10% довоенной мощности.

Восстановление и дальнейшее развитие производства мебели в годы послевоенных пятилеток шло по разным направлениям. Возобновился выпуск мебели предприятиями, которые во время войны были переключены на выполнение оборонных заказов. Были восстановлены, реконструированы и расширены разрушенные предприятия. На многих деревообрабатывающих комбинатах были организованы цехи по производству мебели. Возобновился выпуск мебели на предприятиях промысловой кооперации и местной промышленности. Построены и введены в действие Ленинградский мебельный комбинат, новые мебельные фабрики (Великолукская, Новгородская, Смоленская, Витебская и др.).

Выпуск мебели в 1975 г. в СССР составлял 4300 млн. р., в том числе предприятиями Минлеспрома СССР 3325,6 млн. р. [8, с. 25]. Значительно увеличился выпуск деревянных стандартных жилых домов, столярных изделий, паркета, спичек, лыж и др.

Такой стремительный рост деревообрабатывающей промышленности был бы невозможен без непрерывного мощного подъема ее сырьевой базы.

За годы Советской власти, особенно за послевоенный период, в корне преобразилась лесозаготовительная промышленность. В 1975 г. вывозка всей древесины составила 395,1 против 60,6 млн. пл. м³ в 1913 г., т. е. выросла в 6,5 раза. Еще больше увеличилась вывозка деловой древесины. В 1913 г. она составляла 27,2 млн. м³, а в 1975 г. — 312,9 млн. м³, или увеличилась в 11,5 раза [6, с. 270]. По общему объему вывозки древесины СССР обогнал США и занимает первое место в мире.

В обстановке большого трудового и политического подъема советские люди успешно выполнили план девятой пятилетки по всем отраслям народного хозяйства.

«Под руководством Коммунистической партии, — говорил товарищ Л. И. Брежнев на XXV съезде КПСС, — в девятой пятилетке сделан новый крупный шаг в создании материально-технической базы коммунизма, в повышении уровня жизни народа, в обеспечении безопасности страны. Таков политический итог экономической деятельности партии в период между XXIV и XXV съездами. Таков главный результат героического труда советских людей» [2, с. 38].

Вместе со всем советским народом напряженно трудились коллективы предприятий лесной и деревообрабатывающей промышленности. В девятом пятилетии лесная и деревообрабатывающая промышленность последовательно осуществляла меры, предусмотренные директивами XXIV съезда КПСС.

В утвержденных XXV съездом КПСС «Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы» определены

главные задачи развития в новом, десятом пятилетии всех отраслей, в том числе лесной и деревообрабатывающей промышленности [2, с. 194—195]. Задачи отрасли в 1976—1980 гг. состоят в том, чтобы:

увеличить производство продукции на 22—25%;

расширить заготовку древесины и ее переработку в районах Сибири и Дальнего Востока;

более рационально разрабатывать лесосырьевые ресурсы, особенно в европейской части СССР;

улучшить использование заготавливаемой древесины;

ускорить наращивание мощностей по химической и химико-механической переработке древесных отходов, низкокачественной древесины и древесины мягколиственных пород;

обеспечить увеличение выпуска мебели в 1,4—1,5 раза;

особое внимание уделить расширению ассортимента и повышению качества выпускаемой мебели, ее добротности и эстетичности;

значительно расширить производство стандартных жилых домов по новым, технически совершенным проектам, а также другой продукции деревообработки для удовлетворения растущих потребностей населения;

внедрять современное высокопроизводительное оборудование и прогрессивные технологические процессы;

повысить производительность труда в лесной и деревообрабатывающей промышленности на 25—27%;

увеличить выпуск товаров культурно-бытового назначения и хозяйственного обихода в 1,4 раза;

повысить уровень механизации работ на лесозаготовках [2, с. 142];

увеличить производство древесностружечных и древесноволокнистых плит на 60—85%.

Предстоит огромная работа. На XXV съезде КПСС товарищ Л. И. Брежнев говорил: «По сути дела, надо добиться глубоких качественных сдвигов в структуре и техническом уровне народного хозяйства, существенно изменить сам его облик... И здесь большая роль принадлежит новой пятилетке — не даром ее назвали пятилеткой эффективности и качества» [2, с. 44].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ленин В. И. Полн. собр. соч. Изд. 5-е. Т. 3, с. 529. [2]. Материалы XXV съезда КПСС. М., Политиздат, 1976. [3]. Постановление ЦК КПСС от 31 января 1977 г. «О 60-й годовщине Великой Октябрьской социалистической революции». — «Коммунист», 1977, № 2. [4]. «Лес», 1945, № 1—2, с. 35. [5]. Народное хозяйство СССР в 1956 г. Статистический ежегодник. М., Госстатиздат, 1957. [6]. Народное хозяйство СССР в 1975 г. Статистический ежегодник. М., «Статистика», 1976. [7]. Промышленность СССР. Статистический сборник. М., «Статистика», 1964. [8]. Ступнев Г. К., Хасдан С. М., Плахов В. Н. Деревообрабатывающая промышленность за годы девятой пятилетки. М., «Лесная промышленность», 1976. [9]. Экономика лесобрабатывающей промышленности. Изд. 3-е. М., «Лесная промышленность», 1972.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 634.0.561.1

ТИПЫ РОСТА СОСНОВЫХ ЛЕСОВ
ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР

М. В. ДАВИДОВ

Украинская сельскохозяйственная академия

В результате анализа экспериментального материала и опубликованных данных об особенностях роста сосновых насаждений установлены типы роста сосновых лесов, которые согласуются со схемой акад. В. Н. Сукачева (эдафо-фитоценологических рядов типов сосновых лесов).

За последние 50 лет в нашей специальной литературе опубликовано около двадцати эскизов таблиц хода роста сосновых древостоев естественного и искусственного происхождения [3]. Авторы этих таблиц придерживались классификации насаждений как по типам леса, так и по классам бонитета; лишь «всеобщие» таблицы были построены независимо от условий местопрорастания, в соответствии с данными бонитировочной шкалы М. М. Орлова, предусматривающей неизменность класса бонитета во времени.

Анализируя отдельные эскизы таблиц хода роста культур сосны, опубликованные за последнее десятилетие [4—6, 9, 10], можно убедиться в том, что ход роста сосновых древостоев не всегда укладывается в рамки бонитировочной шкалы М. М. Орлова. При исследовании, например, культур сосны в пристенных борах УССР [9] и в байрачных степях Заволжья [4] было установлено, что начиная с 20 лет насаждения сосны резко снижают прирост в высоту; как следствие, класс бонитета их «падает» с возрастом, что характерно для древостоев, развивающихся по типу роста T_y .

Необычный рост культур сосны отмечал также В. П. Тимофеев [12], исследовавший древостой сосны на постоянных пробных площадях, заложенных в опытной даче Тимирязевской сельскохозяйственной академии, в типе сложного бора (B_2). Как выяснилось, в период от 20 до 45 лет они принадлежали к Ia классу бонитета, позднее (46—70 лет) бонитет их снизился до I класса, а в последние годы (71—90 лет) они уже перешли во II класс бонитета. Причину такого роста исследуемых насаждений автор [12] усматривает в резком изменении температурных условий в период (засушливое лето 1938 г.), когда культуры достигли 40-летнего возраста. Этот возраст, по-видимому, оказался критическим для культур сосны, так как прирост по высоте резко упал, что в дальнейшем вызвало падение бонитета на два класса. По мнению автора, снижение класса бонитета насаждений могло быть вызвано и другой причиной — залеганием в почве (на некоторой глубине) уплотненного иллювиального горизонта.

Иной характер роста культур сосны в типе влажного бора (A_3) был отмечен при исследованиях, проведенных кафедрой таксации Украинской сельскохозяйственной академии в Волынской области, а также на старопахотях Полесья УССР [10]. В молодом возрасте (15—20 лет) эти культуры росли относительно медленно в высоту (по III

классу бонитета), затем почти с каждым десятилетием бонитет их повышался на один класс, что соответствует типу роста с возрастающей энергией прироста по высоте (тип роста T_B). О причинах такого своеобразного роста насаждений в высоту, при указанных условиях местопроизрастания, уже сообщалось в специальной литературе [1, 2].

Особенности роста сосновых насаждений естественного происхождения были отмечены при исследованиях в Горьковской области [8], в Бузулукском бору, Куйбышевской области [7], при повторных наблюдениях на постоянных пробных площадях, заложенных в Опытной даче Тимирязевской сельскохозяйственной академии [12], а также отражены и в некоторых зарубежных таблицах хода роста. Так, по исследованиям Ильвессало [15], сосняки-черничники и брусничники Финляндии растут по типу с возрастающей энергией прироста по высоте (тип T_B).

Отмеченные факты свидетельствуют о том, что современные опытные таблицы, составленные для сосновых насаждений, не охватывают всего разнообразия их роста по высоте, отражая рост древостоев лишь с умеренным приростом в высоту, при неизменном классе бонитета во времени (тип роста T_0).

В связи с этим продолжение начатых исследований в данной области представляло определенный научный и практический интерес. В дополнение к уже опубликованным материалам необходимо было заложить специальные пробные площади для выяснения особенностей роста сосновых насаждений.

С этой целью было заложено 66 пробных площадей, срублено и проанализировано свыше 200 модельных деревьев в сосняках Киевской области (Боярский учебно-опытный и Тетеревский лесхозы), Волынской (Любомльский и Цуманский лесхозы) и Калужской (Козельский лесокombинат). Пробные площади закладывали в различных условиях местопроизрастания как в чистых, так и смешанных по составу древостоях. Полнота их колебалась в пределах 0,7—0,9. Почвы, на которых произрастают исследуемые насаждения, относятся к типу дерновоподзолистых, по механическому составу в суборах и судубравах их можно отнести к суглинистым, а в борах — к песчаным или супесчаным.

Распределение пробных площадей по типам условий местопроизрастания и типам роста представлено в табл. 1.

Таблица 1

Тип условий местопроизрастания	Насаждения сосны естественного происхождения		Культуры сосны		
	Типы роста				
	T_0	T_U	T_B	T_0	T_B
A_1	—	—	—	3	—
A_2	4	1	3	1	6
A_3	1	—	9	—	2
B_2	6	3	—	9	—
B_3	—	—	5	—	4
C_2	—	—	—	1	—
C_3	—	—	8	—	—
Итого	11	4	25	14	12

Как видно из приведенных данных, наибольшее число пробных площадей было заложено в насаждениях сосны естественного происхождения, а по типам роста — в древостоях, развивающихся с возрастающей энергией прироста по высоте (тип роста T_B).

Особенности роста исследуемых насаждений по высоте, в связи с условиями местопроизрастания и типами леса, представлены на рис. 1.

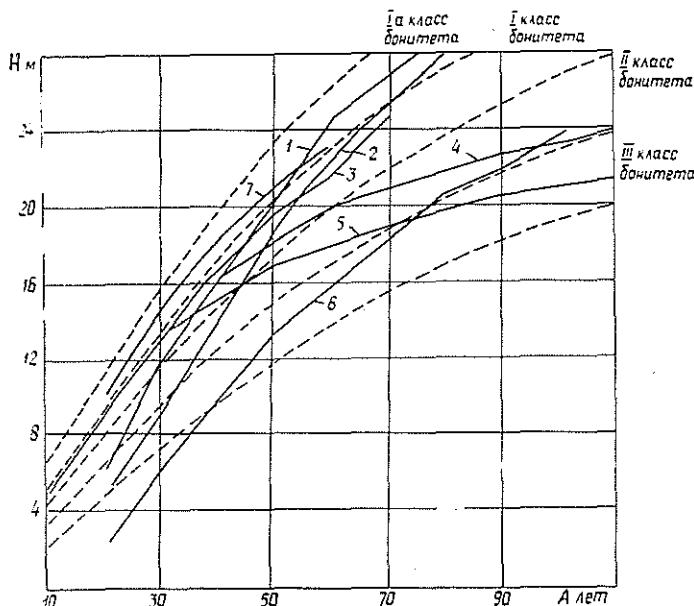


Рис. 1. Ход роста по высоте модельных деревьев в сосновых насаждениях при различных условиях местопроизрастания.

1 — сосняк липовый, тип роста T_{a} ; 2 — сосняк дубовый, T_{b} ; 3 — сосняк-брусничник, T_{o} ; 4 — то же, T_{y} ; 5 — сосняк-черничник, T_{y} ; 6 — то же, T_{b} ; 7 — то же, T_{o} . Штриховые линии — границы классов по бонитировочной шкале М. М. Орлова; сплошные — кривые хода роста по высоте (данные исследования).

Как видно из рисунка (кривые 1, 2), в сложных борах (B_3 , C_3) Киевской и Калужской областей дубовые и липовые сосняки растут по типу с возрастающей энергией прироста по высоте (тип роста T_{b}). За период времени от 15 до 80 лет бонитет их повысился с III до Ia класса, что характерно для данного типа роста.

В борах-брусничниках (A_2) Волынской области древостой сосны растут иначе (кривая 3): в течение 60 лет (10—70 лет) класс бонитета насаждений оставался неизменным, при умеренном приросте по высоте, соответствующем «обычному» типу роста (T_{o}). Однако в Горьковской области древостой сосны, принадлежащие к тому же типу леса (кривая 4), растут по типу роста с убывающей энергией прироста по высоте (T_{y}): за 70 лет (40—110 лет) бонитет их «снизился» на два класса — с I до III.

Этот факт свидетельствует о том, что на характер роста насаждений, по-видимому, влияют не только условия местопроизрастания, но и географическое их местонахождение, а также и другие факторы. Так, например, падение класса бонитета с возрастом не только в сосняках-брусничниках, но и в черничниках, в условиях Горьковской области, обычно связывают с периодически повторяющимися здесь низовыми пожарами [8], хотя это дискуссионный вопрос [14].

Для боров-черничников, например, особенно в промежуточных типах леса (черничниково-брусничных), характер роста древостоев сосны в высоту может быть иным [11], о чем, в частности, можно судить по данным исследования сосновых насаждений в Бузулукском бору

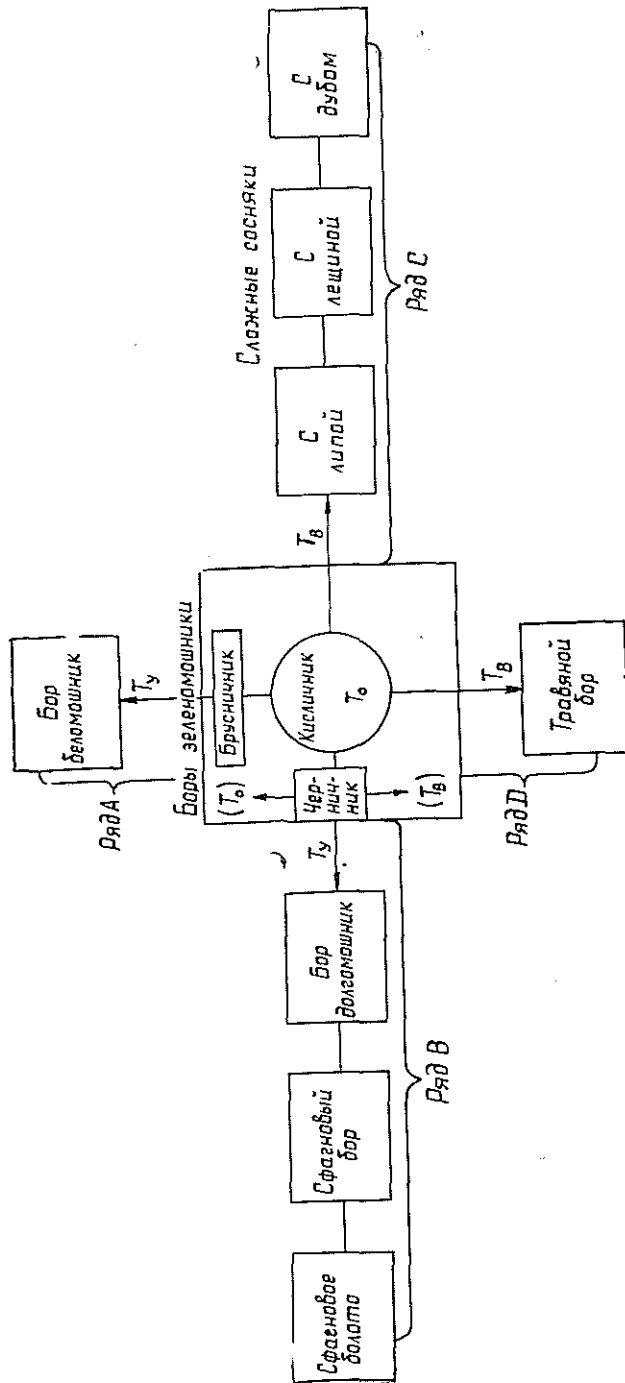


Рис. 2. Эдафо-фитоценотические ряды типов сосновых лесов (по В. Н. Сукачеву).

[7] и БССР [13], результаты которых представлены на рис. 1 (кривые 6 и 7). В условиях БССР, в типе мшистых боров (черничниково-брусничных), древостой сосны растут по «обычному» типу роста (T_0) и притом по I классу бонитета, тогда как в Бузулукском бору — по типу с возрастающей энергией прироста по высоте (T_0). Если в молодом

возрасте они здесь росли относительно медленно (по IV классу бонитета), то в последующие годы, по-видимому, с улучшением дренажа почвы, энергия роста их в высоту возрастала, и к 100-летнему возрасту бонитет повысился до II класса.

В Горьковской области сосняки-черничники, произрастающие на почвах, находящихся в начальной стадии заболачивания, растут значительно хуже (кривая 5). Если в молодом возрасте по ходу роста в высоту их можно отнести к I классу бонитета, то в 100-летнем бонитет снизился до III класса. Падение класса бонитета с возрастом здесь, несомненно, связано с ухудшением условий дренажа почвы.

Высказанные соображения о существовании связи между типами леса и типами роста можно иллюстрировать также классической схемой эдафо-фитоценологических рядов типов сосновых лесов, разработанной акад. В. Н. Сукачевым [11].

В этой схеме (рис. 2), в группе зеленомошников, бор-кисличник занимает центральное место. Он сравнительно редко встречается среди других типов леса данной группы и приурочен к относительно богатым и дренированным почвам. В условиях Горьковской области [8] и БССР [13] сосняки-кисличники растут по типу роста T_0 , что нашло отражение и в схеме (рис. 2); то же самое можно сказать и о сосняках-брусничниках, произрастающих в Волынской области. Здесь, по-видимому, они являются коренными типами леса, тогда как в условиях Горьковской области — вторично производными, возникшими после низового пожара [11] и развивающимися по типу роста с убывающей интенсивностью (T_y). В рассматриваемой схеме их можно отнести к ряду А, в котором рост древостоев сосны сопровождается падением класса бонитета.

Для ряда В, в условиях таежной области, характерно постепенное заболачивание почвы, рост сосняков-черничников, как правило, сопровождается понижением класса бонитета; поэтому в схеме для данного ряда поставлен тип роста T_y (рис. 2). Однако в более сухих вариантах черничников (мшистых, черничниково-брусничных борах) рост древостоев сосны, по мнению В. Н. Сукачева [11], может быть различным. Действительно, в условиях БССР древостои сосны названных переходных типов леса черничников растут по типу роста T_0 , а в Бузулукском бору — по типу T_b . Отмеченные особенности роста сосны в схеме обозначены (в скобках) соответствующим образом (T_0 , T_b).

Ряд С характеризуется увеличением богатств почвы, что способствует образованию сложных сосняков со вторым ярусом дуба или с подлеском из липы и орешника, которые довольно часто встречаются в лесных массивах центральных и южных районов европейской части СССР. Они растут преимущественно по типу с возрастающей энергией прироста по высоте (тип роста T_b). В связи с этим для данного ряда в схеме внесено и соответствующее условное обозначение типа роста.

В ряду D, характеризующемся улучшением почвенных условий (увеличение влажности почвы, при достаточном дренаже), следует ожидать, что древостои сосны будут расти также по типу с возрастающей энергией прироста по высоте (тип роста T_b). Однако в нашем исследовании не было встречено типичных древостоев данного ряда.

В рассматриваемой схеме взаимосвязи между типами леса сосновых древостоев и типами роста, как видим, не указаны соответствующие им классы бонитета. Это и понятно, если учесть, что для древостоев одного и того же типа леса классы бонитета различны в зависимости от географического их местонахождения. Например, в условиях Ук-

ранинского и Белорусского Полесья или в Бузулукском бору класс бонитета сосняков-черничников не ниже I—II, а в таежной зоне (Вологодская, Архангельская области), где эти типы леса географически замещаемы, — IV—V. Это замечание относится и к древостоям сосны других типов леса группы зеленомошников, довольно широко распространенных в таежной зоне европейской части СССР.

При бонитировании древостоев, кроме того, следует учитывать и их происхождение. Известно, что древостои производных типов леса (особенно вторично производные) нередко принадлежат к различным классам бонитета в отличие от коренных или первично производных; поэтому следует строго их различать [11].

Необходимо также иметь в виду, что в области распространения ели типы леса сосновых древостоев, как правило, производные от соответствующих типов леса ельников, и только вне ареала ели они могут быть отнесены к коренным типам [11].

Разумеется, в природе существуют довольно сложные соотношения между типами леса, классами бонитета и типами роста сосновых насаждений и в упрощенной схеме невозможно предусмотреть все их варианты. Тем не менее в руках специалиста она может оказаться хорошим ориентиром во всем том разнообразии сосновых лесов, с которым приходится встречаться в лесных массивах европейской части СССР.

О практическом значении идеи о типах роста древостоев уже неоднократно сообщалось в специальной литературе [1, 2]. Претворение ее в жизнь, по нашему мнению, было бы особенно уместным в ценных лесных массивах, где пора уже переходить на улучшенные методы ведения лесного хозяйства, но для этого, прежде всего, необходимо поднять на должную высоту технику лесоустроительных работ.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Давидов М. В. Типы роста еловых лесов европейской части СССР. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1976, № 5, [2]. Давидов М. В. О типах роста сосновых насаждений естественного происхождения. — «Научные труды УСХА. Лесоведение и лесоводство», 1977, вып. 150. [3]. Козловский В. В., Павлов В. М. Ход роста основных лесобразующих пород СССР. Справочник. М., «Лесная промышленность», 1967. [4]. Миронов В. В. Сосна обыкновенная в культуре на юго-востоке европейской части СССР. Автореф. дис. на соиск. учен. степени докт. с.-х. наук, Киев, 1972. [5]. Помогаева В. А. Культура сосны в сложных субборах Брянского лесного массива. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. с.-х. наук. Брянск, 1969. [6]. Попова А. В. Особенности хода роста сосняков и ельников естественного и искусственного происхождения Камско-Чусовского лесорастительного района Пермской области. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. с.-х. наук. Воронеж, 1973. [7]. Смагин Г. А. Таксационная характеристика типов леса Бузулукского бора. — Сборник трудов ГНИИЛХ, 1932. [8]. Соколов С. Я. Типы леса восточной части Баково-Варнавинского учебно-опытного леспромхоза. — В сб.: Природа и хозяйство учебно-опытных леспромхозов лесотехнической академии. Вып. 2. М.—Л., Госсельхозиздат, 1931. [9]. Старостенко В. П. Ход роста сосновых молодняков искусственного происхождения в пристепных борах УССР. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. с.-х. наук. Киев, 1967. [10]. Стопкань В. В. Культуры сосны на старопахотях Полесья УССР. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. с.-х. наук. Киев, 1962. [11]. Сукачев В. Н. Дендрология с основами лесной геоботаники. Л., Гослестехиздат, 1938. [12]. Тимофеев В. П. Особенности роста сосновых насаждений естественного происхождения и культур. — «Доклады Тимирязевской сельскохозяйственной академии», 1965, ч. 2, вып. 109. [13]. Труль А. А., Дольский Л. В., Мирошников В. С. и др. Справочник лесоустроителя Белоруссии. Минск, «Высшая школа», 1973. [14]. Тюрин А. В. Основы хозяйства в сосновых лесах. М.—Л., Гослесбуиздат, 1952. [15]. Ilvessalo Vr. Ertragstafeln für die Kiefern, Fichten und Birkenbestände in der hälfte von F inland. — «Referat. Acta forestalia fennica», 1920, № 15.

Поступила 3 января 1977 г.

УДК 634.0.443.3

ПОТЕРИ ДЕЛОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОРАЖЕНИЯ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ БССР КОРНЕВОЙ ГУБКой

Н. И. ФЕДОРОВ, Ю. М. ПОЛЕЩУК

Белорусский технологический институт

Показаны потери деловой древесины в насаждениях ели обыкновенной, пораженных корневой губкой. Установлено, что комлевая гниль, вызываемая грибом, снижает выход промышленных сортиментов высших сортов.

К наиболее опасным и вредоносным заболеваниям хвойных насаждений относится корневая гниль, вызываемая грибом *Fomes annosus* (Fr.) Ske. Распространение болезни в последнее десятилетие достигло размеров эпифитотии. Гриб, поражая корневую систему древесных растений, вызывает их отмирание и выпадение из насаждений. Особенно чувствительный урон наносит корневая губка сосновым насаждениям в возрасте жердняка, часто полностью разрушая их. Велик ущерб и в еловых древостоях, где корневая губка, поражая корневую систему и поднимаясь в ствол, обесценивает нижнюю комлевою часть ствола.

Наши исследования были направлены на установление ущерба, выраженного в потере качества и количества деловой древесины в еловых насаждениях Минской области. С этой целью нами в 1976 г. были подобраны еловые древостои III и V классов возраста, расположенные в Минском лесхозе. Приводим их краткую таксационную характеристику.

1. Путчинское лесничество, квартал 76, выдел 34, площадь выдела—4,5 га, состав—10Е, тип леса — ельник кисличный, возраст — 60 лет, класс бонитета — I, полнота—0,6. Из 636 деревьев на выделе 153 (или 24,1%) имели комлевою гниль. Протяженность комлевой гнили в стволах изменялась от 0,5 до 9,0 м. Насаждение в средней степени поражено корневой губкой.

2. Роговское лесничество, квартал 139, выдел 2, площадь выдела — 2,8 га, состав — 10Е, тип леса — ельник кисличный, возраст — 100 лет, класс бонитета — I, полнота — 0,5. Насаждение в слабой степени поражено корневой губкой. Из 415 де-

Лесничество	Возраст насаждений, лет	Степень расстроенности насаждений	Запас древесины на 1 га, м ³	Категория состояния насаждений	Выход пиловочника,	
					I	II
Путчинское	60	Средняя	145,1	Условно здоровое	39,4	22,7
				Пораженное	29,5	21,8
Роговское	100	Слабая	203,9	Условно здоровое	50,4	18,1
				Пораженное	40,2	18,0

ревьев на выделе 62 (или 14,9%) имели комлевою гниль. Средняя протяженность гнили в стволах 0,5—11,0 м.

Все деревья на обоих участках нумеровали, а затем вырубали. Учитывая требования ГОСТа 9463—72 и принимая чисто условно, что насаждение не повреждено грибом, все деревья на лесосеке размечали на промышленные сортименты. Результаты обмеров, необходимые для вычисления выхода ликвидной древесины из условно здорового насаждения, занесли в полевой журнал. В дальнейшем хлысты с лесосеки перевозили на нижний склад. Здесь их раскряжевывали на промышленные сортименты согласно ГОСТу 9463—72. При этом учитывали наличие сердцевинной гнили, вызванной корневой губкой, и других пороков на хлыстах ели. По результатам замеров, проведенных на лесосеке и нижнем складе, с использованием секционной формулы срединного сечения, вычисляли выход ликвидной древесины из условно здорового и пораженного насаждений, а на основании этих обмеров — потери количества и качества деловой древесины в результате повреждения ельников комлевой гнилью, и ущерб, нанесенный насаждениям, исчисленный в денежном выражении.

Как видно из табл. 1, при средней степени разрушенности еловых насаждений корневой губкой в 60-летнем их возрасте выход деловой древесины снизился на 4,6%. В отдельных зараженных деревьях комлевая гниль получила сильное развитие и поднимается вверх по стволу на высоту до 9,0 м. На уменьшение выхода деловой древесины из пораженных грибом еловых деревьев указывают также исследования А. Т. Вакина [1]. По его данным, выход деловой древесины из крупных стволов с комлевой гнилью снижается на 39%, из средних и мелких — на 55%. По данным других авторов [3], средний выход деловой древесины из деревьев ели с комлевой гнилью составляет только 42,8%. Исследованиями, проведенными в условиях Камчатки [2], установлено, что в ельниках, пораженных комлевой и стволовой гнилью, потери в количестве деловой древесины достигают 34%.

В 100-летнем ельнике Роговского лесничества, при слабой степени поражения корневой губкой, потери деловой древесины составили 6,4%. Сравнивая еловые древостой Путчинского и Роговского лесничеств, отмечаем, что с повышением возраста насаждений увеличиваются и потери деловой древесины. Так, если в 60-летнем ельнике потери деловой древесины от комлевой гнили составили 6,7 м³/га, то в 100-летнем насаждении, произрастающем в том же типе условий, почти в 2 раза больше.

Данные таблицы указывают также на значительное снижение качества древесины в результате поражения еловых насаждений корневой губкой. Так, в 60-летнем ельнике потери в пиловочнике I сорта составили 9,9% (14,4 м³/га), а в 100-летнем — 10,2%, или 20,8 м³/га. Меньшее влияние комлевая гниль оказывает на выход пиловочника II—III сортов. Эти данные свидетельствуют о том, что корневая губка, поражая наиболее ценную комлевою часть ствола, значительно

Таблица 1

%, по сортам		Выход деловой древесины на 1 га, %	Потери деловой древесины на 1 га, м ³	Стоимость древесины на 1 га, р.		Стоимость ликвидной древесины, р.	Ущерб от корневой губки на 1 га, р.
III	IV			деловой	дровяной		
16,2	14,7	93,0	6,7	2571	43	2614	196
16,2	21,9	88,4		2346	72	2418	
15,7	9,2	93,4	13,1	3796	58	3854	305
15,7	13,2	87,0		3435	114	3549	

снижает выход промышленных сортиментов высших сортов. Так, в насаждении Роговского лесничества в результате поражения грибом около 10% деловой древесины было переведено в лесоматериалы низших сортов.

Нами также вычислен ущерб от комлевой гнили в денежном выражении (табл. 1). Расчеты показывают, что в 60-летнем еловом насаждении, характеризующемся средней степенью расstroенности корневой гнилью, потери в деловой древесине в денежном выражении составили 196 р./га. С увеличением возраста зараженных насаждений ущерб от корневой губки значительно повышается. Даже при слабой степени расstroенности в 100-летнем еловом насаждении сумма потерь в результате снижения выхода деловой древесины от комлевой гнили составляет 305 р. на 1 га.

Нами в 1975 г. обследовано 12 841 га еловых насаждений. Из них 4891 га расstroены корневой губкой в слабой и 1064 га — в средней степени. Ущерб от комлевой гнили на этой площади составляет около 1,5 млн. р. Он значительно возрастает, если учесть потери прироста древесины и расходы, связанные с проведением санитарных рубок и облесением вырубок с высоким инфекционным фоном. Поражение еловых насаждений корневой губкой приводит к снижению их почвозащитных, водоохраных и эстетических функций.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вакин А. Т. Сердцевинная гниль ели в дачах Ржевского лесничества Тверской губернии. — «Известия Ленинградского лесного института», 1927, вып. 35. [2]. Вакуленко В. В. Распространение дереворазрушающих грибов в ельниках и влияние их на выход деловой древесины. Камчатская лесная опытная станция — производству. Информационный сборник. Петропавловск-Камчатский, 1976. [3]. Горшин С. Н. Главнейшие гнили хвойных деревьев и их отряжка. М., Гослестехиздат, 1935.

Поступила 18 апреля 1977 г.

УДК 631.31

ВЛИЯНИЕ ЗАСОРЕННОСТИ ПОЧВ КАМЕНИСТЫМИ ВКЛЮЧЕНИЯМИ НА ИЗНОС И ПОЛОМКИ ПЛУЖНЫХ ЛЕМЕХОВ

В. Н. ВИНОКУРОВ, А. К. МАЛОВ

Московский лесотехнический институт

Изложена методика и результаты исследований засоренности почв ряда областей Белоруссии каменистыми включениями и влияния их на интенсивность износа и поломки плужных лемехов. Предложены коэффициенты, позволяющие дифференцировать распределение запасных частей к почвообрабатывающим машинам для зоны каменистых почв.

Почвы лесной зоны часто засорены щебнисто-каменистыми включениями, которые оказывают большое влияние на износ и сроки службы почвообрабатывающих, посевных, посадочных и других машин. При эксплуатации этих машин на щебнисто-каменистых почвах лесной зоны их детали, взаимодействуя с почвой, подвергаются интенсивному абразивному износу и частым поломкам, что вызывает повышенный расход запасных частей (лемехов, отвалов, полевых досок).

Таблица 1

Место проведения опытов	Почвы	Почвенные горизонты, см	Механический состав, % по фракциям, мм			
			>0,25	0,25—0,01	0,01—0,001	<0,001
Минская область, Пуховичский район	Дерново-сильнопodzольные супесчаные на песках, подстигаемых моренными суглинками	0—20	18,40	55,01	10,35	16,24
		20—30	20,30	65,41	10,15	4,14
		40—50	27,41	64,28	4,52	3,79
Брестская область, Каменецкий район	Дерново-среднеpodzольные супесчаные хрящеватые на моренных супесях и легких суглинках	0—20	20,30	58,41	8,10	13,19
		20—30	45,60	32,10	9,15	13,15
		40—50	53,24	27,40	4,12	14,94
Гродненская область, Вороновский район	Дерново-среднеpodzольные на валунных супесях	0—20	45,13	34,10	8,43	12,34
		20—30	55,10	24,01	9,44	11,45
		40—50	42,15	16,41	4,52	36,92
Витебская область, Городокский район	Дерново-среднеpodzольные легко-суглинистые на покровных моренных суглинках	0—20	0,81	64,31	15,27	19,61
		20—30	2,42	75,28	18,43	3,87
		40—50	0,12	68,42	14,16	17,30

Существующая практика распределения запасных частей по административно-хозяйственным районам не в полной мере учитывает условия эксплуатации машин, что объясняется малой изученностью факторов, влияющих на расход деталей.

Московским лесотехническим институтом совместно с ГОСНИТИ были проведены исследования засоренности почв Минской, Гродненской, Витебской, Брестской областей Белоруссии каменистыми включениями и влияния их на интенсивность износа и поломки плужных лемехов. Изучены характер распределения каменистых включений по глубине пахотного слоя, их размерные, объемные и весовые показатели. Характеристика почв опытных участков приведена в табл. 1.

На каждом пахотном участке после визуального обследования выбирали пробную площадь размером 20×20 м, на которой учитывали и замеряли каменистые включения, находящиеся на поверхности и имеющие размер в поперечнике не менее 100 мм.

На пробной площади разбивали пять учетных площадок размером 1×1 м, которые располагались следующим образом: четыре площадки по углам и одна в центре. На учетных площадках послонно вынимали почву на глубину до 30 см и подсчитывали включения, расположенные в слоях 0—10, 10—20 и 20—30 см.

Все каменистые включения замеряли в трех взаимно перпендикулярных направлениях и определяли их средний диаметр. Объем включений замеряли с помощью мерного цилиндра, заполненного водой.

Экспериментальный материал обрабатывали методами вариационной статистики.

Результаты исследования показали, что каменистые включения размером до 100 мм распределены в пахотном горизонте достаточно равномерно, чему способствует пахота почв с оборотом пласта. Сред-

ний диаметр включений, расположенных в разных слоях пахотного горизонта, был примерно одинаков. Но в некоторых областях БССР средний диаметр включений колебался, что, по-видимому, объясняется различием в естественноисторических условиях развития почвообразовательного процесса в разных зонах БССР. Результаты статистической обработки данных о диаметре крупных каменистых включений ($D_{cp} > 100$ мм) приведены в табл. 2. Разница между значениями среднего диаметра по каждой области и в целом по БССР оказалась

Таблица 2

Место проведения опытов	Количество опытных данных	Среднее арифметическое M , мм	Среднее квадратическое отклонение $\pm \sigma$, мм	Средняя ошибка $\pm m$, мм	Коэффициент вариации v , %	Показатель точности P , %
Минская область, Пуховичский район	75	117	11,3	1,31	9,7	1,2
Брестская область, Каменецкий район	65	132	26,2	3,26	19,6	2,4
Гродненская область, Вороновский район	146	123	20,2	1,67	16,5	1,4
Витебская область, Городокский район	186	127	32,9	1,68	20,0	1,3
Среднее по областям БССР	111	124	22,3	2,75	22,3	2,3

недостовой, поэтому в качестве среднего диаметра крупных камней по каждой области можно принять среднее арифметическое значение в целом по четырем областям БССР, $D_{cp} = 124$ мм.

Интенсивность поломок деталей зависит от объема крупных камней ($D_{cp} > 100$ мм) на единице площади. Мнимое значение объема каменного включения можно определить по формуле

$$V_{mn} = D_{cp}^3, \quad (1)$$

где D_{cp} — средний диаметр камня.

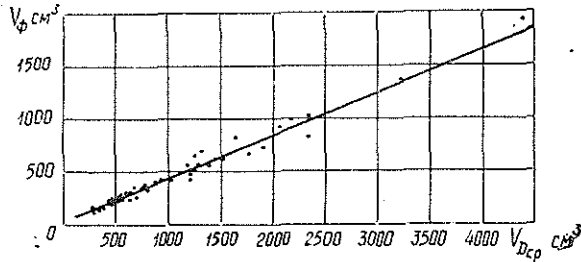


Рис. 1. График связи фактического объема камня с объемом, вычисленным по среднему диаметру.

$$V_{\phi} = 0,4V_{D_{cp}} + 32.$$

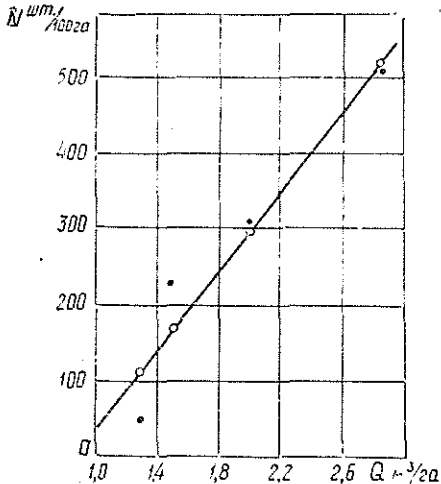


Рис. 2. Влияние степени каменистости почв на интенсивность поломок лемехов.

Фактическое значение объема камня находим по установленному нами линейному уравнению

$$V_{\phi} = 0,4V_{mn} + 32. \quad (2)$$

Отношение коэффициента корреляции ($r = 0,98$) к его ошибке ($m_r = 0,50$) значительно меньше четырех ($\frac{r}{m_r} = 1,96 < 4$), что сви-

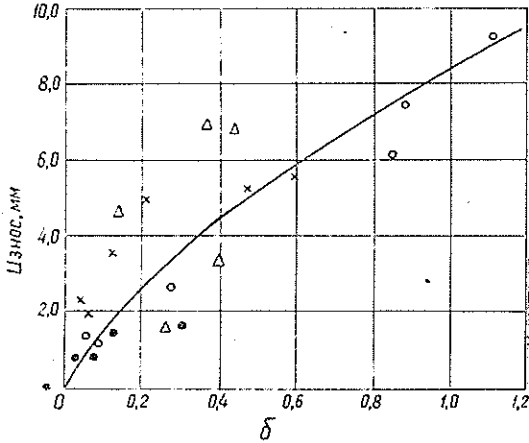
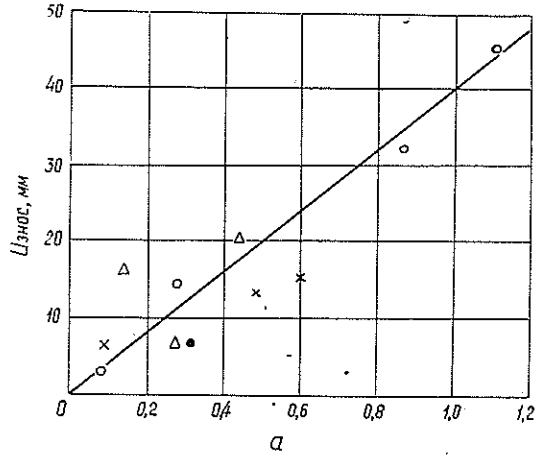
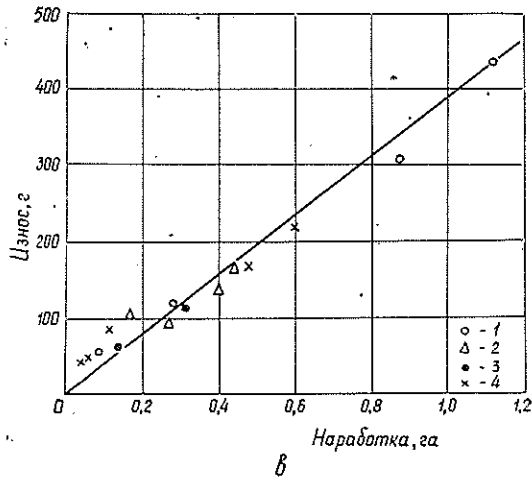


Рис. 3. Зависимость износа лемехов от наработки на пахоте каменных почв Минской (1), Витебской (2), Гродненской (3) и Брестской (4) областей.

a — износ по длине носка; б — износ по ширине лемеха; в — износ лемеха по потере массы.



детельствует о высокой достоверности линейной связи между фактическим и мнимым объемами каменистых включений (рис. 1).

Результаты исследований показали, что количество поломок плужных лемехов в зависимости от степени каменистости почв изменяется по уравнению прямой линии (рис. 2)

$$N = 270Q - 238, \quad (3)$$

где N — количество поломок лемехов на 100 га;

Q — объем каменистых включений, $\text{м}^3/\text{га}$.

На рис. 3 приведены графики износа плужных лемехов, из которых видно, что наиболее интенсивно изнашивается носовая их часть. Потеря массы и износ по геометрическим параметрам плужных лемехов на каменистых почвах в несколько раз выше, чем на почвах, не содержащих щебнисто-каменистых включений.

Таблица 3

Республики	Средний коэффициент изнашивающей способности почв	Средневзвешенная скорость изнашивания лемехов, г/га	Коэффициент расхода запасных частей	Поправочный коэффициент
РСФСР	0,91	21,6	0,94	0,97
Белорусская ССР	2,34	55,5	2,81	2,28
Литовская ССР	1,98	46,8	3,68	2,46
Латвийская ССР	1,57	37,5	3,18	2,08
Эстонская ССР	3,42	80,7	3,49	2,71
СССР в целом	1,00	23,7	1,00	1,00

Наряду с исследованиями изнашивания деталей, были собраны и обобщены данные по расходу быстроизнашивающихся деталей плугов в республиках, расположенных в лесной зоне. По результатам исследования изнашивания и анализа реализации быстроизнашивающихся деталей, а также данных о средней сезонной выработке машин, были определены поправочные коэффициенты для некоторых республик лесной зоны (табл. 3). Эти коэффициенты в опытном порядке применяются на предприятиях Сельхозтехники, занимающихся распределением запасных частей к почвообрабатывающим, посевным и посадочным машинам.

Поступила 27 сентября 1976 г.

УДК 634.0.812 : 581.169

СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА ЭКОТИПОВ И СЕМЕННИКОВ ДУБА

В. Б. ЛУКЪЯНЕЦ

Воронежский лесотехнический институт

Установлены различия в свойствах древесины у семенного потомства нагорных и пойменных дубрав, а также у потомства отдельных деревьев-семенников, и сделан вывод об их наследственном характере. Рекомендуется учитывать физико-механические свойства древесины при отборе плюсовых деревьев дуба.

Физико-механические свойства дубовой древесины в нашей стране изучены довольно основательно, установлены факторы, их опреде-

лющие. Особое внимание во многих отечественных работах было обращено на выявление роли условий местопрорастания в формировании свойств древесины [4]. Однако до настоящего времени в литературе нет данных о том, как проявляются у потомства свойства древесины, характерные для экотипов древесных пород.

Свойства древесины зависят от ее анатомического строения и определяются характером деятельности камбия ([1, 6, 7, 9] и др.). Рядом исследований географических культур дуба ([5, 8, 10] и др.) установлено, что потомство климатипов в новых условиях роста сохраняет характерный для них ритм прохождения фенофаз развития. Следует считать, что при этом остается тем же и характер деятельности камбия. Поэтому есть все основания предполагать, что у потомства дуба из разных экологических условий сохранится характерный ритм деятельности камбия, в результате чего будет откладываться древесина, различная по строению и физико-механическим свойствам.

Свойства древесины семенного потомства почвенных экотипов и семенников дуба изучали в лесотипологических культурах под Воронежем [2, 3]: сначала в 1970 г. в 18-летних культурах, затем в 22-летних. Модельные деревья для заготовки образцов древесины подбирали от каждого варианта культур как средние таксационные модели (всего 96 моделей). Ввиду малых размеров модельных деревьев, бруски для заготовки образцов древесины брали из центральной части кражей, включая и сердцевину. В 22-летних культурах для контроля были исследованы также образцы малых размеров, но без сердцевины. Испытания проводили в соответствии с ГОСТом 16483. Показатели точности исследований высокие.

Установлено, что древесина дуба, выращенного в одних условиях роста, но из желудей разного происхождения, неодинакова как по плотности, так и по прочности при сжатии вдоль волокон (табл. 1). Несколько выше эти показатели у древесины позднораспускающейся разновидности (в среднем по всем типам леса не более 2%).

Более существенно различаются по физико-механическим свойствам древесины потомства разных типов леса и особенно крайних. Различия в свойствах древесины незначительны у потомства близких между собой нагорных дубрав из свежих и сухих условий местопрорастания, но они тем больше, чем разнообразнее условия роста материнских насаждений. Вполне достоверны различия в свойствах древесины нагорных и пойменных дубрав ($t = 3,15 \div 5,82$). У потомства дуба из нагорных типов леса древесина имеет большую плотность и прочность по сравнению с потомством дуба из пойменных условий. Самая высокая прочность древесины у потомства дуба из средних условий роста — из осоковых дубрав, представленных позднораспускающейся разновидностью.

Изучение физико-механических свойств древесины дуба в лесотипологических культурах позволяет сделать заключение, что у семенного потомства дуба из разных типов леса в результате наследования характерного для материнских растений ритма и особенностей деятельности камбия формируется древесина со специфическими свойствами, сходная с древесиной материнских насаждений. При этом различия между близкими типами леса незначительны, а между отдаленными по экологическим условиям — существенны.

В пределах потомства одного типа леса показатели плотности и прочности древесины могут варьировать у различных деревьев. Установлено, что степень изменчивости свойств древесины в пределах экотипа и у входящих в него деревьев различна. Коэффициент изменчивости у потомства типа леса составляет 7—8%, а у потомства отдельных деревьев — в 1,5—2 раза меньше. У большинства деревьев в потомстве одного типа леса свойства древесины близки к средним по дан

Таблица 1

Дубрава	Фенологическая разовидность дуба	Средний процент ядровой древесины	Средняя ширина годовичного слоя, мм	Коэффициент усушки		Плотность древесины, кг/м ³		Предел прочности при скатании вдоль волокон при влажности 12%, кгс/см ²
				линейной	объемной	абс. сухой	при влажности 12%	
Снытьевая	Поздняя	93,0	2,12	0,25	0,52	744	785 ± 3,22	628 ± 7,16
Осоковая	"	91,5	1,70	0,24	0,48	761	796 ± 3,92	653 ± 8,31
Солонцовая	"	85,5	1,74	0,23	0,47	762	800 ± 6,22	640 ± 9,14
Снытьево-осоковая, Теллермановский ЛПХ	"	89,5	1,96	0,24	0,49	761	797 ± 4,12	645 ± 5,91
Снытьево-осоковая, Правобережное лесничество	Ранняя	90,0	1,90	0,24	0,51	743	787 ± 4,75	640 ± 7,37
Снытьево-осоковая, Животиновское лесничество	"	86,5	1,86	0,26	0,56	748	789 ± 6,64	647 ± 8,80
Суборевая	"	93,6	1,94	0,25	0,53	756	793 ± 5,17	635 ± 10,10
Пойменная	"	81,3	1,82	0,22	0,47	725	763 ± 4,91	604 ± 4,92

ному экотипу, но наблюдаются и отклонения. Так, в потомстве пойменной дубравы у 63% обследованных деревьев плотность древесины близка к средней по экотипу, с отклонением не более 2%. У остальных 37% деревьев отклонение от средней плотности древесины больше 5%.

Из этого следует, что свойства древесины у потомства почвенных экотипов дуба зависят от состава их популяций. Они представляют собой совокупность свойств особей, входящих в данную популяцию, располагающих характерными физико-механическими свойствами,

сформировавшимися в результате специфической деятельности камбия в условиях роста материнских насаждений данного экотипа.

Отклонения в свойствах древесины от средних величин по экотипу объясняются как наследственными, присущими данной семье (потомству одного семенника), так и индивидуальными особенностями деревьев в пределах семьи. Для выяснения вопроса о роли этих двух факторов в формировании свойств древесины у потомства пяти семенников было отобрано по две модели, древесина их испытана по единой методике (табл. 2).

Таблица 2

Дубрава	Номер семьи	Статистические показатели	Плотность древесины, кг/м ³				
			средняя по семье	в том числе по модельным деревьям			
				первому	отклонение от среднего, %	второму	отклонение от среднего, %
Снытьевая	10	$M \pm t$	767 ± 2,89	765 ± 4,47	— 0,26	770 ± 2,33	+ 0,39
		σ	11,2	13,4		5,7	
		c	1,46	1,75		0,74	
	41	$M \pm t$	781 ± 4,28	784 ± 7,27	+ 0,38	779 ± 6,30	— 0,26
σ		16,0	16,3		18,8		
c		2,05	2,09		2,32		
Осоковая	5	$M \pm t$	772 ± 3,20	770 ± 5,40	— 0,26	775 ± 7,50	— 0,39
		σ	16,0	16,2		15,0	
		c	2,07	2,10		1,93	
	9	$M \pm t$	808 ± 2,77	812 ± 4,20	+ 0,50	804 ± 3,65	— 0,50
		σ	14,4	15,7		13,2	
		c	1,78	1,93		1,64	
1	$M \pm t$	757 ± 7,02	781 ± 3,92	+ 3,17	725 ± 5,30	— 4,23	
	σ	30,6	13,1		15,0		
	c	4,04	1,67		2,07		

У четырех пар модельных деревьев абсолютная плотность древесины имеет очень близкие значения, отклонения в пределах семьи не превышают 1%. Показатели изменчивости плотности древесины в пределах одной модели и семьи в целом также очень близки между собой. Данные по пятой паре модельных деревьев показывают значительную разницу в плотности их древесины (7%), которая находится на уровне различий в пределах типа леса.

Обработка материалов методом двухфакторного дисперсионного анализа показала, что степень влияния фактора наследственных свойств семей на плотность древесины значительно больше — в разных комплексах от 23 до 49%, в то время как влияние индивидуальных особенностей модельных деревьев в пределах семьи не превышает 4—5%.

Полученные данные о сходстве в свойствах древесины потомства одного семенника говорят о наследственном характере этих свойств, хорошо проявляющихся при подборе равноценных в данной семье модельных деревьев. В то же время в пределах одной семьи могут встречаться довольно резкие отклонения, вызванные значительными различиями в условиях стояния деревьев в насаждении, что влияет на их прирост, строение и физико-механические свойства древесины.

Наличие довольно широкой индивидуальной изменчивости в свойствах древесины у отдельных деревьев в пределах типа леса и наслед-

ственный характер этой изменчивости говорят о целесообразности отбора в естественных популяциях типов леса экземпляров дуба, характеризующихся, наряду с другими положительными качествами, высокими физико-механическими свойствами древесины.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вихров В. Е., Енькова Е. И. Динамика вегетационного прироста древесины рано- и позднезрелых форм дуба в связи с условиями произрастания. — «Труды Института леса АН СССР». М., 1953, т. 9. [2]. Лукьянец В. Б. Значение селекционного отбора экотипов и форм дуба черешчатого по исследованиям в опытных культурах. — В кн.: Лесная генетика, селекция и семеноводство. Петрозаводск, «Карелия», 1970. [3]. Лукьянец В. Б. Запас надземной фитомассы в культурах дуба различного лесотипологического происхождения. — «Лесоведение», 1971, № 5. [4]. Мелехов И. С. Значение типов леса и лесорастительных условий в изучении строения древесины и ее физико-механических свойств. — «Труды Института леса АН СССР». М.—Л., 1949, т. 4. [5]. Мясоедов С. С. Влияние происхождения желудей на рост культур дуба. — Сборник трудов по лесному хозяйству Шиповской ЛОС. Вып. 1, Воронеж, 1958. [6]. Раскатов П. Б. Ход прироста древесины дуба в течение вегетационного периода в различных экологических условиях. — «Научные записки ВЛХИ», 1946, т. 9. [7]. Раскатов П. Б. К вопросу о формировании годичных колец древесины дуба. — «Научные труды ВЛХИ», 1948, т. 10. [8]. Ростовцев С. А. Климатические экотипы дуба черешчатого в европейской части СССР. — Сборник работ по лесному хозяйству ВНИИЛМ. Вып. 40. М.—Л., Гослесбуиздат, 1960. [9]. Сергеева Е. П. Формирование древесины сосны в связи с типами условий произрастания в Нижнеднепровье. Автореф. канд. дис. М., МЛТИ, 1975. [10]. Шутяев А. М. Рост и биологические особенности дуба черешчатого в географических культурах Центрально-Черноземного госзаповедника. — «Труды Ц—Ч Госзаповедника», 1960, вып. 6.

Поступила 20 декабря 1976 г.

УДК 634.0.114.52

ДЕРНОВО-КАРБОНАТНЫЕ ПОЧВЫ БРЯНСКОГО ЛЕСНОГО МАССИВА И ИХ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА

Е. Л. КРАСНИКОВ

Брянский технологический институт

Приводятся данные физико-химического анализа дерново-карбонатных почв, а также сравнительная характеристика обеспеченности питательными веществами и особенности хода роста культур сосны.

Лесорастительные свойства дерново-карбонатных почв Брянского лесного массива изучены слабо [4]. Специфические особенности их обусловлены большим содержанием углекислого кальция и малой мощностью почвенного профиля.

Как отмечал М. Е. Ткаченко [8], три породы являются классическими по приуроченности к карбонатным почвам: ясень, бук, лиственница. Однако в учебно-опытном лесхозе Брянского технологического института, насаждения которого служат эталоном Брянского лесного массива, имеется 70-летний опыт создания культур сосны на карбонатных почвах. Таксационные материалы получены на 29 пробных площадях, заложенных в чистых рядовых культурах сосны возраста до 65 лет, на дерново-карбонатных насыщенных и выщелоченных почвах с глубиной почвенного профиля 20 и 40 см соответственно.

Типы леса — сосняк лещиновый и сосняк бересклетовый. Условия местообитания — С₂ и В₂/С₂, классы бонитета — Iа—II.

На таксационных пробных площадях проведены также почвенные исследования и взяты образцы из 21 почвенного разреза. Все анализы выполнены по методике с учетом карбонатности почв [2].

В образцах определяли валовое содержание: SiO_2 ; Fe_2O_3 ; Al_2O_3 ; MgO ; CaO ; K_2O ; MnO ; P_2O_5 ; TiO_2 , гигроскопическую влагу, потери при прокаливании и общий азот по Кьельдалю.

Полученный материал сравнивали с валовым химическим составом подзолистых песчаных почв Брянского лесного массива [7] и валовым составом основных почвенных типов [2].

Для выявления обеспеченности насаждений основными питательными веществами проводили химические анализы по определению содержания гумуса, обменного калия (K_2O), подвижного фосфора (P_2O_5). Устанавливали также актуальную и обменную кислотность — потенциометрическим методом и емкость поглощения — по методу Р. Х. Айдиняна, М. С. Ивановой, Т. Г. Соловьевой [1]. Результаты сравнивали с данными содержания питательных веществ в подзолистых почвах Брянского лесного массива.

Таблица 1

Тип почвы	P_2O_5 , т/га		Процент подвижного P_2O_5 от валового содержания	K_2O , т/га		Процент обменного K_2O от валового содержания	MgO	Гумус	Общий азот
	валовое содержание	подвижный		валовое содержание	обменный				
	т/га								
Дерново-карбонатная типичная	2,86	0,12	4,2	20,40	0,36	1,7	2,23	210,0	7,70
Дерново-карбонатная выщелоченная	3,36	0,16	4,7	47,20	0,62	1,3	27,10	225,0	10,60
Среднеподзолистая на флювиогляциальных песках	3,89	1,46	37,4	38,90	0,34	0,9	29,20	127,0	6,79
Слабоподзолистая на кварцеволуглинистых песках с фосфоритом	10,35	3,47	33,6	101,30	1,16	1,1	47,30	96,0	3,19

Как показали результаты анализов, содержание элементов питания в горизонте А, выраженное в процентах на сухую навеску, в дерново-карбонатных почвах выше, чем в почвах других типов (подзолистые Брянского лесного массива, серые лесные Тульской области), и близко к их содержанию в черноземных почвах. Однако при таком сравнении не учитывается мощность почвенного профиля.

Б. Д. Зайцев [3], В. Н. Мина [6] и др. оценивали возможность снабжения деревьев питательными веществами, подсчитывая их запасы (т/га) в толще корнеобитаемого слоя. Этот способ оценки применен и в нашей работе. В корнеобитаемый слой включены почвенные горизонты, где располагается основная масса сосущих корней. Для карбонатных насыщенных почв он равен 20 см, выщелоченных — 40 см и для подзолистых — 100 см. В табл. 1 приведена сравнительная характеристика обеспеченности культур сосны питательными веществами в корнеобитаемой толще на различных почвах Брянского лесного массива.

Материалы табл. 1 позволяют сделать следующие выводы:

в пределах корнеобитаемого слоя дерново-карбонатных почв валовое содержание запаса P_2O_5 , K_2O , MgO ниже, а содержание гумуса и азота выше, чем в зональных почвах Брянского лесного массива;

содержание обменного калия, выраженное в процентах от его ва-

лового запаса, в исследуемых почвах несколько больше, а содержание подвижного фосфора в несколько раз меньше, чем в сравниваемых подзолистых почвах (очевидно, в связи с малой доступностью фосфора при большом содержании в почве CaCO_3);

по валовому содержанию P_2O_5 , K_2O исследуемые почвы близки к среднеподзолистым на флювиогляциальных песках, где обычно (в условиях Брянского лесного массива) произрастают насаждения сосны I—III классов бонитета, но уступают им по содержанию MgO .

Величина $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ горизонта A_1 на всех пробных площадях близка к 8,0. В нижних горизонтах pH увеличивается до 8,4—8,8. Обменная кислотность pH_{KCl} горизонта A_1 колеблется в пределах 7,08—7,70.

Дерново-карбонатные почвы Брянского лесного массива, содержащие значительное количество гумуса, обладающие глинистым механическим составом и слабощелочной реакцией, отличаются и высокой емкостью поглощения (до 41 мг·экв на 100 г почвы). Выявленные особенности этих почв и обуславливают, наряду с другими факторами, рост и продуктивность культур сосны.

Методика таксационных исследований опубликована ранее [5].

Весь таксационный материал сравнивали с таксационными показателями культур сосны, созданных на других типах почв, но в схожих условиях местобитания Брянского лесного массива и Центрально-Черноземного района СССР.

Проведенные исследования выявили некоторые особенности хода роста культур сосны на дерново-карбонатных почвах. Так, в первые годы жизни до 7—10 лет рост культур в высоту замедлен и наблюдается значительный отпад деревьев. К 5 годам отпад равен 44—52%, а к 15-летнему возрасту достигает в сумме 60% от первоначального числа высаженных семян, что значительно больше отпада в культурах сосны на других типах почв Брянского лесного массива и Центрально-Черноземного района СССР. Однако к 60—65 годам число деревьев на 1 га выравнивается.

Таксационные показатели (H , D , M) исследуемых культур сосны до 15—20 лет ниже этих же показателей сравниваемых культур, затем с 20 и до 45—50 лет обгоняют, после чего начинают отставать. Если в возрасте 25 лет кривая хода роста по высоте проходит по верхней границе соответствующего класса бонитета, снижаясь к 50 годам к средней линии, то к 65 годам наблюдается снижение показателя производительности на один класс.

Резкое снижение класса бонитета можно объяснить следующим образом: дерново-карбонатные типичные почвы Брянского лесного массива имеют один горизонт A_1 мощностью не более 20—25 см. За горизонтом A_1 следует почвообразующая порода — меловой рухляк. Выщелоченные почвы имеют горизонт A_1 и BC общей мощностью 35—40 см, затем горизонт C (меловой рухляк).

В связи с плохой проницаемостью почвообразующей породы основная масса корней располагается только в маломощном гумусовом горизонте, что ведет к быстрому расходу запасов влаги в период вегетации. Уцелев и «привыкнув» к новым условиям, пользуясь богатством почвенного горизонта, при достаточной площади питания и влажности культуры сосны особенно интенсивно растут в высоту до 20—25 лет. К этому времени корни исчерпывают все возможности распределения вниз, а шнуровидные боковые корни тесно заполняют весь почвенный горизонт, что сокращает площадь питания и ухудшает водный режим. Многочисленные замеры показали, что якорный корень

проникает на глубину 30—40 см. Все это не может не вызвать резкого падения прироста по высоте, и как следствие — класса бонитета. Однако исследуемые чистые рядовые культуры сосны обыкновенной на дерново-карбонатных почвах Брянского лесного массива в возрасте до 65 лет относятся к высокопродуктивным культурам Ia и I классов бонитета и в запасе древостои имеют 85—87% деловой древесины, 58—73% которой относится к группе средних лесоматериалов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Айдинян Р. Х., Иванова М. С., Соловьева Т. Г. Метод определения емкости поглощения карбонатных и кислых почв. М., 1970. [2]. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. Изд. МГУ, 1961. [3]. Зайцев Б. Д. О запасах питательных веществ в профиле лесной почвы. — «Почвоведение», 1965, № 11. [4]. Ковригин С. А. К характеристике лесорастительных свойств комплекса перегнойно-карбонатных почв. — «Почвоведение», 1939, № 8. [5]. Красников Е. Л. Особенности роста культур сосны обыкновенной на дерново-карбонатных почвах. — «Лесохозяйственная информация», 1975, № 6. [6]. Мина В. Н. Некоторые вопросы изучения плодородия лесных почв. — «Почвоведение», 1959, № 6. [7]. Орловский Г. М., Остроумов Е. М., Литвиненко Н. А. Почвы Карачижско-Крыловского лесничества Брянского учебно-опытного лесхоза (объяснительная записка к почвенному плану). Брянск, 1970. [8]. Ткаченко М. Е. Общее лесоводство. М.—Л., Гослесбумиздат, 1952.

Поступила 10 июня 1977 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 634.0.378.34

К ВОПРОСУ О ТЕХНИЧЕСКОМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СПОСОБОВ ОСТАНОВКИ ПЛОТОВ

К. А. ЧЕКАЛКИН

Архангельский лесотехнический институт

Излагаются рекомендации по совершенствованию процесса остановки плотов в пунктах прибытия, в частности в Архангельском порту и на причалах временной передержки плотов зимней сплотки, полученные в результате исследований кафедры водного транспорта леса и гидравлики АЛТИ.

В настоящее время широкое практическое применение находят два способа остановки плотов в пунктах прибытия: при первом для торможения и остановки плота используют цепи-волокуши, лоты и якоря; при втором плот останавливается в результате трения о прибрежную отмель и в некоторой мере — работы теплохода-буксировщика против течения.

Оба способа технически несовершенны. При первом требуется большой вес донных тормозных средств, маневрирование которыми достаточно трудоемко и сложно. Поскольку тормозная способность цепей, лотов, якорей зависит от многих случайных факторов, то остановить плот на заранее заданном тормозном пути при этом способе практически невозможно. К тому же указанный способ далеко не везде применим. Донные тормозные средства плохо работают в условиях каменистых русел (например, реки Сибири) и совсем не могут быть использованы на участках рек, где проложены кабели (Архангельский порт) или нефтепроводы (Печорская лесоперевалочная база).

Недостатки способа остановки трением плота о грунт еще более существенны. Для прижима плота к берегу требуется большое количество вспомогательных теплоходов*, при трении плота бортовые пучки разрушаются, обрываются такелажные связи, плот, прижатый к берегу, при спаде уровня воды подвержен обсушке. Обеспечить точность остановки при этом способе совершенно невозможно.

Следовательно, совершенствование способов и средств остановки плотов в пунктах прибытия — достаточно актуальная задача. Она стала особенно острой в связи с ростом объемов береговой сплотки древесины. В обоснование сказанного можно привести два следующих мотива.

Во-первых, объем поступления плотов в пункты приплава в весенний период, когда процессы остановки плотов особенно усложнены, будет непрерывно возрастать. Во-вторых, наращивание объемов береговой сплотки сдерживается недостатком буксирной тяги для немедленной отбуксировки плотов зимней сплотки по мере их подъема весенним паводком. В дальнейшем этот дефицит тяги будет возрастать пропорционально росту объемов береговой сплотки. В создавшихся условиях

* По опыту остановки плотов в Архангельском порту весной нужен один теплоход мощностью 150 л. с. на каждую тысячу кубометров объема плота.

нельзя признать целесообразным наращивание количества тяги до пиковой ее потребности, поскольку общий объем перевозок леса в плотях не будет иметь значительного роста и, таким образом, после отбуксировки плотов зимней сплотки часть плотовой тяги будет обречена на неминуемый простой.

Представляется, что весьма разумный выход из создавшегося положения — отбуксировка поднятых весенним паводком плотов зимней сплотки на расположенные вблизи от плотбищ отстойные причалы, оборудованные на глубинах, где гарантирован отстой плотов, иногда, может быть, в течение длительного времени, без угрозы обсушки при спаде уровней воды в реке. Но эта операция может быть осуществлена только при наличии надежных, технически совершенных средств остановки плотов, рассчитанных на условия работы при весеннем половодье.

Исследование гидродинамических процессов остановки плотов, выполненное на кафедре водного транспорта леса и гидравлики АЛТИ [1, 5—7, 10, 11], позволяет для условий р. Северной Двины высказать следующие практические предложения по совершенствованию способа остановки плотов в пунктах приплыва и отстоя.

1. По габаритам плотов и экстремальным гидрологическим условиям речного потока устройства для остановки должны развивать тормозную силу 55—60 тс, что соизмеримо с прочностью продольных такелажных связей плота.

2. Поскольку в Архангельском порту, куда идет большой поток плотов, исключено применение донных средств торможения, то агрегаты для их остановки должны работать на принципе надводного торможения с помощью, например, тормозных лебедок, размещенных на несамходных или даже самоходных плавучих средствах.

Представляется, что совершенствование способов остановки плотов в пунктах прибытия будет осуществляться на базе изобретений, выполненных в Архангельском лесотехническом институте (создании для торможения плотов лебедочных установок, значительно отличающихся от известных).

Как показали наши исследования [10], при остановке плота с габаритами $415 \times 80 \times 1,8$ м и скорости течения 1,5 м/с постоянной тормозной силой 60 тс развивается средняя тормозная мощность 536 кВт. Совершаемая при этом тормозная работа эквивалентна 28 700 ккал тепла (тормозной путь 204 м, длительность торможения 224 с). Такое количество тепла исключает возможность использования лебедок с обычными фрикционными тормозами. В этих условиях можно применять спе-

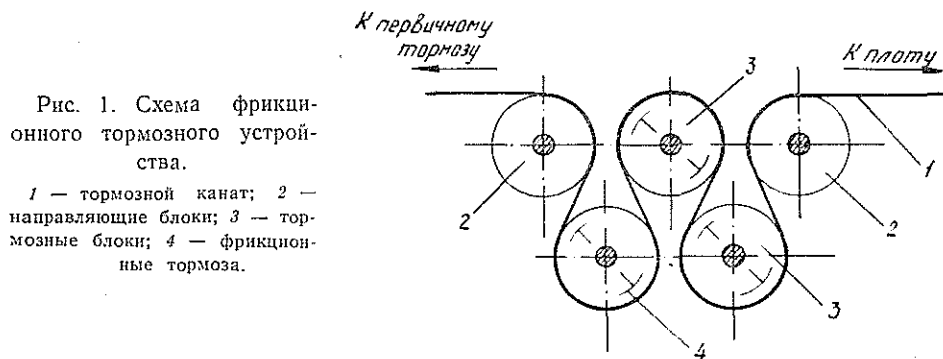


Рис. 1. Схема фрикционного тормозного устройства.

1 — тормозной канат; 2 — направляющие блоки; 3 — тормозные блоки; 4 — фрикционные тормоза.

циальное фрикционное тормозное устройство [1, 9], схема которого показана на рис. 1. Источником первичной тормозной силы служит или фрикционная лебедка, или гидродинамический тормоз (водный парашют) [2—4, 8].

Наличие нескольких ступеней в указанном фрикционном тормозном устройстве позволит маневрировать величиной тормозной силы в достаточно широких пределах.

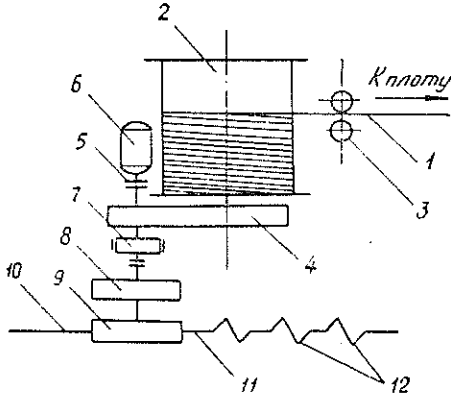


Рис. 2. Схема тормозной лебедки, нагруженной водяным насосом.

1 — тормозной канат; 2 — барабан тормозной лебедки; 3 — тросоукладчик; 4 — редуктор; 5 — разъемная муфта; 6 — электродвигатель; 7 — фрикционный тормоз; 8 — коробка перемены передач; 9 — центробежный водяной насос; 10 — всасывающая сторона насоса; 11 — нагнетательная сторона насоса; 12 — набор местных гидравлических сопротивлений.

В устройстве, представленном на рис. 2 [16], источником тормозной силы служит водяной насос, перекачивающий воду из реки в реку. Поскольку между барабаном лебедки и насосом 9 в рассматриваемом устройстве включена коробка перемены передач 8, а сопротивление в нагнетательной линии насоса представлено системой последовательно соединенных местных гидравлических сопротивлений 12 и количество одновременно работающих сопротивлений может регулироваться, то появляется возможность тормозить плоты на различных режимах.

Предлагаемые тормозные устройства устанавливаются на самоходном понтоне или самоходном судне по одному или по два в одном агрегате. В дальнейшем такой понтон будем называть тормозным.

Пункты остановки плотов заранее оборудуются донными опорами (рис. 3) двух назначений. Опоры 4 воспринимают нагрузки от торможения плота. После остановки плот передается на опоры 8. К донным опорам 4 крепят наплавную опору 5 с уравнивающим горизонтальным блоком 11, которая применяется в том случае, когда агрегат имеет две лебедки, работающие параллельно.

Якорные шейки донных опор присоединяют к удлиненным трубчатым буйам 9, методика расчета которых изложена в работе [14]. Наплавную опору 5 переводят из одного пункта остановки в другой вместе с тормозным понтоном. Следовательно, в пункте прибытия постоянны только донные опоры 4 и 8 с якорными шейками, закрепленными за трубчатые буй 9.

Пооперационная схема остановки плотов предлагаемыми тормозными понтонами представлена на рис. 3. Согласно этой схеме, процесс остановки плота состоит из пяти операций (а—д):

а) тормозной понтон 6 с наплавной опорой 5 ставят в исходное положение, т. е. крепят к донной опоре 4. После завершения этой операции теплоход-швартовщик 3 с наплавной опорой 10 встречает оста-навливаемый плот;

б) теплоход-швартовщик становится к внутреннему борту плота и закрепляет швартовые канаты за заднюю оконечность плота. Наплав-

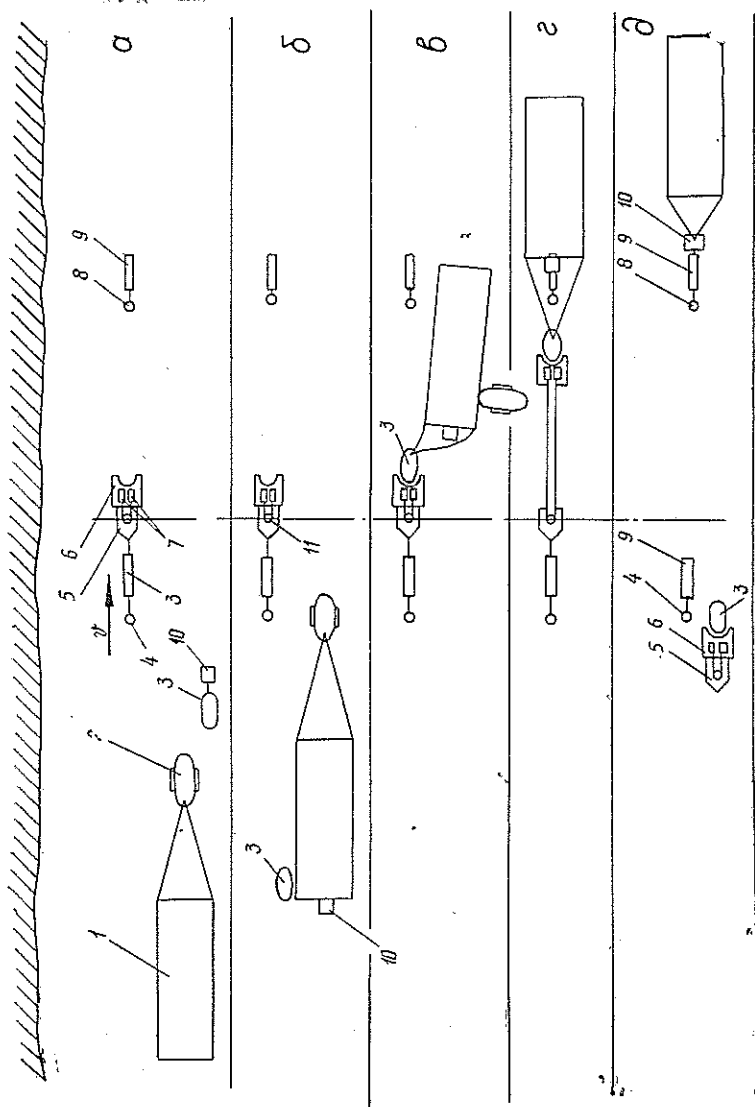


Рис. 3. Иллюстрационная схема остановки плотов.

1 — буксируемый плот; 2 — теплоход-буксировщик; 3 — теплоход-швартовщик; 4 — лонные опоры наплавного причала для тормозного понтона; 5 — передающая наплавная опора; 6 — тормозной понтон; 7 — тормозные лебедки на понтоне; 8 — лонная опора для плота; 9 — буй якорной шельмы; 10 — наплавная опора причала для плота; 11 — выравнивающий блок.

ную опору 10 устанавливают к заднему торцу плота. Свободные концы швартовых канатов складывают в бухты на плоту.

К моменту встречи плота швартовщиком теплоход-буксировщик 2 должен прекратить буксировку плота, а затем перейти к его задней оконечности и работой поперек потока обеспечивать следование плота на наименьшем расстоянии от тормозного понтона.

Пункт встречи плота швартовщиком назначают из расчета достаточности запаса времени на закрепление швартовых канатов на плоту до того, как плот подойдет к тормозному понтону;

в) плот швартуется к тормозному понтону 5 теплоходом-швартовщиком 3;

г) плот тормозится и останавливается тормозным понтоном;

д) плот передают на наплавной причал 10, который предварительно отсоединяют от плота и закрепляют за буй 9. Если якорный буй еще

находится под плотом, то плот стравливают до обнажения из воды. Тормозной понтон подтягивают к наплавной опоре 5, которую отсоединяют от буя, и после этого счал тормозного понтона 6 и наплавной опоры 5 переводят теплоход-швартовщиком 3 в новый пункт остановки очередного плота.

После расчалки остановленного плота наплавную опору 10 также отсоединяют от буя и переводят в очередной пункт остановки.

Одна из ответственных и скоротечных операций в предложенном процессе остановки — швартовка плота к тормозному понтону. Для этой цели можно использовать теплоход мощностью 150 или 300 л. с. из числа судов, эксплуатируемых на лесосплаве. Такой теплоход должен быть снабжен устройством для автоматической сцепки с тормозным понтоном [13] или специальными приспособлениями для навески конца швартового каната на борт теплохода [15] — рис. 4. На схеме изображен момент, когда теплоход-швартовщик уже подошел к тормозному понтону и носом зашел в направляющий фигурный вырез в его корме. С помощью такого выреза достигается совмещение положения огона 4 на переднем конце швартового каната с причальной тумбой тормозного понтона 13.

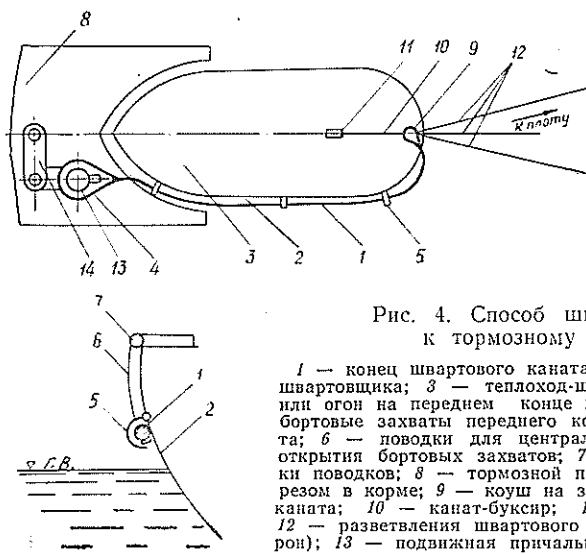


Рис. 4. Способ швартовки плота к тормозному понтону.

1 — конец швартового каната; 2 — борт теплохода-швартовщика; 3 — теплоход-швартовщик; 4 — коуш, или огон на переднем конце швартового каната; 5 — бортовые захваты переднего конца швартового каната; 6 — поводки для централизованного синхронного открытия бортовых захватов; 7 — направляющие блоки поводков; 8 — тормозной понтон с фигурным вырезом в корме; 9 — коуш на заднем конце швартового каната; 10 — канат-буксир; 11 — буксирный так; 12 — разветвления швартового каната (пропилен, капрон); 13 — подвижная причальная тумба; 14 — шарнирные звенья основания причальной тумбы.

После того как огон заведен за причальную тумбу, из рубки управления теплоходом одновременно открывают бортовые захваты 5 и так 11, в результате конец швартового каната отделяется от теплохода, и последний освобождается.

Маневры теплохода-швартовщика от плота к тормозному понтону рассчитывают по методике, изложенной в работе [11].

Для надежности операции по швартовке плота швартовые канаты следует делать составными. Конец каната 1 (рис. 4), навешиваемый на борт швартовщика, должен быть стальным, а концы 12, идущие к плоту, — из прочных синтетических канатов, не обладающих способностью быстро погружаться в воду.

При определении экономической эффективности предложенного способа остановки плотов важно правильно определить потребность в

гормозных понтонах, а также в плотовых причалах в пунктах прибытия плотов. Методика таких расчетов с использованием приемов теории массового обслуживания изложена в наших работах [12, 17].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Мельников Л. В., Чекалкин К. А. Расчет фрикционного тормоза для остановки плота. — Сборник трудов АЛТИ, 1972, вып. 33, с. 41—48. [2]. Мельников Л. В., Чекалкин К. А. Некоторые результаты экспериментального исследования установившегося движения водных парашютов. — Сборник трудов АЛТИ, 1974, вып. 43, с. 72—78. [3]. Мельников Л. В., Чекалкин К. А. Экспериментальное исследование неравномерного движения водных парашютов. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1975, № 2, с. 65—70. [4]. Мельников Л. В., Чекалкин К. А. Гидродинамический тормоз для остановки плота. Авт. свид. № 350726. — Бюл. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1972, № 27. [5]. Митрофанов А. А. Натурная проверка результатов модельных исследований неустановившегося движения плотов. — Сборник трудов АЛТИ, 1972, вып. 33, с. 66—71. [6]. Митрофанов А. А., Чекалкин К. А. Результаты исследования неустановившегося движения плотов на моделях. — Сборник трудов АЛТИ, 1972, вып. 33, с. 58—66. [7]. Чекалкин К. А. К теории расчетов средств остановки плотов. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1963, № 1, с. 82—93. [8]. Чекалкин К. А. Способ остановки плота на рейдах приплава. Авт. свид. № 268250. — Бюл. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1970, № 13. [9]. Чекалкин К. А. Фрикционное тормозное устройство. Авт. свид. № 338483. — Бюл. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1972, № 16. [10]. Чекалкин К. А. Об оптимальном режиме торможения плотов при остановке в пунктах прибытия. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1973, № 1, с. 45—51. [11]. Чекалкин К. А. О швартовке плота к тормозному устройству. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1973, № 4, с. 54—60. [12]. Чекалкин К. А. Расчет потребности тормозных устройств для остановки плотов в пунктах прибытия методами теории массового обслуживания. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1973, № 5, с. 128—133. [13]. Чекалкин К. А. Устройство для швартовки плота на рейдах приплава. Авт. свид. № 424943. — Бюл. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1974, № 15. [14]. Чекалкин К. А. О равновесии цилиндрического буя на течении. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1975, № 4, с. 66—71. [15]. Чекалкин К. А. Способ швартовки плота к тормозному устройству. Авт. свид. № 499171. — Бюл. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1976, № 2. [16]. Чекалкин К. А. Устройство для остановки плотов. Авт. свид. № 523849. — Бюл. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1976, № 29. [17]. Чекалкин К. А. Способ расчета потребности в причалах в пунктах прибытия плотов. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1976, № 3, с. 48—52.

Поступила 3 ноября 1976 г.

УДК 532.54 : 634.0.378

ПОДТЕКАНИЕ ЧАСТИЦ ЖИДКОСТИ К ГРАНИЦЕ ВОЗБУЖДЕННОГО ПОТОКА

Ю. Я. ДМИТРИЕВ, В. Н. ИСАЕВА

Марийский политехнический институт

Представлены результаты исследований возбужденного плоской струей потока в части подтекания к нему частиц жидкой среды и поведения лесоматериалов, плавающих вблизи его внешних границ. Установлены зависимости для функции токов, функции потенциала скоростей, получено уравнение линий подтекания к границе потока.

Возбужденный плоской гидравлической струей поток, двигаясь в среде, одинаковой с ним по физическим свойствам, в пути от струеобразующей щели теряет энергию на всасывание частиц жидкости из окружающей среды. Боковую поверхность его можно представить бесконечным множеством точек — стоков разного напряжения, равного

нулю в месте выхода потока из насадка, а по мере удаления от выходного отверстия щели — возрастающего линейно-пропорционально этому расстоянию [1, 2].

Частицы среды движутся под действием невихревого, отрицательного, прямолинейного стока неравномерного напряжения. Предполагая все движение невихревым, предопределяем наличие потенциала скоростей. Частные производные этого потенциала при следовании по линии тока для точек пространства, в котором расположена боковая поверхность расширяющегося, всасывающего потока, должны превращаться соответственно в радиальные v_r и осевые v_l скорости, определяемые установленными ранее уравнениями [4] и уравнением связи r :

$$v_l = \frac{4,92v_0 (\sqrt{ab})^{0,96}}{l^{0,96}}; \quad (a)$$

$$v_r = \frac{0,44v_0 (\sqrt{ab})^{0,71}}{l^{0,71}}; \quad (б)$$

$$r = 0,057l^{1,43}, \quad (в)$$

где v_0 — начальная скорость истечения струи;

a — высота струеобразующей щели;

b — ширина ее;

l — расстояние от выходного отверстия до сечения.

Скорость на всасывающей поверхности потока

$$v_r = \alpha\beta v_l l^{\beta-1}. \quad (1)$$

Ордината этой поверхности

$$r = \alpha l^{\beta}, \quad (2)$$

где $\alpha = 0,057$; $\beta = 1,43$ (получены из результатов опытов).

Функция радиальной скорости линейного стока имеет вид

$$v = \frac{v_r r}{1,49y} = 0,67 \frac{\alpha^{2\beta} v_l l^{2\beta-1}}{y}, \quad (3)$$

где y — расстояние от оси координат до рассматриваемой точки движущейся среды, нормальная составляющая скорость в которой равна v .

Для функции осевой скорости u должны выполняться следующие два условия [3]:

1) $u = v_l$ при $x = l$;

2) u такова, чтобы в функции потенциала скоростей выполнялось требование равенства второго дифференциального параметра нулю (рис. 1).

Запишем функцию u

$$u = \frac{v_l l^{0,96}}{2l^{0,96} - x^{0,96}}. \quad (4)$$

Найдем функцию потенциала скоростей из выражения

$$d\varphi = \frac{\partial\varphi}{\partial x} dx + \frac{\partial\varphi}{\partial y} dy, \quad (5)$$

где

$$\frac{\partial\varphi}{\partial x} = \frac{v_l l^{0,96}}{2l^{0,96} - x^{0,96}}; \quad (6)$$

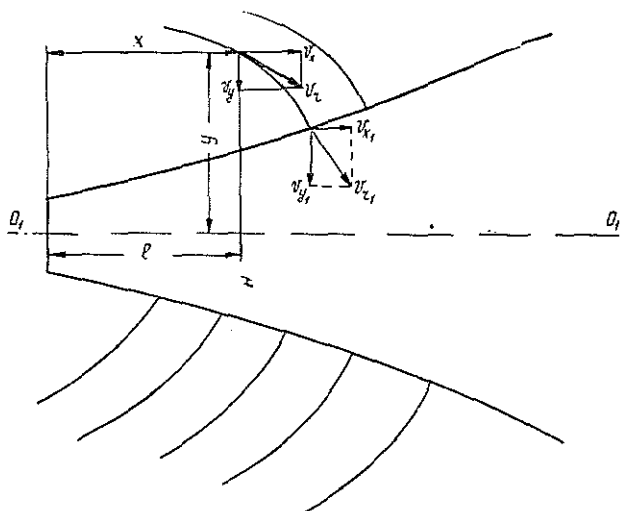


Рис. 1. Схема подтекания частиц жидкой среды к границе возбужденного потока.

$$\frac{\partial \varphi}{\partial y} = - \frac{0,67 \alpha^2 \beta v_l l^{2\beta-1}}{y}. \quad (7)$$

Знак минус введен для указания направления скорости v , к оси потока. Подставив выражения (6) и (7) в (5) и проинтегрировав, получим функцию потенциала скоростей в виде

$$\varphi = -0,67 \alpha^2 \beta v_l l^{2\beta-1} \ln |y| - 25 l^{0,96} v_l x^{0,04} + C. \quad (8)$$

При наличии потенциала скоростей для несжимаемой жидкости справедливы условия

$$\rho = \text{const}; \quad \frac{\partial \varphi}{\partial x} = u; \quad \frac{\partial \varphi}{\partial y} = v \quad (9)$$

и уравнение неразрывности

$$\frac{\partial (up)}{\partial x} + \frac{\partial (vp)}{\partial y} = 0 \quad (10)$$

примет форму

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0,$$

т. е.

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 0$$

или

$$\nabla^2 \varphi = 0, \quad (11)$$

которое носит название уравнения Лапласа.

Проверим, является ли выражение (8) функцией движения с потенциалом скоростей. Для этого покажем, что функция φ удовлетворяет уравнению (11),

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} = \frac{0,96 v_l l^{0,96} x^{-0,04}}{(2l^{0,96} - x^{0,96})^2}; \quad (12)$$

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = -0,67 \alpha^2 \beta v_l l^{2\beta-1} \frac{1}{y^2}; \quad (13)$$

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = \frac{0,96 v_l l^{0,96} x^{-0,64}}{(2l^{0,96} - x^{0,96})^2} - \frac{0,67 \alpha^2 \beta v_l l^{2\beta-1}}{y^2} = 0. \quad (14)$$

Учитывая, что $y = r = 0,057 l^{1,43}$ и $x = l$, преобразуем (14)

$$\frac{0,96}{l^{0,64} l^{0,96}} = \frac{0,67 \beta}{l},$$

отсюда

$$\frac{0,96}{l} \equiv \frac{0,96}{l}.$$

Полученное тождество доказывает выполнение $\nabla^2 \varphi = 0$.

При отыскании функции токов воспользуемся уравнением неразрывности для установившегося плоскопараллельного движения несжимаемой жидкости

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0.$$

Если существует такая функция $\Theta(x, y)$, для которой

$$u = \frac{\partial \Theta}{\partial y}; \quad v = \frac{\partial \Theta}{\partial x}, \quad (15)$$

то она называется функцией тока и представляет собой семейство линий тока, подчиняющееся условию

$$\Theta(x, y) = \text{const}. \quad (16)$$

Сравнивая (9) и (15), получим уравнения Коши—Римана

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{\partial \Theta}{\partial y}; \quad \frac{\partial \varphi}{\partial y} = -\frac{\partial \Theta}{\partial x}. \quad (17)$$

Для условия (17) справедливо равенство второго дифференциального параметра нулю

$$\frac{\partial^2 \Theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Theta}{\partial y^2} = 0.$$

Покажем это. Продифференцируем условия (17) по x и y и воспользуемся равенством смешанных производных второго порядка, тогда получим

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \Theta}{\partial y^2} &= \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y}; \\ -\frac{\partial^2 \Theta}{\partial x^2} &= \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y \partial x}, \end{aligned}$$

так как

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y \partial x},$$

то

$$\frac{\partial^2 \Theta}{\partial x^2} = -\frac{\partial^2 \Theta}{\partial y^2}$$

или

$$\nabla^2 \Theta = 0.$$

Следовательно, функция тока удовлетворяет уравнению Лапласа при плоском безвихревом движении жидкости.

Дифференциальное уравнение линии тока плоского поля имеет вид

$$\frac{dx}{u} = \frac{dy}{v},$$

а с учетом условий (17) оно запишется так:

$$\frac{\partial \theta}{\partial x} dx + \frac{\partial \theta}{\partial y} dy = 0. \quad (18)$$

Для линии тока время является параметром, поэтому левую часть уравнения (18) можно считать полным дифференциалом θ , т. е. $d\theta = 0$ или $\theta(x, y) = \text{const}$.

а) Градиент поля

$$\text{grad } \theta = \frac{\partial \theta}{\partial x} \bar{i} + \frac{\partial \theta}{\partial y} \bar{j}$$

имеет длину

$$|\text{grad } \theta| = \sqrt{\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2}}.$$

Величина градиента θ пропорциональна скорости: чем больше скорость, тем больше градиент и меньше расстояние между линиями тока, так как

$$(\text{grad } \theta)^2 = u^2 + v^2.$$

б) Линии тока и линии потенциалов перпендикулярны.

Для отыскания функции токов проинтегрируем уравнение (18) при выполнении условий (17)

$$-\frac{\partial \varphi}{\partial y} dx + \frac{\partial \varphi}{\partial x} dy = 0, \quad (19)$$

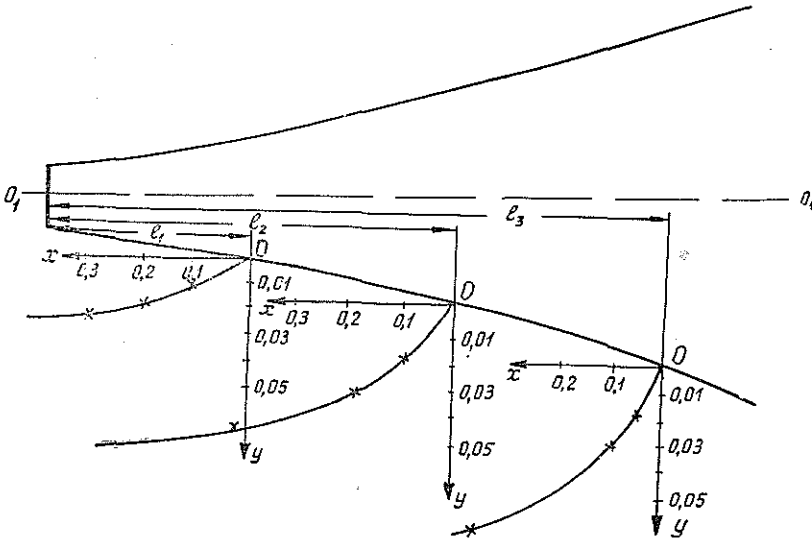


Рис. 2. Линии подтекания частиц жидкости к границе возбужденного потока.

откуда

$$\frac{v_{rr}}{1,49y} dx + \frac{v_l t^{0,96} dy}{2t^{0,96} - x^{0,96}} = 0. \quad (20)$$

Запишем решение уравнения (20)

$$-\frac{0,75}{v_{rr}} y^2 + C = \frac{2x}{v_l} - \frac{x^{1,96}}{1,96v_l t^{0,96}}. \quad (21)$$

Функция токов имеет вид

$$\Theta = \frac{x^{1,96}}{1,96v_l t^{0,96}} - \frac{2x}{v_l} - \frac{0,75y^2}{v_{rr}} + C, \quad (22)$$

где Θ должна удовлетворять уравнению Лапласа.

Докажем, что $\nabla^2 \Theta = 0$. Из выражения (20) следует

$$\frac{v_{rr}}{1,49y^2} = \frac{v_l t^{0,96} 0,96x^{-0,04}}{(2t^{0,96} - x^{0,96})^2}.$$

При $y = r$ и $x = l$, учитывая условие (в), получим

$$\frac{\beta v_l}{1,49l} = \frac{0,96v_l}{l},$$

отсюда

$$\frac{0,96}{l} \equiv \frac{0,96}{l},$$

что доказывает выполнение условия $\nabla^2 \Theta = 0$.

Следовательно, правомерность функции токов Θ по уравнению (22) оправдывается. Чтобы пользоваться этим уравнением, необходимо определить постоянную интегрирования C .

Учитывая, что при $x = 0$ ордината точки равна радиусу струи в выходном сечении, т. е. $y = r$, а также условия (б) и (в), получим уравнение при $C = \frac{0,75l}{v_l}$

$$y^2 = 0,005l^{1,96}x. \quad (23)$$

Принимая, что l произвольно, построим соответствующую линию тока (рис. 2), задаваясь одной координатой и определяя вторую по уравнению (23).

Особенно интенсивны линии подтекания на участке до первого переходного сечения, а дальше интенсивность их постепенно уменьшается.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Абрамович Г. Н. Турбулентные свободные струи жидкостей и газов. М., ЦАГИ, 1950. [2]. Гончаров В. М. Теория эжектора. — «Изв. Донского политехнического института. Механико-технологическая часть». Новочеркасск, 1930, т. 14. [3]. Дмитриев Ю. Я. Гидравлические ускорители на лесосплаве. М., «Лесная промышленность», 1971. [4]. Исаева В. Н., Дмитриев Ю. Я. Распространение плоских возбужденных гидравлическими струями потоков в широком водоеме с покоящейся в нем, до момента возбуждения, жидкостью. Красноярск, СибТИ, 1977.

Поступила 23 мая 1977 г.

УДК 634.0.378.3

**ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ
И СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ
ВОДОСБРОСНЫХ КОРИДОРОВ ПОПЕРЕЧНЫХ ЗАПАНЕЙ**

В. Н. ТРОФИМУК, В. Н. ХУДОНОВ

Сибирский технологический институт, СибНПЛО

Даны расчетные формулы расходов, скоростей, глубин в коридоре, представлена методика оценки распорных сил и сил влечения водосбросного коридора.

Один из эффективных способов снижения трудоемкости работ при разборке бревенных пыжей — устройство поперечных запаней с водосбросными коридорами в теле пыжа. При этом улучшаются условия формирования пыжа, соблюдаются рыбоохранные мероприятия, более благоприятны условия взаимодействия потока и русла как в самой запани, так и ниже ее створа.

Цель данной статьи — освещение результатов исследований ряда важных расчетных характеристик, которые могут быть использованы при проектировании и эксплуатации запаней с водосбросными коридорами.

Движение потока в водосбросном коридоре описывается известным дифференциальным уравнением установившегося движения жидкости с переменным по длине расходом [3]

$$\frac{dy}{dS} = \frac{dV_k}{g} \frac{dV_k}{dS} + \frac{\alpha(1-\alpha)V_k^2}{gQ_k} \frac{dQ_k}{dS} + \frac{dh}{dS} f, \quad (1)$$

где $\frac{dy}{dS}$ — отношение разности отметок уровней воды к длине элементарного участка dS ;

α — корректив кинетической энергии, равный отношению действительной энергии к ее значению, определяемому по средней скорости V_k ;

g — ускорение силы тяжести;

α — отношение проекции средней скорости присоединяющихся (или отсоединяющихся) масс воды u на направление средней скорости движения основной массы жидкости, т. е. на направление средней скорости основного потока v ;

$$\alpha = \frac{u}{v};$$

Q_k — расход воды в коридоре;

$\frac{dh}{dS} f$ — потери энергии на трение, отнесенные к длине участка dS .

После подстановок, преобразований, интегрирования получена следующая зависимость для оценки расхода воды в коридоре запани:

$$Q_k = Q_{кн} n^{\frac{1}{2-a}} \sqrt{\frac{A - n^{\frac{4-3a}{2-a}}}{A-1}}, \quad (2)$$

где

$$A = \frac{1 + V_{кн}^2(4-3a)}{2gh_n}; \quad (3)$$

$Q_{\text{кн}}$, $V_{\text{кн}}$ — расход и средняя скорость потока при входе в коридор;

$$n = \frac{h}{h_{\text{н}}};$$

$h_{\text{н}}$ — глубина в начале коридора;

h — глубина потока в расчетном створе коридора.

Ряду параметров, входящих в формулу (2), можно дать только качественную теоретическую оценку, количественная же оценка их чрезвычайно затруднена. Поэтому были проведены специальные экспериментальные исследования для определения коэффициента расхода

$$K_Q = \frac{Q_{\text{к}}}{Q}, \quad (4)$$

где Q , $Q_{\text{к}}$ — соответственно общий расход потока и расход воды в коридоре запани.

На основе теоретических предпосылок, подтвержденных опытами, установлено, что коэффициент расхода может быть выражен следующей функциональной зависимостью:

$$K_Q = f \left(\frac{b_{\text{к}}}{b_{\text{р}}}; h_{\text{б}}; V_{\text{б}}; \frac{L'_{\text{к}}}{b_{\text{р}}} \right), \quad (5)$$

где $b_{\text{к}}$ — ширина коридора;

$b_{\text{р}}$ — ширина запани;

$V_{\text{б}}$, $h_{\text{б}}$ — бытовая средняя по живому сечению скорость и бытовая глубина;

$L'_{\text{к}}$ — расстояние между рассматриваемым створом коридора и створом поперечной запани.

На рис. 1. для примера представлено семейство кривых $K_Q = f \left(\frac{b_{\text{к}}}{b_{\text{р}}}; V_{\text{б}}; \frac{L'_{\text{к}}}{b_{\text{р}}} \right)$ для базовой бытовой глубины $h_{\text{б}} = 4,5$ м.

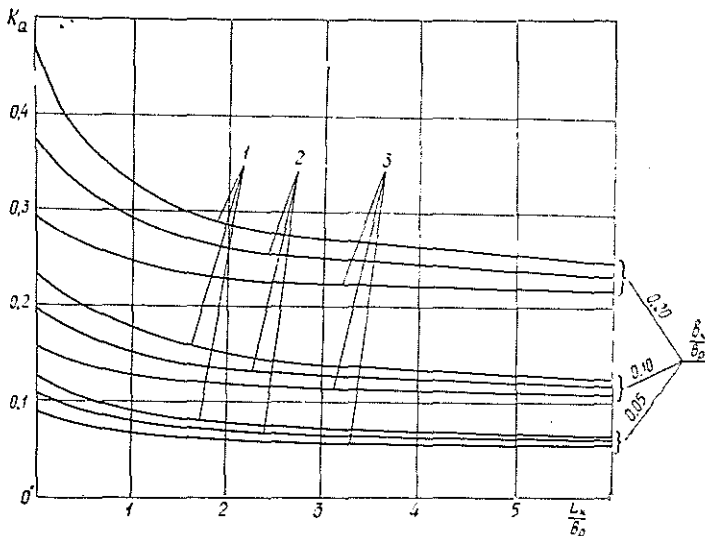


Рис. 1.

1 — $V = 2$ м/с; 2 — $V = 1,5$ м/с; 3 — $V = 1$ м/с.

Глубина потока в коридоре h_k определится как сумма бытовой глубины и подпора от пыжа Δz , определяемого по известным зависимостям (например Л. И. Пашевского [2]).

Проведенные исследования позволяют дать количественную оценку основным гидравлическим и геометрическим параметрам потока (Q_k , h_k , V_k) в водосбросном коридоре запани.

Определенный интерес представляет также оценка сил, действующих на коридор в процессе взаимодействия пыжа этого типа запани с потоком: единичных распорных сил P_{\perp} и сил влечения коридора P [1, 2]. Силы влечения складываются из сил трения пыжа о стенки коридора и сил, действующих на кромки начальной секции коридора (рис. 2). Действие распорных сил по длине коридора неравномерно. Их максимум приходится на последнюю секцию коридора. С увеличением длины пыжа распорные силы и силы влечения коридора возрастают.

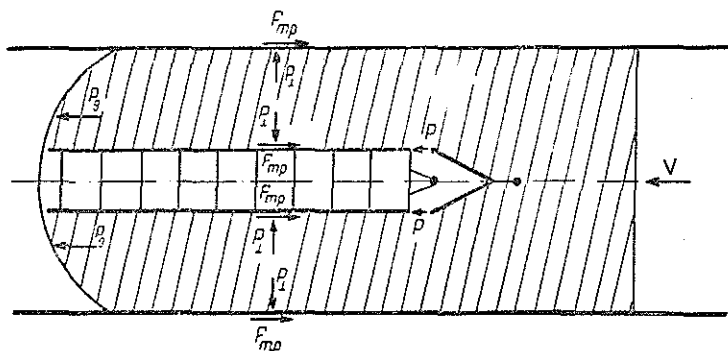


Рис. 2. Схема сил, действующих на коридор.

Для удобства практических расчетов представим единичные распорные силы и силы влечения коридора в следующем виде:

$$P_{\perp} = K_{\perp} P_d; \quad (6)$$

$$P_{вл} = K_{вл} P_d, \quad (7)$$

где K_{\perp} — коэффициент распора;

$K_{вл}$ — коэффициент сил влечения коридора;

P_d — единичная действующая сила в створе запани (на единицу ширины запани).

Исследованиями установлено, что коэффициенты K_{\perp} и $K_{вл}$ зависят от следующих параметров:

$$K_{\perp} = f \left(V_0; \frac{b_k}{b_p}; \frac{L'_k}{b_p}; a_0 \right); \quad (8)$$

$$K_{вл} = f \left(V_0; \frac{b_k}{b_p}; \frac{L_k}{b_p}; a_0 \right), \quad (9)$$

где L_k — длина коридора;

a_0 — относительное расстояние, характеризующее расположение коридора в плане.

$$a_0 = \frac{a_a}{b_p},$$

a_a — абсолютное расстояние от берега до оси коридора.

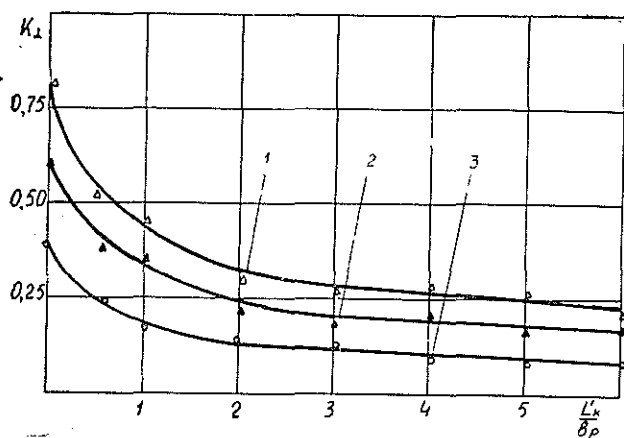


Рис. 3.

- 1 — $V = 2$ м/с;
2 — $V = 1,5$ м/с;
3 — $V = 1$ м/с.

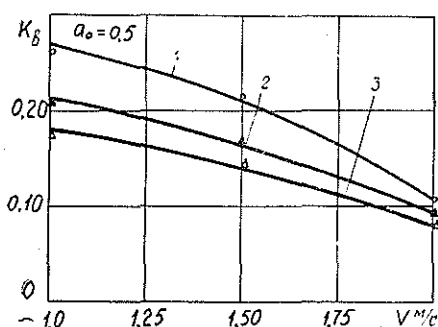


Рис. 4.

- 1 — $\frac{L_k}{b_p} = 2$; 2 — $\frac{L_k}{b_p} = 4$;
3 — $\frac{L_k}{b_p} = 6$.

Анализ опытных данных показал, что коэффициенты распора и сил влечения практически не зависят от a_0 и отношения $\frac{b_k}{b_p}$. Коэффициент K_{\perp} исследовали для отдельных участков по длине коридора, коэффициент K — для коридора в целом.

Для примера, на основе экспериментальных исследований на рис. 3, 4 представлены значения коэффициента $K_{\perp} = f(V_0; \frac{L_k}{b_p})$ при расположении коридора у берега и значения коэффициента $K_b = f(V_0; \frac{L_k}{b_p})$ при расположении коридора по оси запани.

Распорные силы, действующие на расчетный участок коридора длиной l_p , определяются по формуле

$$P_{\perp} = p_{\perp} l_p. \quad (10)$$

Общая сила влечения коридора

$$P_{вл} = p_{вл} l_k. \quad (11)$$

где l_k — общая длина стенок коридора, взаимодействующих с пыжом.

При расположении коридора у берега l_k равна длине коридора L при иных расположениях коридора по ширине реки $l_k = 2L_k$.

Предлагаемые расчетные зависимости позволяют количественно оценить силы, действующие на коридор, при взаимодействии пыжа с потоком в запанях с водобросными коридорами.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Александров В. Д. Расчет сил, действующих на элементы запани с пойменным водобросом.—Сборник научных трудов по лесосплаву, № 7. М., «Лесная

промышленность», 1966. [2]. Арнштейн Г. Э., Пашевский Л. И. Запани и бонь. Л., Гослесбумиздат, 1936. [3]. Маккавеев В. М., Богомолов А. И. Гидравлика. М., Речиздат, 1949.

Поступила 21 марта 1977 г.

УДК 621.825.54 : 667.621.262.2

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ВЫСОКОТЕПЛОПРОВОДНЫХ КЛЕЕВ В ФРИКЦИОННЫХ УЗЛАХ ЛЕСНЫХ ЛЕБЕДОК

П. С. НАРТОВ, В. М. ПОПОВ, Л. П. КОНДРАТЬЕВ,
В. П. БЕЛОКУРОВ

Воронежский лесотехнический институт

Исследована возможность применения теплопроводных клеев для крепления фрикционных лент на лесных лебедках. Из полученных данных следует, что коэффициент трения при данном клеевом креплении стабилизируется в фрикционных узлах при различных эксплуатационных режимах работы лесных машин.

Исследования, проведенные на кафедре механизации лесохозяйственных работ Воронежского лесотехнического института по увеличению нагрузочной способности лебедок лесных машин, показали преимущество установки на лесные лебедки ленточных фрикционных муфт вместо широко применяемых колодочно-пневмокамерных и конусных [2]. При одинаковых габаритах ленточные фрикционные муфты способны передавать гораздо больший крутящий момент. Это достоинство учтено Майкопским СКБ «Лесмаш» при проектировании новых лесных лебедок ЛЛ-22, ЛЛ-23, ЛЛ-20 и ЛС-VI.

Надежность и долговечность работы любого фрикционного узла определяется как эксплуатационными факторами (скорость относительного скольжения v , удельное давление p и т. д.), так и свойствами фрикционного материала, основным показателем которого является коэффициент трения f . На этот фактор существенно влияет температурный режим, в котором работает узел. Исследования, проведенные ВНИИПТМАШ для фрикционных материалов 8-229-63, 8-231-63, 8-226-63, 7КФ-31 и т. д., показали, что увеличение температуры от 150 до 220—230°C снижает коэффициент трения в 1,8—2 раза [1]. Вместе с тем известно, что в зоне трения фрикционной пары, даже при слабом режиме нагружения, температура колеблется в пределах 180—200°C.

В связи с этим нами были выявлены факторы, обеспечивающие стабилизацию коэффициента трения. Исследования вели на базе модернизированной лебедки ЛЛ-8М и вновь спроектированной ЛЛ-22. Один из путей стабилизации коэффициента трения — совершенствование отвода тепла от фрикционного материала. Традиционное заклепочное соединение создает значительные термические сопротивления на пути теплового потока от зоны трения. К недостаткам заклепочного соединения относится и то, что истирание фрикционного материала допустимо лишь на глубину фаски под заклепку, после чего материал подлежит замене.

Термическое сопротивление, как известно, зависит от фактической площади контакта между микронеровностями поверхности соприкаса-

емых субстратов. Для фрикционных узлов, в которых фрикционный материал соединен со стальной лентой посредством заклепок, характерна малая полезная площадь контактов вследствие низкой чистоты поверхностей и неплотного их прилегания. Заполнение пустот и других микронеровностей теплопроводящей клеевой фазой позволило бы значительно улучшить теплосток [3], а также обеспечить равномерное распределение напряжений и высокую прочность склеивания. Поэтому для соединения фрикционных накладок и лент определенным практический интерес представляет применение клеев.

Клеи, применяемые в настоящее время в машиностроении, имеют низкий коэффициент теплопроводности. Теплопроводность гетерогенных клеевых композиций может быть повышена за счет использования металлических наполнителей или некоторых окислов, карбидов и нитридов [4].

Коэффициент теплопроводности повышается пропорционально количеству вводимого наполнителя, но одновременно увеличивается вязкость клея и ухудшаются его адгезионные свойства.

При определении оптимального состава гетерогенной клеевой композиции с интересующей нас теплопроводностью и прочностью использовали эпоксидную смолу ЭД-20, обладающую высокой адгезией к разнородным конструкционным материалам и низким коэффициентом вязкости порядка 65 П (при 225°C), пластифицируемую дибутилфталатом и отверждаемую полиэтиленимином. В качестве наполнителей использовали нитрид бора BN [4], а также высокотеплопроводный коллоидный графит С-1 и окись алюминия Al_2O_3 .

Клеевую композицию готовили при бинарном введении наполнителя, что представляет значительный интерес, так как при различном сочетании вводимых наполнителей существенно изменяются физико-механические свойства композиций. Клеевые матрицы — связующее + графит С-1 + BN и связующее + BN + Al_2O_3 — после тщательного перемешивания отверждали в течение 4 ч при 80°C. Теплопроводность определяли на установке, работающей в квазистационарном тепловом режиме при монотонном изменении температуры, а прочность на сдвиг — на универсальной машине УМ-5А при скорости перемещения зажимов 6 мм/мин.

Исследование свойств трехкомпонентных систем (связующее + графит + BN и связующее + BN + Al_2O_3) связано с проведением определенного числа экспериментов и построением диаграмм состав — свойство. Опыты повторяли трехкратно.

При проведении опытов использовали симплексно-решетчатый метод планирования эксперимента по Шеффе [5]. При этом переходили к новой системе координат, где вершины z_1 , z_2 и z_3 принимали за самостоятельные так называемые псевдокомпоненты, относительно которых и строили симплексную решетку.

Известно, что поверхности отклика физико-механических характеристик подобных смесей обычно бывают гладкими и могут быть аппроксимированы полиномами невысоких порядков. Поэтому поверхности отклика описывали сначала в виде полиномов второго порядка.

Таблица 1

Матрица планирования и результаты опытов
для клеевой композиции связующее + графит + нитрид бора

Номер опыта	Матрица планирования для псевдокомпонент			Состав композиции, мас. ч. на 100 мас. ч. ЭД-20			Результаты опытов	
	z_1	z_2	z_3	Связующее	Графит	Нитрид бора	λ Вт/(м·град)	τ кгс/см ²
				x_1	x_2	x_3		
1	1	0	0	100	15	10	0,51	220
2	0	1	0	70	45	10	1,22	178
3	0	0	1	70	15	50	1,10	202
4	0,5	0,5	0	85	30	10	0,98	199
5	0,5	0	0,5	85	15	30	0,785	254
6	0	0,5	0,5	70	30	30	1,14	223
7	0,33	0,33	0,33	80	25	23,33	1,00	229
8	0,2	0,6	0,2	76	33	18	1,08	218

Таблица 2

Матрица планирования и результаты опытов для клеевой композиции связующее + нитрид бора + окись алюминия

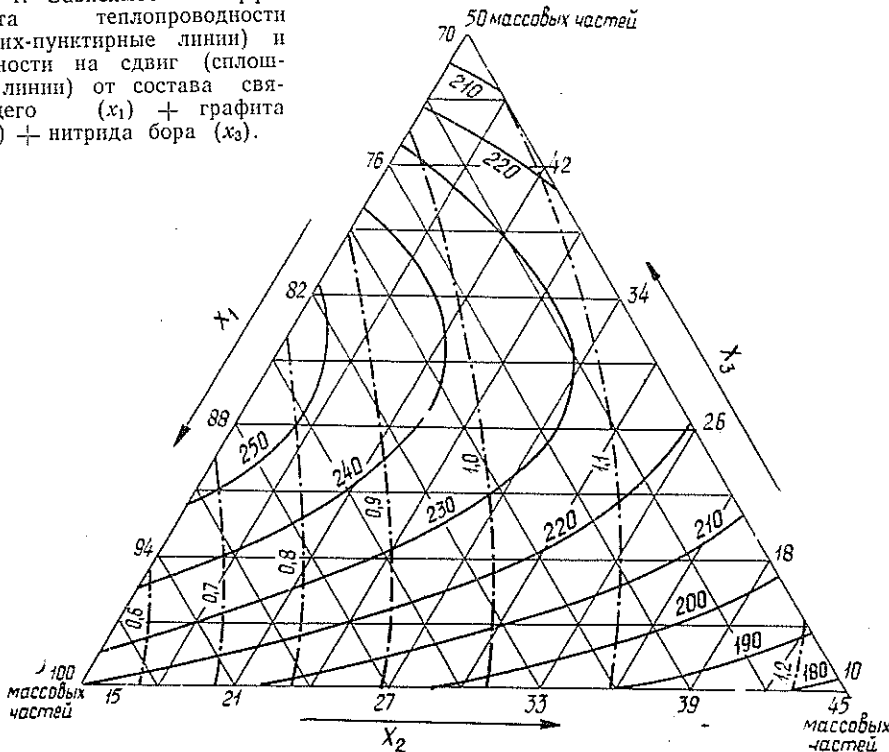
Номер опыта	Матрица планирования для псевдокомпонент			Состав композиции, мас. ч. на 100 мас. ч. ЭД-2)			Результаты опытов	
	z ₁	z ₂	z ₃	Связующее	Графит	Нитрид бора	λ Вт/(м·град)	τ кгс/см ²
				x ₁	x ₂	x ₃		
1	1	0	0	100	30	10	0,41	191
2	0	1	0	70	60	10	0,88	172
3	0	0	1	70	30	40	0,56	213
4	0,5	0,5	0	85	45	10	0,63	240
5	0,5	0	0,5	85	30	25	0,51	242
6	0	0,5	0,5	70	45	25	0,68	174
7	0,33	0,33	0,33	80	40	20	0,61	228
8	0,2	0,6	0,2	76	48	16	0,68	207

Адекватность моделей проверяли по двум проверочным точкам. Матрица планирования и содержание исходных компонентов в экспериментальных точках представлены в табл. 1 и 2.

По рассчитанным коэффициентам регрессии были построены адекватные квадратичные модели:

$$\begin{aligned}
 y_1 &= 0,51z_1 + 1,22z_2 + 1,1z_3 + 0,46z_1z_2 - 0,08z_1z_3 - 0,08z_2z_3; \\
 y_2 &= 220z_1 + 178z_2 + 202z_3 + 172z_1z_3 + 132z_2z_3; \\
 y_3 &= 0,41z_1 + 0,88z_2 + 0,56z_3 - 0,06z_1z_2 + 0,1z_1z_3 - 0,16z_2z_3; \\
 y_4 &= 191z_1 + 72z_2 + 213z_3 + 234z_1z_2 + 160z_1z_3 - 74z_2z_3.
 \end{aligned}$$

Рис. 1. Зависимость коэффициента теплопроводности (штрих-пунктирные линии) и прочности на сдвиг (сплошные линии) от состава связующего (x₁) + графита (x₂) + нитрида бора (x₃).



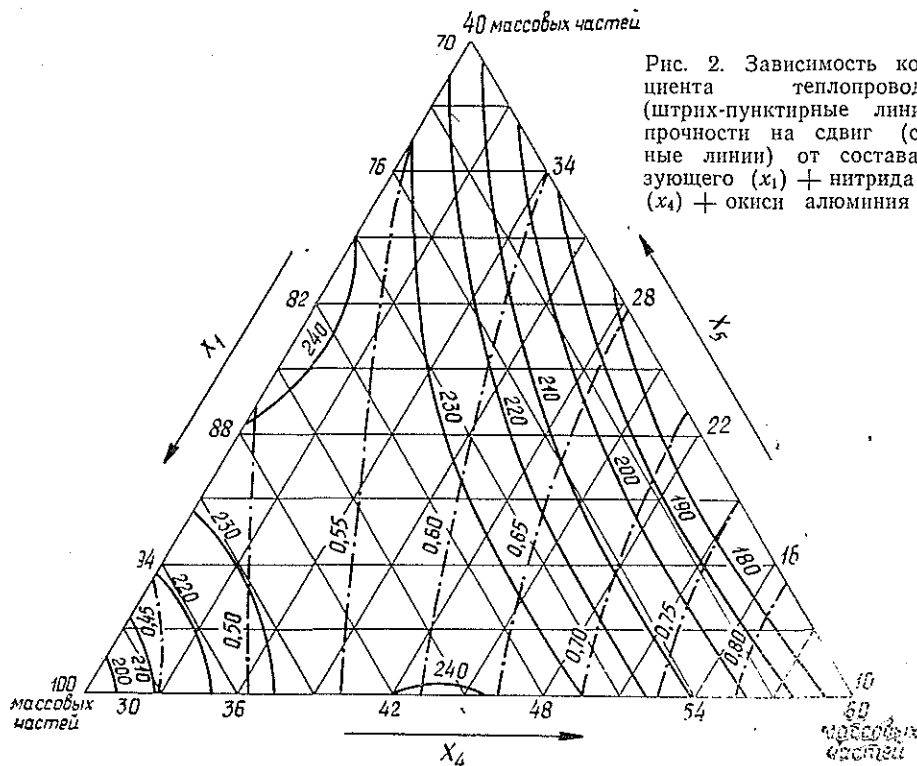


Рис. 2. Зависимость коэффициента теплопроводности (штрих-пунктирные линии) и прочности на сдвиг (сплошные линии) от состава связующего (x_1) + нитрида бора (x_2) + окиси алюминия (x_3).

Диаграмму состав — свойство на основании найденных уравнений регрессии строили в псевдокоординатах. Переход к истинным координатам проводили графически. Построение проекций линий равных значений свойств на симплекс с шагом варьирования псевдокоординат 0,1 рассчитывали на ЭЦВМ.

Полученные диаграммы (рис. 1 и 2) позволяют рассмотреть зависимость λ τ от комплексного изменения варьируемых факторов.

Из диаграммы состав — свойство (рис. 1) следует, что при $\lambda = 1,1$ Вт/(м · град) и $\tau = 220 : 230$ кгс/см² оптимальный состав бинарного наполнителя следующий: графита 20—30, нитрида бора 30—40, связующего — 70—73 массовые части. Как видим, графит оказывает меньшее влияние на теплопроводность клевого компаунда, чем нитрид бора, хотя теплопроводность графита на порядок выше теплопроводности BN. Это объясняется влиянием поверхности наполнителя на молекулярную структуру сшивки полимера и ее ориентацию между частицами наполнителя.

Как видно из рис. 2, для клевого компаунда с бинарным наполнителем $Al_2O_3 + BN$ при $\lambda = 0,65 \div 0,70$ Вт/(м · град) и $\tau = 200 : 220$ кгс/см² оптимальное содержание нитрида бора — 40—50, окиси алюминия — 15—20, связующего — 76—80 массовых частей.

Из диаграммы следует, что клеевая композиция в сочетании с бинарным наполнителем графит С-1 + BN имеет теплопроводность в 1,6—1,7 раза выше, чем в сочетании с $Al_2O_3 + BN$, и в 7—8 раз выше по сравнению с применяемыми в машиностроении ненаполненными клеями.

Полученные теплопроводные клеевые композиции использовали Майкопский машиностроительный завод и др. при изготовлении муфт и тормозов лебедок ЛЛ-8 и ЛЛ-22 для крепления к металлической ленте фрикционных накладок 6КВ-10. Производственные испытания лебедок ЛЛ-22, проведенные в Гузерипльском опытно-показательном лесопромхозе и на Ангарской лесоперевалочной базе, показали достаточно высокую нагрузочную способность и надежную работу лебедок с наклеенным фрикционным материалом 6КВ-10. При этом были получены следующие значения коэффициента трения во фрикционных узлах ленточных муфт: при креплении на заклепах $f=0,38$, на клеевом компаунде с бинарным наполнителем нитрид бора+окись алюминия $f=0,44$ и на компаунде с бинарным наполнителем коллоидный графит С-1+нитрид бора $f=0,50$.

Таким образом, исследования показали, что применение теплопроводных клеевых композиций для крепления фрикционных материалов в лебедках лесных машин позволяет улучшить теплообмен (теплосток) в узле трения, что обеспечивает стабильность коэффициента трения. Кроме этого, применение клеев для крепления накладок увеличивает надежность и долговечность рабочего ресурса лебедок лесных машин.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Исследование узлов и деталей ПТМ. Труды ВНИИПТМАШ. Вып. 7(49). М., 1964. [2]. Нартов П. С., Церлюк М. Д., Кондратьев Л. П. Нагрузочная способность ленточных реверсивных фрикционных лесных лебедок. — Машины и орудия для механизации лесозаготовок. Вып. 4. Л., 1975. [3]. Попов В. М., Белокуров В. П. К вопросу о термическом сопротивлении клеевых прослоек на основе высоковязких клеев. — «Механика полимеров», 1975, № 2. [4]. Эрлих И. М. и др. — В сб.: Заливочные компаунды и герметики. ЛДНТП, 1971, с. 44—48. [5]. Scheffe H. Simplex-centroid design for experiments with mixtures. — J. Roy. Statist. Soc., 1963, b. 25, 2, 235.

Поступила 15 ноября 1976 г.

УДК 629.114.2.001.2:531

О ВЫБОРЕ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ ПОГРУЖЕННЫХ ДЕРЕВЬЕВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ КОЛЕБАНИЙ ЛЕСНЫХ МАШИН

А. В. ЖУКОВ

Белорусский технологический институт

Рассмотрены результаты теоретических и экспериментальных исследований по обоснованию расчетных моделей погруженных деревьев. Даны практические рекомендации по составлению и практическому использованию расчетных моделей деревьев в структуре общей колебательной модели лесных машин.

При расчетно-теоретических исследованиях динамических колебательных явлений, возникающих при работе специальных лесных машин, неизменным элементом эквивалентных расчетных моделей является дерево или пачка деревьев (хлыстов). Своеобразные колебательные свойства дерева определенным образом влияют на общий характер колебаний машин, их динамику. Поэтому для большего соответствия реальной машины и ее расчетной модели очень важно правильно отразить колебательные свойства деревьев.

В практике проектирования специальных лесных машин широко используется трехмассовая расчетная модель дерева, впервые примененная при исследовании динамики лесовозных автопоездов Б. Г. Гастевым [3].

В отдельных случаях используются более простые расчетные модели [6, 7], где хлыст (пачка) принимается в виде гибкого стержня с одной дискретной массой, сосредоточенной в центре тяжести. Некоторые авторы рассматривают деревья в виде балки с равномерно или неравномерно распределенной нагрузкой [8], ступенчатой балки [5], стержня с четырьмя или более дискретными массами [1, 4].

Н. И. Библиук, Б. В. Билык и Б. Т. Перетятко в работах [1, 2] приводят результаты исследований по определению частот собственных колебаний хлыстов как предмета транспортирования. В диапазоне от 0 до 150 1/с авторы выявили пять частот для полностью погруженных и три частоты для полупогруженных хлыстов и рекомендуют отражать их колебательными расчетными схемами транспортных систем.

В Белорусском технологическом институте также проведены экспериментальные и расчетные исследования, которые позволили дополнить литературные данные о колебательных свойствах деревьев.

При экспериментальных исследованиях использована методика определения собственных частот изгибных колебаний стволов деревьев, аналогичная описанной в работе [1].

Как показал анализ записанных при опытах осциллограмм, свободные колебания деревьев имеют особенности, которые по-разному проявляются в зависимости от длины дерева, наличия кроны и других факторов.

При размещении деревьев на двух опорах колебания свисающих вершин при существенной их длине оказывают влияние на колебания ствола. Это влияние усугубляется наличием кроны, что иллюстрируется экспериментальными кривыми, представленными на рис. 1. Если на рис. 1, а кривая 1 явно двухкомпонентная, то на рис. 1, б аналогичная кривая содержит одну явную частоту, наложение колебаний более высокой частоты выражено не столь явно. Сравнение кривых 2 указывает на то, что при отсутствии кроны частота колебаний свисающей вершины повысилась, что является следствием уменьшения массы консольной части дерева. Колебания в этом случае затухают медленнее. Это характерно и для деревьев других пород (рис. 1, в и г).

Для полупогруженных деревьев при наличии кроны и без нее колебания ствола, как правило, происходят с частотой основного тона, в некоторых случаях имели место и двухкомпонентные кривые с весьма существенным соотношением частот.

В целом результаты проведенных нами экспериментальных исследований свободных колебаний хлыстов совпадают с результатами исследований, изложенных в работе [1]. Однако нами получены некоторые дополнительные данные. Установлено, что в большинстве случаев для деревьев (хлыстов) на двух опорах, при соотношении межопорного расстояния и длины свисающих вершин, близком к соотношению указанных величин для лесовозного автопоезда, изгибные колебания ствола происходят с частотой основного тона. Для пачки деревьев кривые свободных колебаний, как правило, однокомпонентные.

В целях обоснования расчетной модели деревьев экспериментальные кривые колебаний деревьев сравнивали с аналогичными кривыми, полученными расчетным путем для различных по степени сложности расчетных моделей (рис. 2).

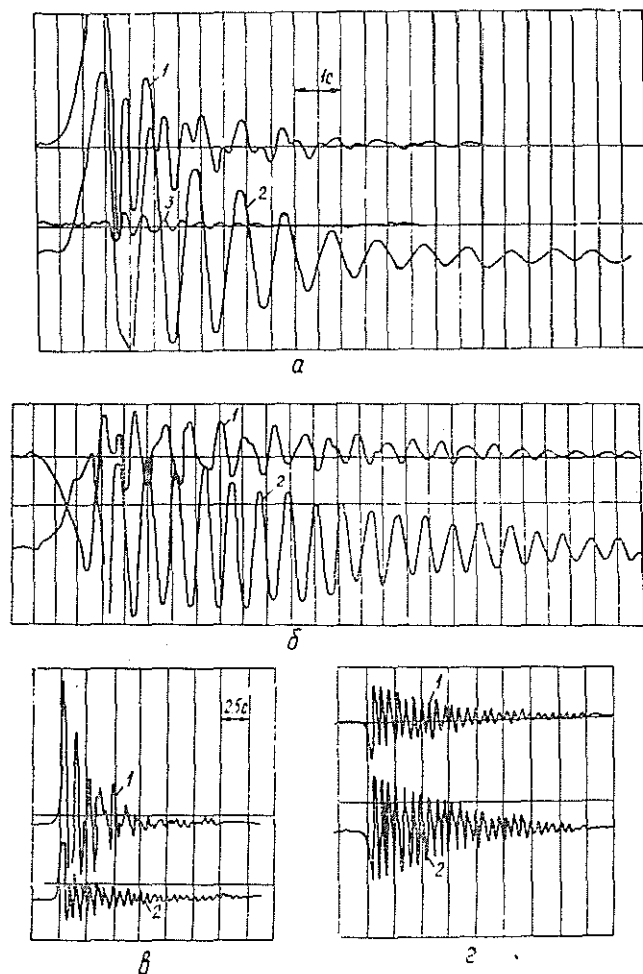


Рис. 1. Осциллограммы колебаний деревьев березы ($d_n=22$ см), расположенных на двух опорах ($L=8,57$ м) с кроной (а) и без кроны (б), а также ели ($d_n=18$ см, $L=7,17$ м) с кроной (в) и без кроны (г).

1 — ствол (центр тяжести); 2 — верхняя; 3 — кобель.

Вычисления производились для одно-, двух-, трех- и четырехмассовых моделей деревьев (ель, $d_n=20$ см; сосна, $d_n=17$ см) и пачки из пяти стволов деревьев разных пород с учетом и без учета наличия кроны.

Дифференциальные уравнения колебаний записывали в обратной форме с учетом демпфирования, коэффициенты влияния и коэффициенты сопротивлений определяли экспериментально. Дискретизацию масс модели производили методами, аналогичными изложенным в работах [2, 3]. При рассмотрении вариантов четырехмассовой модели с консолью массу кроны присоединяли к дискретной массе консольной части ствола (для сосны) или распределяли между консольной и смежной с нею дискретной массой (для ели).

Уравнения решали на ЭВМ «Мир-2» и аналоговой вычислительной машине «МН-7».

Анализ расчетных и экспериментальных данных дает основание считать, что при большом межпролетном расстоянии и отсутствии значительного свисания свободных концов дерева хорошую точность дает применение модели 1.

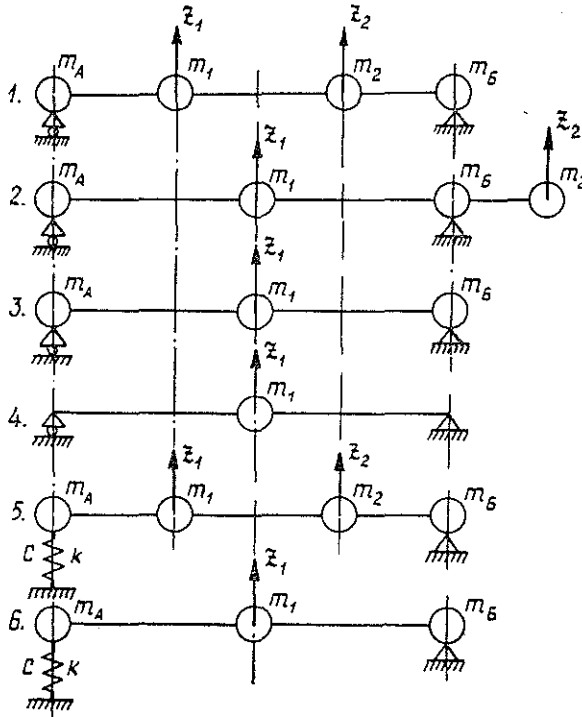


Рис. 2. Расчетные модели деревьев.

В большинстве случаев для эталонных деревьев при возбуждении колебаний в сечениях, близких к опорным, расхождение частот основного тона и амплитуд свободных колебаний не превышало 6—8%.

При значительном свисании вершинной части дерева за опорой наиболее близкое совпадение расчетных и экспериментальных кривых свободных колебаний наблюдалось для модели 2.

Установлено, что при незначительном свисании концов дерева сходимость расчетных кривых, полученных для трехмассовой модели 3, с экспериментальными также хорошая, что иллюстрируется рис. 3, а.

В некоторых случаях, особенно для пачки хлыстов, при использовании модели 3 расчетные кривые свободных колебаний совпадали с экспериментальными даже лучше, чем при использовании модели 1 (рис. 3, б).

Для изучения колебаний деревьев в составе упругой динамической системы были проведены расчетные исследования моделей 5 и 6 и экспериментальные — на стенде с упругими опорами.

Колебания системы возбуждали предварительной деформацией упругого элемента или внезапным приложением нагрузки на опоре.

На рис. 4 приведены расчетные и экспериментальные зависимости $z_A = f(t)$ и $z_1 = f(t)$ при возбуждении колебаний системы предварительной деформацией пружинной опоры. Расчетные кривые соответствуют трехмассовой модели пачки (модель 6). Дискретная масса m включает подрессоренную массу опоры.

Основные параметры системы: масса пачки $M = 96,5$ кгс · с²/м; расстояние между опорами $L = 10,78$ м; жесткость опоры $C_A = 6500$ кгс/м.

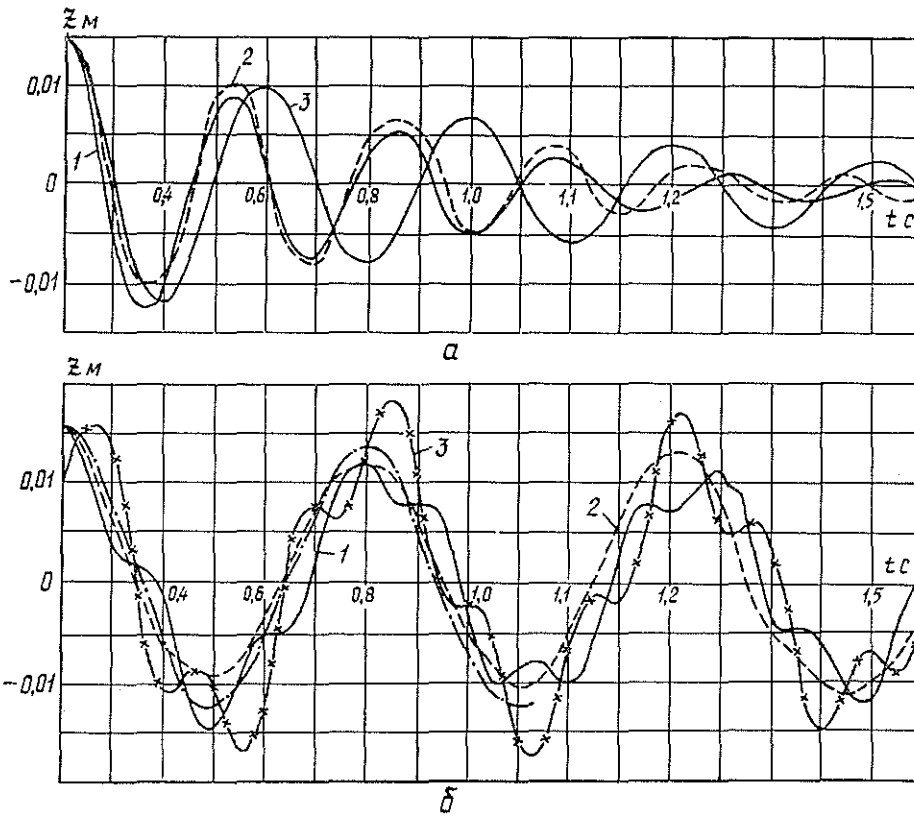


Рис. 3. Перемещения деревьев в зависимости от времени при свободных колебаниях на двух опорах.

a — пачка ($L = 10,78$ м); 1 — расчетная кривая, модель 3; 2 — экспериментальная кривая; 3 — расчетная кривая, модель 4; *b* — ель без кроны ($L = 9,17$ м, $d_n = 16$ см); 1, 3, 4 — расчетные кривые; 2 — экспериментальная кривая; 1, 2, 4 — $z_1 = f(t)$; 3 — $z_2 = f(t)$; 1, 3 — модель 1; 4 — модель 3.

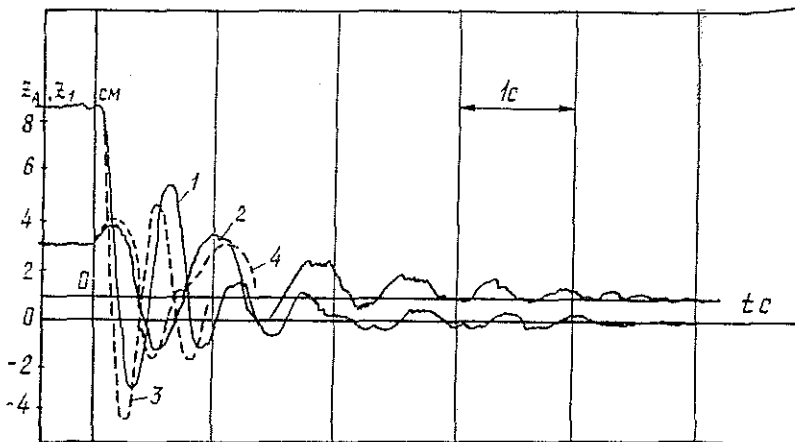


Рис. 4. Экспериментальные (1, 2) и расчетные (3, 4) кривые колебаний системы упругая опора + пачка ($L = 10,78$ м).

$$1, 3 - z_A = f(t); \quad 2, 4 - z_1 = f(t).$$

Из приведенного рисунка видно, что совпадение расчетных и экспериментальных кривых удовлетворительное. Максимальное расхождение по амплитудам для z_A составляет 26% и для z_1 — 20%, по частотам — 6,55% для ω_{z_A} и 12,16% для ω_{z_1} .

Проведенные исследования позволяют сказать, что использование трехмассовой модели дает вполне удовлетворительную точность. При включении пачки или дерева в общую схему транспортной системы замена трехмассовой модели деревьев на четырехмассовую не вызывает существенных изменений в показателях колебаний системы.

Для подтверждения этого нами проанализированы параметры вынужденных вертикальных колебаний систем, соответствующих расчетным моделям 5 и 6 (рис. 2).

Преобразуя дифференциальные уравнения для моделей 5 и 6, записанные в прямой форме, получили их амплитудно-частотные характеристики. Расчеты на ЭВМ «Мир-2» выполняли для системы, имеющей следующие основные параметры: $M = 91$ кгс·с²/м; $L = 10.78$ м; $C_A = 3000$ кгс/м.

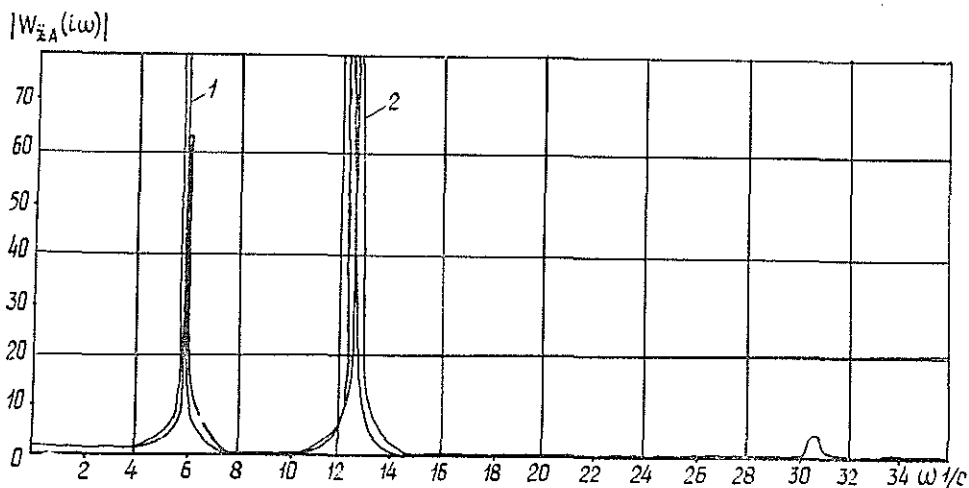


Рис. 5. Амплитудно-частотные характеристики вертикальных перемещений системы упругая опора + пачка.

1 — модель 5; 2 — модель 6.

Показанные на рис. 5 амплитудно-частотные характеристики вертикальных колебаний опоры A для системы с трехмассовой (кривая 2) и четырехмассовой (кривая 1) разбивкой груза имеют идентичный вид. Частоты проявления максимумов различаются мало. Кривая 1 (четыремассовая модель дерева) имеет три максимума, последний из них определяется наличием массы m_3 пачки. Однако проявление его незначительно и происходит при частоте 30,75 1/с.

Для определения влияния особенностей частотных характеристик $W_{zA}(i\omega)$ на вынужденные колебания системы были вычислены спектральные плотности вертикальных перемещений и ускорений рассматриваемой системы при моделировании движения ее с разными скоростями по дорогам с различными типами покрытий — булыжной дороге среднего качества (участок 1, $\sigma_n = 2,89$ см), ветке с гравийным

укатанным слоем (участок 2, $\sigma_n = 5,24$ см), грунтовой дороге (участок 3, $\sigma_n = 1,9$ см) и пасечном волокне (участок 4, $\sigma_n = 2,99$ см).

Анализ результатов исследований показал, что при изменении скоростей от 1 до 19 м/с на рассматриваемых типах дорог не наблюдалось большого различия спектральных плотностей перемещений $S_{z1}(\omega)$ и ускорений $S_{\ddot{z}1}(\omega)$ для моделей 5 и 6 на дороге одного типа (рис. 6).

Основные максимумы кривых $S_{zA}(\omega)$ и $S_{\ddot{z}A}(\omega)$ проявляются при частотах: первый — 6 1/с; второй — в диапазоне от 12 до 13 1/с. Третий максимум у кривых $S_{zA}(\omega)$ не наблюдается, а у кривых $S_{\ddot{z}A}(\omega)$ для модели 5 он незначителен при частоте 30,5 1/с (рис. 6).

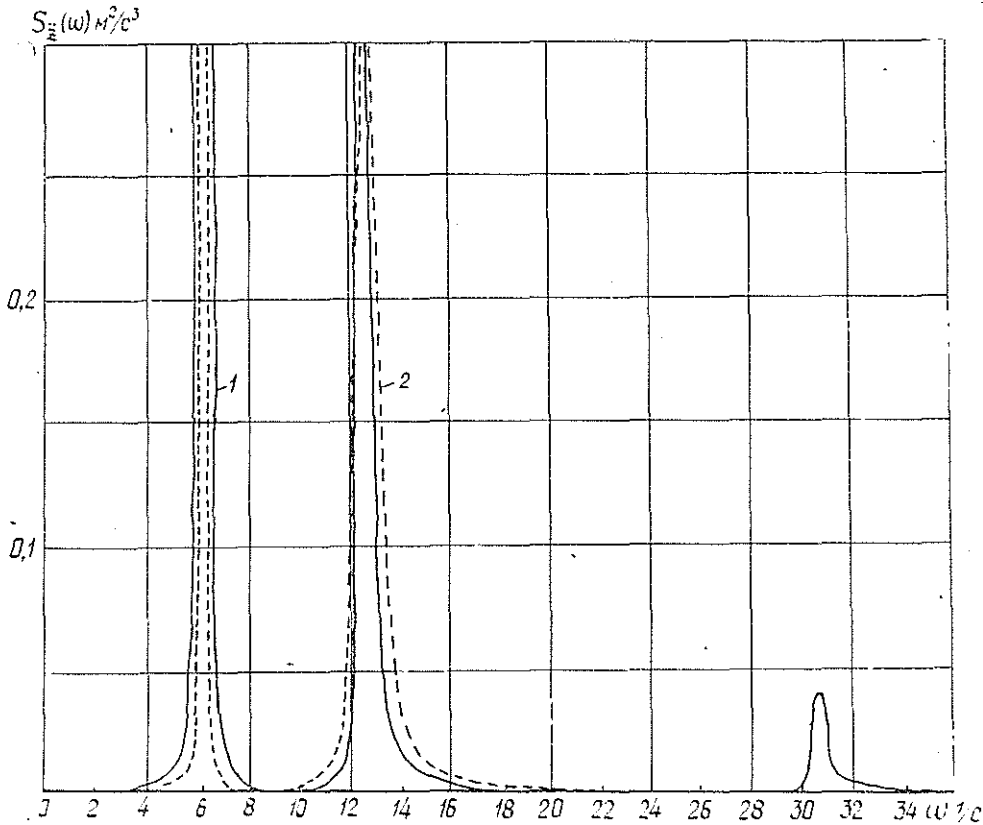


Рис. 6. Спектральные плотности вертикальных ускорений опоры при движении системы по опытному участку № 2 ($v = 1$ м/с).

1 — модель 5; 2 — модель 6.

Максимум, обусловленный наибольшими значениями спектральной плотности воздействия, явно выражен не всегда. Для участка № 2, например, он располагается при $v = 19$ м/с на частоте 2,1 1/с. При $v = 1$ м/с (рис. 6) в рассматриваемом диапазоне частот он не проявляется.

Программа расчета на ЭВМ предусматривала вычисление средних квадратичных значений вертикальных перемещений σ_{zA} , σ_{z1} и ускорений $\sigma_{\ddot{z}A}$ и $\sigma_{\ddot{z}1}$ упругой опоры.

Сравнение моделей 5 и 6 по средним квадратичным значениям показателей вертикальных колебаний опоры А показало, что на различ-

ных дорогах и разных скоростях движения различие между рассматриваемыми моделями сказывается по-разному (между σ_{zA}^* и σ_{z1} оно больше, чем между σ_{zA} и σ_{z1}).

На участках 3 и 4 различие меньше, чем на участках 2 и 4. Для участка 3 оно значительнее при $v = 19$ м/с, а для участка 4 при $v = 7$ м/с, что объясняется разным характером функций воздействия от дороги.

Выявленные при анализе статистических показателей расхождения объясняются не только различием расчетных моделей дерева, но и зависят от параметров упругой опоры и в частности от ее массы. При увеличении массы опоры различие показателей вертикальных колебаний моделей 5 и 6 уменьшается.

В целом можно отметить, что при расчете колебаний транспортной системы, когда хлысты или деревья являются составным элементом общей динамической системы, представление их в виде трехмассовой модели оправдано, так как в этом случае погрешности не выше допускаемых при практическом проектировании машин. Это подтверждается результатами данной работы, а также косвенно исследованиями ряда авторов, рассматривавших колебания лесовозных автопоездов и трелевочных тракторов.

При необходимости же проведения исследований повышенной точности может быть использована четырехмассовая модель дерева.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Библиук Н. И., Перетятко Б. Т. Экспериментальное исследование собственных частот хлыста как предмета транспортирования. — В сб.: Лесное хозяйство, лесная, бумажная и деревообрабатывающая промышленность. Вып. 3. Киев, «Будівельник», 1974. [2]. Билюк Б. В., Перетятко Б. Т. К вопросу о выборе расчетной схемы пакета хлыстов при исследовании вертикальных колебаний трелевочных тракторов. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1975, № 5. [3]. Гастев Б. Г., Мельников В. И. Основы динамики лесовозного подвижного состава. М., «Лесная промышленность», 1967. [4]. Игнатов Н. Г., Камаев В. А., Михальченко Г. С. Расчетная схема и уравнения вертикальной динамики лесовозных вагонов-сцепов колес 750 мм. — «Труды ЦНИИМЭ», 1971, вып. 115. [5]. Сметхов С. Н. О взаимосвязи колебаний хлыстов, перевозимых в полупогруженном (полуподвешенном) положении, и сопротивления их перемещению. — «Труды ЦНИИМЭ», 1970, № 106. [6]. Хлуд В. Я. Исследование и совершенствование подвижного состава на лесозаготовках в горных условиях. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Воронеж, 1971. [7]. Храмов Г. Ф. Исследование силового взаимодействия системы «пакет хлыстов — двухзвенный автопоезд — дорога». Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Л., 1973. [8]. Цофин З. С. Исследование колебательных характеристик пакетов хлыстов, перевозимых по лесовозным дорогам. — «Труды ЦНИИМЭ», 1964, № 48.

Поступила 23 сентября 1976 г.

УДК 634.0.377.7

ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНЫХ НЕСОВЕРШЕНСТВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ РЕЛЬСО-ШПАЛЬНОЙ РЕШЕТКИ

М. В. ПОПОВ

Архангельский лесотехнический институт

Приведены результаты экспериментальных исследований по устойчивости температурно-напряженного пути колес 750 мм.

Экспериментальные исследования устойчивости температурно-напряженного железнодорожного пути были выполнены для дорог как широкой [1, 2], так и узкой колес [3]. Результаты опытов, проведенных на стенде ЦНИИ МПС под руководством Е. М. Бромберга [2], позволили установить не только количественные, но и ряд качественных характеристик процесса продольно-поперечных перемещений рельсов. В целях уточнения качественных характеристик, а именно влияния начальных неровностей оси рельсо-шпальной решетки на устойчивость температурно-напряженного пути, нами летом 1976 г. были выполнены экспериментальные исследования на стенде АЛТИ.

Стенд представляет собой участок пути колес 750 мм длиной 48 м, уложенный между двумя бетонными опорами, препятствующими удлинению рельсов при нагревании (рис. 1). Рельсы Р24, шпалы деревянные II типа, 13 шт. на звено, крепление костыльное, балласт — среднезернистый песок, плечо балластной призмы 15—17 см.

Рельсы нагревали с помощью электроспиралей, помещенных в пазухе с обеих сторон шейки. Для уменьшения тепловых потерь пазухи закрывали полосками шифера. Температуру рельсов определяли ртутными термометрами (с ценой деления $\pm 0,5^\circ\text{C}$), баллоны которых заглубляли в отверстия, просверленные в головке рельса. Фактическую температуру рельсов на участке находили как среднее арифметическое из показаний пяти термометров.

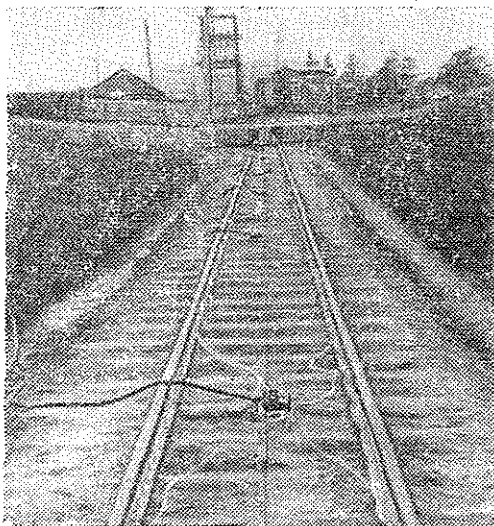


Рис. 1. Общий вид стенда.

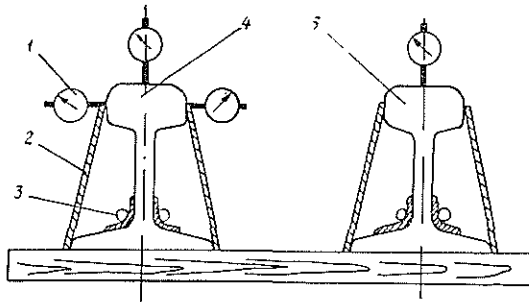


Рис. 2. Установка индикаторов.

1 — индикатор ИЧ-10; 2 — шифер;
3 — спираль; 4 — левый рельс; 5 —
правый рельс.

Горизонтальные и вертикальные перемещения рельсов измеряли индикаторами часового типа (с точностью $\pm 0,01$ мм), установленными в 20 сечениях. Схема установки индикаторов показана на рис. 2. Горизонтальные перемещения пути определяли по тому индикатору, шток которого перемещался на заглабление. Это исключало ошибки, вызванные заеданием штока и механизма индикатора.

Перед началом каждого опыта участок пути приводили в исходное положение, соответствующее требованиям технических условий. Для этого производили рихтовку пути в плане и профиле, подштовку и выправку шпал, оправку и уплотнение балластной призмы. Рельсы, получившие искривления при выбросе в предшествующем опыте, не вырезали, а выправляли рихтовкой.

Непосредственно перед нагревом частично снимали внутренние напряжения в рельсах (постукиванием по головке), закрепляли их концы в опорах, измеряли положение рельсов в горизонтальной и вертикальной плоскости при помощи шнура и нивелира. Затем устанавливали термометры и индикаторы и записывали начальные отсчеты. Нагрев производили до момента выброса пути, отсчеты по индикаторам и термометрам снимали через каждые 10°C нагрева. После выброса фиксировали температуру рельсов и определяли их положение в плане.

Всего было выполнено 15 опытов, из них 8 — при длине звена 8 м; 5—16 м; 2—48 м.

Наблюдения за процессом продольно-поперечных перемещений рельсов показали, что как горизонтальные, так и вертикальные перемещения сечений рельсов начинаются практически одновременно с моментом появления температурной сжимающей силы. Наши данные существенно отличаются от результатов, полученных на стенде ЦНИИ МПС, что объясняется, по всей видимости, более легким верхним строением пути в наших опытах. При перемещении сечений пути в вертикальной плоскости нарушается контакт шпал с поверхностью балласта, в результате уменьшается сопротивление шпал поперечному сдвигу за счет составляющей, обусловленной трением шпал по балласту и деформацией балласта в зоне контакта.

На звеньевом пути поперечным перемещениям предшествует выборка зазоров в стыках. Из-за косой обрезки торцов рельсы соприкасаются не по всей поверхности, а в отдельных точках на подошве или на головке. При возникновении продольной сжимающей силы торцы начинают поворачиваться, что приводит к интенсивным горизонтальным и вертикальным перемещениям сечений рельсов в зоне стыка.

Выброс пути происходит на средней части звена. Следовательно, эксцентриситет продольной силы в стыках, вызванный косой обрезкой торцов, мало влияет на форму выброса пути. Такой эксцентриситет, однако, сказывается на устойчивости пути, уменьшая критическую силу. Так, для рельсов длиной 8, 16 и 48 м средние значения критической силы в наших опытах составили соответственно 43,2, 44,2 и 49,7 тс.

Для пути, уложенного рельсами длиной 8 м, кривая выброса состояла из одной заметной волны, расположенной между стыками. Это объясняется тем, что суммарная жесткость плоских накладок, ис-

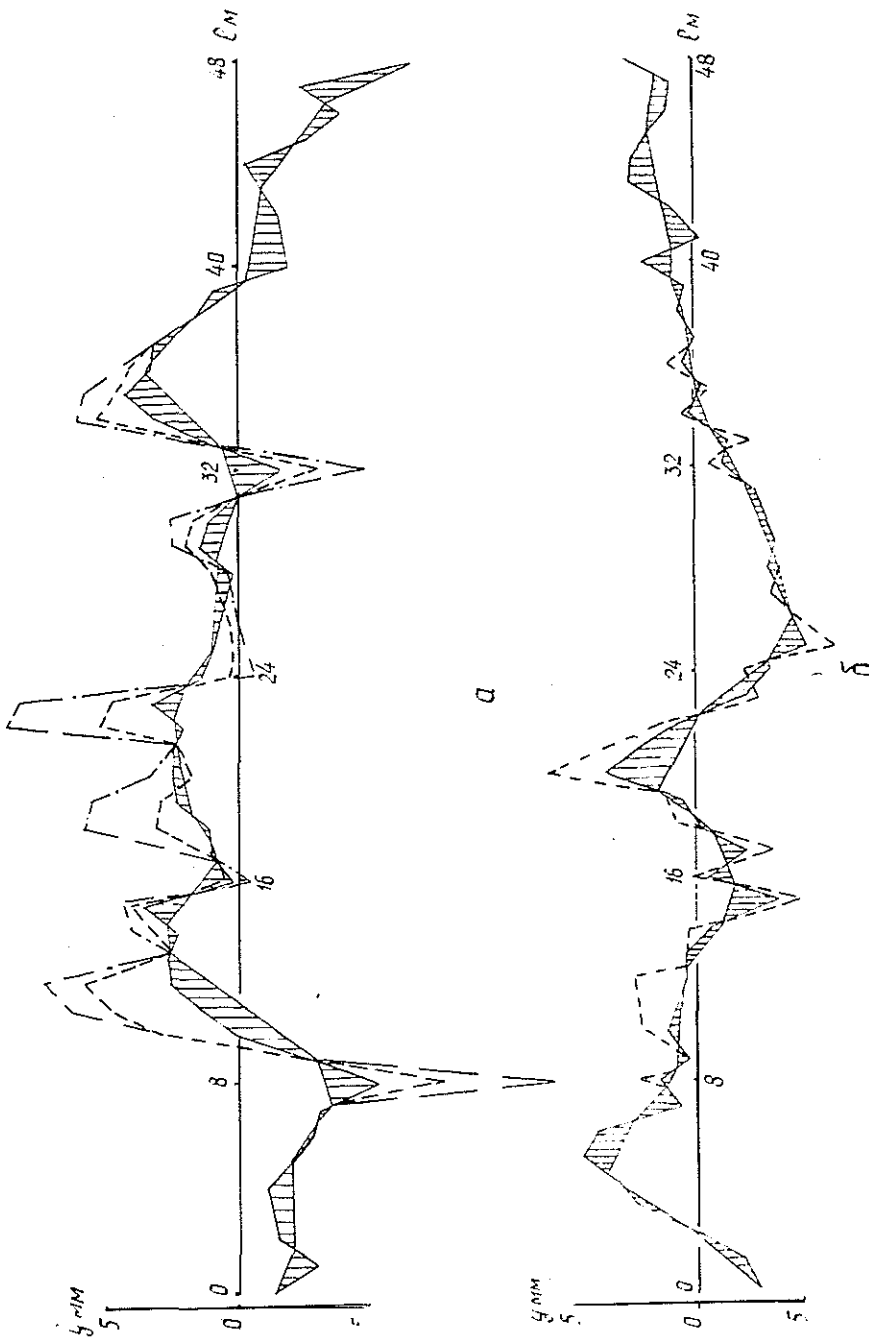


Рис. 3. Начальные неровности.

а — горизонтальные неровности оси рельсо-шпальной решетки; б — вертикальные неровности правой рельсовой нити; штриховые линии — перемещения сечений пути при $\Delta T = 10^\circ\text{C}$; штрих-пунктирные — перемещения сечений пути при $\Delta T = 20^\circ\text{C}$.

пользованных нами для соединения рельсов, меньше жесткости рельса. Для пути, уложенного рельсами длиной 16 м и особенно 48 м, на участке выброса наблюдались три заметные волны.

Во всех опытах удалось установить существенное влияние начальных неровностей рельсов и оси рельсо-шпальной решетки на характер перемещений сечений пути как на стадии предвыбросных деформаций, так и при выбросе.

На рис. 3 для одного из опытов приведены кривые начальных неровностей оси рельсо-шпальной решетки в горизонтальной плоскости, правого рельса в вертикальной плоскости и кривые перемещений сечений пути на стадии предвыбросных деформаций. Точки перегиба кривой начальных неровностей соединены ломаной линией. Волны начальных искривлений между точками перегиба для наглядности заштрихованы.

Из рисунка видно, что перемещения сечений пути как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях, как правило, соответствуют форме начальных неровностей, т. е. перемещения происходят в сторону выпуклостей неровностей. Точки перегиба кривой перемещений сечений на разных ступенях нагрева в большинстве случаев совпадают с точками перегиба кривой начальных неровностей. Таким образом, поперечные деформации рельсо-шпальной решетки на начальной стадии перемещений развиваются на участках между точками перегиба кривой начальных неровностей. Точки перегиба практически остаются неподвижными.

В случаях, когда рядом расположены две неровности, существенно различающиеся длиной или стрелой прогиба, при развитии деформаций эти участки объединяются и перемещаются в одну сторону, соответствующую выпуклости большей неровности.

Величина поперечных перемещений сечений пути зависит, прежде всего, от параметров горизонтальных неровностей. Влияние подъема

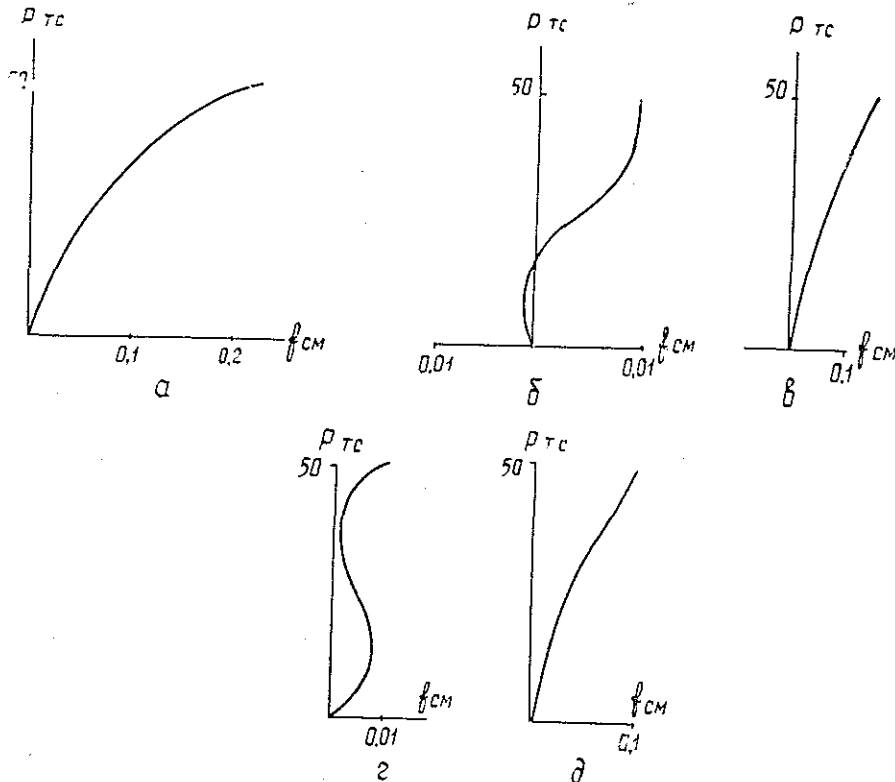


Рис. 4. Траектория движений сечений.

сечений проявляется менее отчетливо. На рис. 4, а-д показаны кривые, характеризующие зависимость между продольной силой и перемещением сечений рельсов. В отдельных случаях сечения первоначально смещаются в сторону, обратную окончательному выбросу. Это объясняется различным влиянием соседних неровностей на процесс перемещения сечений пути.

Скорость нарастания поперечных деформаций различных сечений неодинакова. Наиболее интенсивные деформации происходят в том сечении, где в последующем возникает выброс. Имеет место перемещение сечений с переменной как по величине, так и по направлению скоростью.

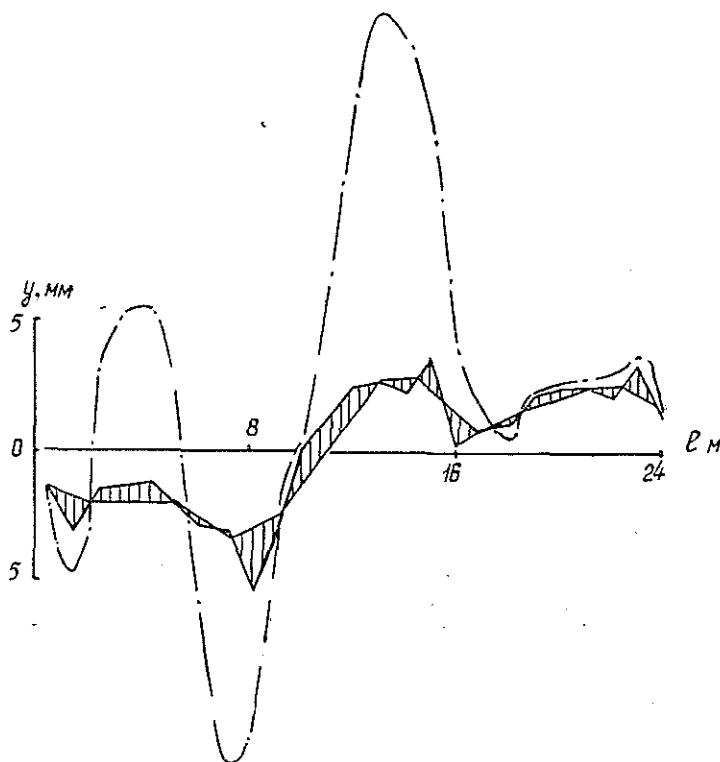


Рис. 5. Выброс пути.

Штрих-пунктирная линия — положение оси пути после выброса.

При выбросе (рис. 5), который в наших опытах всегда происходил в горизонтальной плоскости, изогнутая ось пути также проходит через точки перегиба кривой начальных неровностей, но искривление в средней части изогнутого участка захватывает несколько начальных неровностей. Искривление пути происходит обычно в зоне выброса, на остальном протяжении участка наблюдается поперечный сдвиг сечений.

Получены небольшие приращения температуры рельсов от момента нагревания до момента выброса. Это объясняется двумя причинами. Первая — появление неровностей, небольших по длине, но имеющих значительную стрелу прогиба вследствие рихтовки участков пути, на которых происходил выброс. Если путь, уложенный новыми рельсами, имел начальные неровности, примерно соответствующие

длине рельсов 8 м, то при последующих рихтовках возникли неровности длиной 100—200 см, а это существенно снижает устойчивость пути. Вторая причина — небольшое сопротивление рельсо-шпальной решетки перемещениям в вертикальной плоскости, приводящее к вертикальным искривлениям рельсов и, как следствие, снижению сопротивления балласта поперечному перемещению шпал.

Таким образом, выполненные нами опыты показали большое влияние начальных неровностей на устойчивость верхнего строения пути и позволили уточнить характер процесса продольно-поперечных деформаций рельсо-шпальной решетки. Это дает возможность более обоснованно подойти к выбору расчетной схемы для аналитического решения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бромберг Е. М. Экспериментальное изучение устойчивости бесстыкового пути. — В сб.: Труды Всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. Вып. 244. Бесстыковой путь. М., Трансжелдориздат, 1962, с. 129—163. [2]. Бромберг Е. М. Устойчивость бесстыкового пути. М., «Транспорт», 1966. [3]. Плехов О. Г. Экспериментальное исследование устойчивости узкоколейного пути (колеи 750 мм) при воздействии температурных сил. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. М., 1966.

Поступила 4 апреля 1977 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.023(075.8)

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ РЕЗАНИЯ
НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СТРУЖКИ

Г. А. ЗОТОВ

Московский лесотехнический институт

Приведены результаты теоретического исследования влияния условий резания древесных материалов на напряженное состояние стружки, показывающие распределение контактных и внутренних напряжений в стружке и характер их изменения, зависящего от толщины стружки, переднего угла, угла трения и свойств обрабатываемого материала.

Выявление закономерностей распределения внутренних и контактных напряжений в стружке при резании древесины дает возможность научно обосновать и решить практически ряд важных вопросов.

Нами предпринята попытка аналитического решения этой задачи. При построении модели взаимодействия резца со стружкой сделаны следующие допущения:

отделение стружки от основного материала происходит под углом ϵ к поверхности резания;

напряжения в плоскости стружкообразования возникают в результате действия сил на передней грани резца;

резец острый (радиус затупления значительно меньше толщины стружки);

деформация, претерпеваемая стружкой, плоская;

обрабатываемый материал в плоскости стружкообразования идеально пластичен;

коэффициент трения f (угол трения μ) стружки по резцу постоянен на всей длине контакта;

напряженное состояние в плоскости стружкообразования описывается уравнениями теории предельных состояний, трактующей условия перехода из упругого состояния в пластическое.

Применение теории предельных состояний к случаю сложного нагружения позволило [4] получить уравнения, описывающие распределение нормальных σ и касательных τ напряжений в плоскости стружкообразования,

$$\sigma = \sigma_T \frac{\lambda_1 + x}{\sqrt{\lambda_2^2 + (\lambda_1 + x)^2}}; \quad (1)$$

$$\tau = \frac{\sigma_T}{\sqrt{3}} \frac{\lambda_2}{\sqrt{\lambda_2^2 + (\lambda_1 + x)^2}}, \quad (2)$$

где x — расстояние от лезвия до рассматриваемой точки плоскости стружкообразования;

σ_T — предел пластического течения материала стружки;

λ_1, λ_2 — постоянные Лагранжа.

Геометрический смысл постоянных Лагранжа легко уяснить из анализа уравнений (1) и (2).

Параметр λ_1 равен ординате нейтрального сечения стружки, взятой с обратным знаком, так как при $\lambda_1 = -x$ нормальное напряжение тождественно равно нулю.

Учитывая, что в сечении стружки с ординатой $x_0 = -\lambda_1$ нормальные напряжения равны нулю, можно предположить отсутствие усадки стружки в этом сечении. Это допущение позволило [5] получить зависимость, связывающую параметр λ_1 с длиной контакта стружки по передней грани резца L

$$L = \sin(\varepsilon - \gamma) \frac{h\xi}{\xi - 1} + \lambda_1, \quad (3)$$

где ε — угол стружкообразования;
 h — толщина стружки;
 γ — передний угол резца;

$\xi = \frac{\cos(\varepsilon - \gamma)}{\sin \varepsilon}$ — усадка стружки.

Параметр λ_2 равен расстоянию от нейтрального сечения стружки до точки, в которой нормальное напряжение в $\sqrt{3}$ раз превосходит касательное напряжение τ .

Результаты экспериментальных исследований, проведенных методами фотоупругости [2, 6], физического моделирования [1] и по износу передней грани [7], показывают, что эпюра нормальных давлений хорошо может быть аппроксимирована степенным выражением (4)

$$q = q_0 \left(1 - \frac{y}{L}\right)^n, \quad (4)$$

где y — расстояние от лезвия до рассматриваемой точки на передней грани;

q_0 — нормальное давление в точке лезвия;

n — показатель степени, характеризующий неравномерность распределения нормальных нагрузок на передней грани.

Зависимость (4) хорошо соответствует аналитическому решению проф. М. Ф. Полетика, и включает в себя как частные случаи эпюры, предложенные в свое время различными авторами [3].

Касательные контактные напряжения зависят от нормальных нагрузок и коэффициента трения стружки по передней грани.

Формула (4) включает величину нормального давления q_0 в точке лезвия. Ее можно определить из известного в механике закона взаимности напряжений: если в одной и той же точке напряженного тела построены две площадки, то проекция полного напряжения, соответствующего одной из них, на нормаль ко второй, равна проекции напряжения, соответствующей второй площадке, на нормаль к первой.

Рассматривая в точке O две площадки, одна из которых ориентирована вдоль плоскости стружкообразования (ось X), а вторая — вдоль передней грани (ось Y), находим

$$q_0 \sin(\varepsilon - \gamma) + \tau_0 \cos(\varepsilon - \gamma) \operatorname{tg} \mu = \sigma_0 \sin(\varepsilon - \gamma) + \tau_0 \cos(\varepsilon - \gamma),$$

здесь σ_0 и τ_0 — нормальное и касательное напряжения в плоскости стружкообразования. Их можно определить из уравнений (1) и (2), положив $x = 0$.

После преобразования

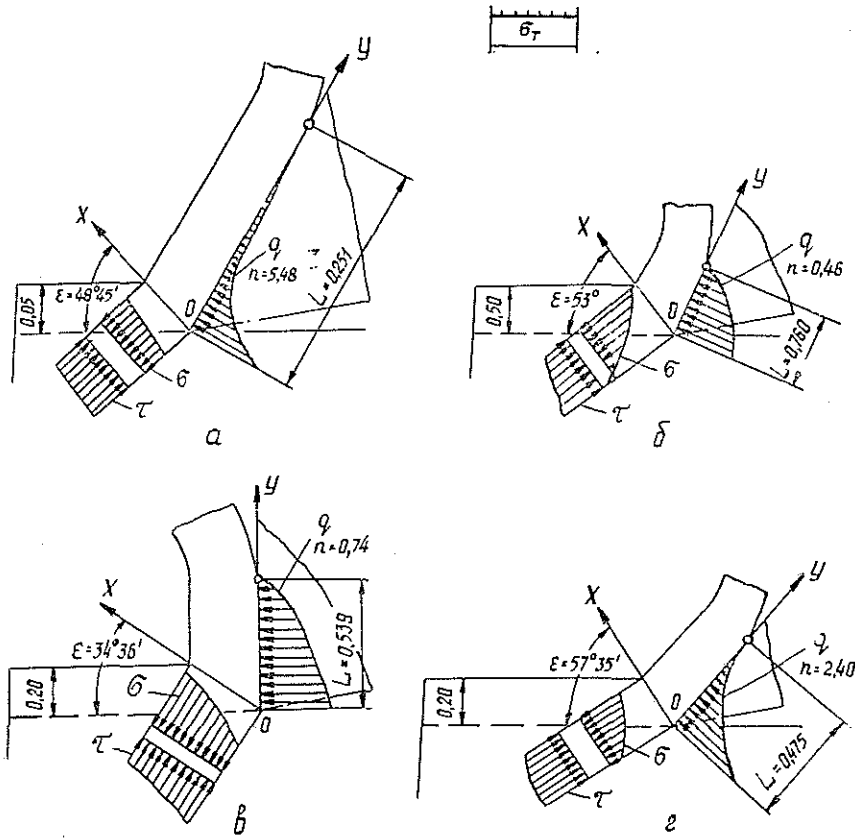


Рис. 1. Эпюры контактных и внутренних напряжений в стружке при различных условиях резания.

a — $h = 0,05$ мм, $\gamma = 30^\circ$, $\mu = 15^\circ$; *б* — $h = 0,50$ мм, $\gamma = 30^\circ$, $\mu = 15^\circ$; *в* — $h = 0,20$ мм, $\gamma = 0^\circ$, $\mu = 15^\circ$; *г* — $h = 0,20$ мм, $\gamma = 40^\circ$, $\mu = 15^\circ$.

$$q_n = \sigma_\tau \frac{\lambda_1 \operatorname{tg}(\varepsilon - \gamma) + \frac{\lambda_1}{\sqrt{3}}}{\sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2} [\operatorname{tg}(\varepsilon - \gamma) + \operatorname{tg} \mu]} \quad (5)$$

Численная реализация уравнений (1)–(5) при различных значениях переменных (h , γ , μ , σ_τ) позволяет представить механизм влияния условий резания на распределение напряжений следующим образом.

Увеличение толщины стружки (рис. 1, *a*, *б*) требует большей силы со стороны резца. Сила возрастает в результате увеличения длины контакта L и выравнивания контактных нагрузок (показатель степени n уменьшается, а среднее нормальное давление q_{cp} повышается). При этом точка приложения результирующей силы на передней грани удаляется от точки лезвия. Благодаря одновременному уменьшению n и q_0 с ростом толщины стружки концентрация напряжений у лезвия уменьшается и эпюра нормальных давлений приближается к прямоугольной.

Напряжения в плоскости стружкообразования, особенно нормальные, распределяются неравномерно. Это наиболее сильно сказывается

при срезании толстых стружек. Вследствие возрастания силы со стороны передней грани и ее плеча увеличивается изгибающий момент и уменьшаются напряжения сжатия в точке O плоскости стружкообразования (λ_1 падает, становясь отрицательной при больших h). Уменьшение λ_1 , связанное с действием изгибающего момента, и приводит, в силу действия закона взаимности напряжений, к снижению контактного давления q_0 .

При малых толщинах стружки и малых передних углах касательные напряжения в плоскости стружкообразования изменяются незначительно, оставаясь близкими к пределу пластического течения материала стружки на сдвиг $\tau = \frac{\sigma_T}{\sqrt{3}}$. Только в этих условиях оказывает

ся приемлемым допущение о равномерном распределении касательных напряжений, принятое в большинстве работ по механике стружкообразования.

Передний угол γ (рис. 1, *в, г*) оказывает влияние в основном через изменение угла стружкообразования: с ростом γ угол ε возрастает, что вызывает уменьшение необходимой силы и длины контакта. Концентрация контактных нагрузок вблизи лезвия возрастает за счет увеличения q_0 и n . Эпюра из выпуклой превращается в вогнутую.

Внутренние напряжения при больших передних углах распределены более неравномерно, в связи с тем, что угол ε растет медленнее γ и угол между плоскостью стружкообразования и передней гранью уменьшается.

Увеличение угла трения μ вызывает изменения в процессе, аналогичные уменьшению переднего угла. На ряд параметров угол трения оказывает лишь косвенное влияние (через изменение угла действия $\psi = \gamma - \mu$). Поэтому зависимость усадки стружки и длины контакта от угла трения слабее, чем от переднего угла. В то же время угол трения непосредственно влияет на напряжения в плоскости стружкообразования (λ_1 , q_0) в силу действия закона взаимности напряжений.

Механические свойства обрабатываемого материала оказывают непосредственное влияние на величину напряжений, так как с увеличением предела текучести σ_T пропорционально возрастают внутренние (σ и τ) и контактные (q) напряжения. Приведенные на рисунке эпюры напряжений рассчитаны для материала с пределом пластического течения $\sigma_T = 7 \text{ кгс/мм}^2$. Это соответствует древесноволокнистым плитам плотностью 1 г/см^3 .

Полученные результаты справедливы для изотропных и транслопных неупрочняющихся материалов (резание древесины поперек волокон, древесностружечных и волокнистых плит по кромке и др.).

Экспериментальная проверка теоретических зависимостей выполнена при резании древесноволокнистых плит. Сравнивали расчетные и опытные значения двух составляющих сил резания и длины контакта при различных сочетаниях переменных факторов. В условиях установившегося процесса резания получено хорошее совпадение результатов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Боярский М. В. Исследование контактных давлений и трения при резании древесины. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Л., 1971. [2]. Брюховецкая Т. М. Исследование контактных давлений на передней грани реза. — Тезисы докладов научно-технической конференции «Достижения техники и технологии деревообрабатывающих производств». Киев, 1975. [3]. Воскресенский С. А. Резание древесины. М.—Л., Гослесбумиздат, 1955. [4]. Зотов Г. А. О напряженном состоянии стружки при установившемся процессе стружкообразования. — Науч-

но-техническая конференция МЛТИ. Рефераты докладов. М., 1969. [5]. Зотов Г. А. О длине контакта стружки с резцом. — Научно-техническая конференция МЛТИ. Рефераты докладов. М., 1971. [6]. Полетика М. Ф. Контактные нагрузки на режущих поверхностях инструмента. М., «Машиностроение», 1969. [7]. Соловьев А. А. Распределение сил по граням резца при резании древесины. — В сб.: Новое в области режущего инструмента и резания древесины. Л., 1968.

Поступила 17 января 1977 г.

УДК 621.914.02:667.6

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ СТОЙКОСТИ ИГЛОФРЕЗ ПРИ ОБЛАГОРАЖИВАНИИ ПЛЕНОК ПОЛИЭФИРНЫХ ЛАКОВ

Г. С. ГЕЛЬМОНТ

Львовский лесотехнический институт

Рассматриваются особенности резания и влияние ряда факторов на стойкость инструмента при обработке пленок полиэфирных лаков иглофрезами. Предлагается новый метод заточки иглофрез в две стадии, что дает возможность облегчить условия резания и повысить класс чистоты получаемой поверхности и стойкость инструмента.

Одна из основных особенностей обработки полимерных материалов резанием (в сравнении с процессом резания металлов) — изменение величины и соотношения сил, приложенных к передним и задним поверхностям режущего клина. Силы, действующие на задней поверхности, увеличиваются, а приложенные к передней поверхности — снижаются [6].

Обычно при резании термопластов образуется стружка надлома. Контакт ее с передней поверхностью практически отсутствует, в связи с чем существенно снижается количество уходящей со стружкой теплоты. За счет концентрации выделяющейся теплоты на кромках и в режущей части инструмента появляются зоны значительных температур. Поэтому характер процессов износа режущего клина инструмента при обработке пластмасс иной, чем при резании металлов.

Можно считать, что на стойкость микрорезца наибольшее влияние оказывает величина заднего угла резания α . Ее необходимо выбирать несколько большей, чем величина угла, образующегося вследствие естественного изгиба игл, так как высокая упругость пластмасс существенно увеличивает площадь контакта задней грани микрорезца с деталью, сила трения возрастает, и повышается интенсивность тепловыделения в зоне резания. Слишком большое увеличение заднего угла снижает теплоотводящую способность режущего клина резца и его стойкость. Оптимальное значение заднего угла α должно находиться в пределах 15—25° [3].

Исследования ряда авторов, обобщенные в работе [5], показали резкое возрастание шероховатости, связанное с развитием процесса износа режущего клина, при обычном цилиндрическом фрезеровании терморезистивных пластмасс.

Известно также, что шероховатость, получаемая в результате обработки, как и минимальная толщина срезаемого слоя, зависит от радиуса округления режущей кромки [2]. В этой же работе было указано, что «при нормальной заточке уменьшение радиуса округления режущей кромки может быть достигнуто путем увеличения заднего угла».

Технологическим критерием возможного затупления микрорезцов иглофрезы, увеличения радиуса закругления режущей кромки и уменьшения рабочего значения угла α служит допустимая шероховатость обработанной поверхности полиэфирной пленки.

Во время резания изогнутая игла самоустанавливается под некоторым углом к обрабатываемой поверхности и образует при этом передний γ и задний α углы микрорезца (рис. 3). Обычно передний угол при чистовой обработке пластмасс иглофрезами всегда принимает отрицательные значения (от -5 до -10°).

При использовании применяемой в настоящее время методики заточки иглофрез шлифованием с выхаживанием рабочей поверхности угол между передней и задней гранью микрорезца $\varphi \geq 90^\circ$, поэтому значения заднего угла α в момент резания также лежат в пределах $5-10^\circ$, т. е. равны значениям угла γ .

Передний угол γ даже в самых крайних случаях, при съеме больших припусков, не должен превышать $20-25^\circ$, в противном случае прекращается резание и существенно возрастает шероховатость за счет значительных сжимающих усилий в поверхностном слое, вызывающих нарушение процесса нормального стружкообразования, а также преждевременное усталостное разрушение ворса.

В данной работе предлагается методика заточки иглофрезы, позволяющая получить рабочее значение заднего угла α в пределах $15-25^\circ$, при этом передний угол γ принимает оптимальное значение ($5-10^\circ$). Это способствует увеличению стойкости режущей поверхности и снижает шероховатость облагораживаемой лаковой поверхности.

При шлифовании рабочей поверхности иглофрезы торцевые окончания игл затачивают таким образом, чтобы угол φ между передней и задней гранью режущего клина микрорезца был меньше 90° на $10-15^\circ$. В результате появляется возможность поддерживать задний угол α оптимальным в течение всего периода между очередными правками режущей поверхности инструмента.

По предлагаемому способу [1] шлифование ведут на круглошлифовальном станке в две стадии. Вначале выполняют встречное шлифование выхаживанием кругом средней зернистости ($32-40$) по обычной методике [4], иглофрезу вращают в заранее выбранном направлении рабочего движения (рис. 1). При этом режущая поверхность доводится до формы геометрически правильного цилиндра и устраняется радиальное биение периферии иглофрезы относительно центра оправки.

Рекомендуются следующие режимы шлифования на первой стадии: максимальная линейная скорость круга $20-25$ м/с; число оборотов иглофрезы $25-50$ об/мин; скорость перемещения шлифовального

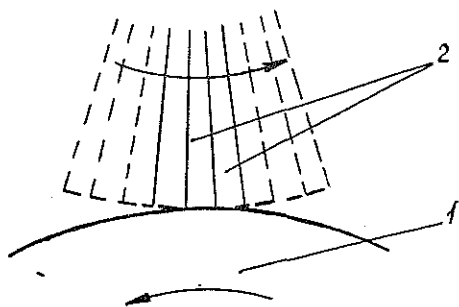


Рис. 1. Первая стадия заточки.
1 — шлифовальный круг; 2 — проволочки ворса иглофрезы в выпрямленном состоянии.

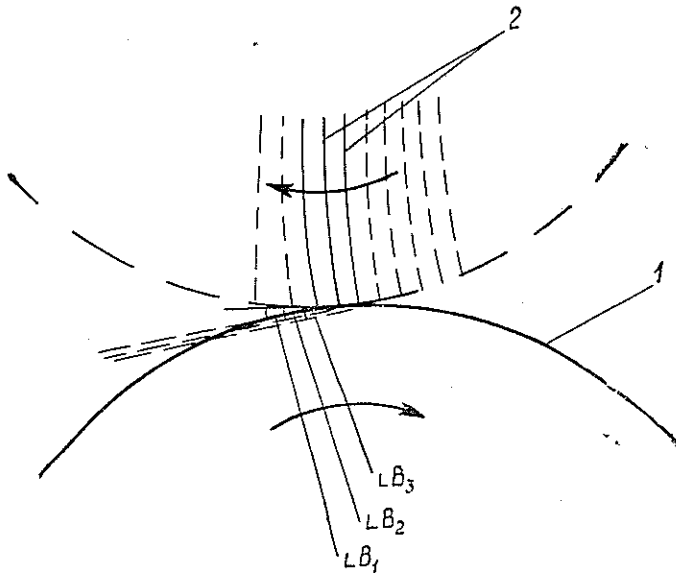


Рис. 2. Вторая стадия заточки.

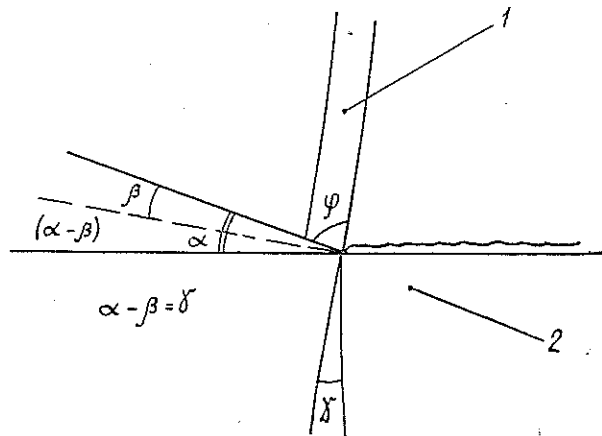
1 — шлифовальный круг; 2 — проволочки ворса иглофрезы в изогнутом состоянии; β — угол заточки.

круга в осевом направлении вдоль образующей инструмента 0,2—0,5 м/мин. Возможно применение охлаждающей жидкости, не вызывающей коррозии проволоки ворса фрезы.

Затем направление вращения иглофрезы меняют на обратное (противоположное рабочему). Производят замену шлифовального круга на мелкозернистый (6—8) и выбирают такую радиальную подачу (1—3 мм), которая вызвала бы необходимую упругую деформацию игл на угол заточки $\beta = (\alpha - \gamma)$. Допустимое значение радиальной подачи зависит от свободной длины игл и контактной жесткости иглофрезы и определяется экспериментально, путем пробной правки. Схема встречного шлифования на этой стадии представлена на рис. 2. После заточки требуемый угол φ между передней и задней гранями микрорезцов игл меньше 90° . Режимы заточки на этой стадии прежние.

Рис. 3. Микрорезец в процессе резания.

1 — проволочка ворса в изогнутом рабочем положении; 2 — обрабатываемый материал; γ — передний угол резания; β — угол заточки; α — задний угол резания; φ — угол при вершине микрорезца.



Необходимость шлифования мелкозернистым доводочным кругом (зернистостью 6—8) вызвана тем, что, во-первых, из-за малого удельного съема улучшается равномерность заточки всех окончаний игл, а во-вторых, обеспечивается более высокий класс чистоты поверхности задней грани и режущей кромки и, как следствие, малый радиус закругления режущей кромки. Это необходимое условие обеспечения требуемого класса чистоты облагораживаемой поверхности ($\nabla \partial 10 - \nabla \partial 11$) по ГОСТу 7016—68.

На рис. 3 приведена схема работы микрорезца при резании.

Способность режущей поверхности иглофрезы поглощать опилки и выносить их из зоны резания имеет конечную величину, обусловленную вполне определенным объемом суммарного свободного пространства между задними гранями микрорезцов, находящихся в контакте с лаковой пленкой и ее поверхностью. Очевидно, что увеличение заднего угла α , при прочих равных условиях, влечет за собой рост этого объема. Это обстоятельство вызывает закономерное повышение удельной производительности процесса иглофрезерования до 2,5—3 см³/(с·см).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Гельмонт Г. С. Способ заточки иглофрез. Авт. свид. № 555602. — Бюл. «Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки», 1976, № 15.
 [2]. Ларин М. Н. Основы фрезерования. М., Машгиз, 1947. [3]. Рудельсон Л. М. Установка для светления проката иглофрезами. Дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. М., ВНИИМетмаш, 1973. [4]. Салуквадзе В. С. Новый метод механической очистки поверхности металлов от окалины и ржавчины. — Передовой научно-технический и производственный опыт, № 61—331/19. М., ГосНИИНТИ, 1961.
 [5]. Тихомиров Р. А., Николаев В. И. Механическая обработка пластмасс. Л., «Машиностроение», 1975, с. 127. [6]. Штучный В. П. Обработка пластмасс резанием. М., «Машиностроение», 1974, с. 12.

Поступила 25 февраля 1977 г.

УДК 634.0.812:674.812

НЕКОТОРЫЕ ВЛАЖНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПРОПИТАННОЙ МОЧЕВИНОЙ ПРЕССОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

А. В. АПОСТОЛ, В. П. КОЗЛОВ

Воронежский лесотехнический институт

Приводятся результаты сравнительных испытаний двух видов прессованной древесины: обычной, полученной по методу проф. П. Н. Хухрянского с предварительным пропариванием, и пропитанной раствором мочевины перед прессованием*. Плотность того и другого вида прессованной древесины одинакова: 1,15 г/см³.

Технологический процесс получения прессованной древесины, пропитанной мочевиной, заключался в следующем. Березовые бруски влажностью 6—7% пропитывали 30%-ным раствором мочевины по методу горяче-холодных ванн [5]: 3 ч — в горячей ванне при температуре 95—100°C, затем 7 сут — в холодной ванне при температуре 18—20°C. Подсушенные до 18—20%-ной влажности и пропаренные в течение 1,5 ч бруски прессовали до степени прессования 50%, высушивали при температуре 100°C в течение 6 ч и в той же камере и такое же время подвергали термообработке при температуре 160°C.

* Ниже (для краткости) пропитанная раствором мочевины прессованная древесина именуется пропитанной прессованной древесиной.

Получение прессованной древесины по методу проф. П. Н. Хухрянского с предварительным пропариванием осуществлялось по известной технологии [3]. Режим термообработки двух видов прессованной древесины, степень прессования были одинаковы. Заготовки прессовали в радиальном направлении.

Из полученных описанными способами заготовок изготавливали образцы (согласно ГОСТу 16483.20—72) размером $15 \times 15 \times 22,5$ мм (последний размер вдоль волокон). Предварительно высушенные до постоянной массы, они были испытаны на устойчивую влажность сорбции и десорбции при различных относительных влажностях воздуха ($\varphi = 20; 60; 80$ и 95%), на водопоглощение и разбухание при температуре воздуха 20°C . Методикой эксперимента предусматривалось определение гистерезиса сорбции двух видов прессованной древесины.

Исследование прессованной древесины дало следующие результаты. Водопоглощение и разбухание в направлении прессования после длительной выдержки образцов в дистиллированной воде (120 сут) у пропитанной прессованной древесины оказалось соответственно на 67 и 70% меньше, чем у обычной (табл. 1).

Разбухание в направлении, перпендикулярном прессованию, у обоих видов прессованной древесины практически одинаково и составляет в среднем 9% .

Таблица 1

Состояние среды	Водопоглощение, % от абс. сухого состояния	Устойчивая влажность сорбции, %	Устойчивая влажность десорбции, %	Величина гистерезиса сорбции	Разбухание в направлении прессования, % от абс. сухого состояния	Разбухание в направлении, перпендикулярном прессованию, % от абс. сухого состояния
$\varphi = 20\%; t = 20^\circ\text{C}$	—	$\frac{1,84}{3,14}$	$\frac{2,7}{4,3}$	$\frac{0,86}{1,16}$	$\frac{0,92}{1,30}$	$\frac{0,39}{0,74}$
$\varphi = 60\%; t = 20^\circ\text{C}$	—	$\frac{6,15}{8,55}$	$\frac{8,1}{10,9}$	$\frac{1,95}{2,35}$	$\frac{3,84}{6,50}$	$\frac{2,28}{2,28}$
$\varphi = 80\%; t = 20^\circ\text{C}$	—	$\frac{12,34}{13,73}$	$\frac{14,3}{19,1}$	$\frac{1,96}{5,37}$	$\frac{9,91}{16,30}$	$\frac{4,54}{4,73}$
$\varphi = 95\%; t = 20^\circ\text{C}$	—	$\frac{31,09}{21,76}$	—	—	$\frac{58,26}{46,23}$	$\frac{13,09}{9,44}$
Вода; $t = 20^\circ\text{C}$	$\frac{74}{141}$	—	—	—	$\frac{27}{97}$	$\frac{10}{8}$

Примечание. В числителе данные для пропитанной ДП; в знаменателе — для непропитанной.

Одновременно часть образцов двух видов прессованной древесины испытывали в целях определения устойчивой влажности сорбции и десорбции в воздухе с различной относительной влажностью (20; 60; 80 и 95%) при температуре 20°C [1]. Параллельно вели наблюдения за разбуханием исследуемых образцов при влагопоглощении. Кривые устойчивой влажности сорбции древесины натуральной (рис. 1, кривая 1), обычной прессованной (кривая 2) и пропитанной (кривая 3) подтверждают наблюдения. Верхняя кривая на φ — W -диаграмме построена для натуральной древесины по данным проф. Н. Н. Чулицкого [4].

Конечные результаты исследования приведены в табл. 1. Точки на рис. 1 представляют средние арифметические значения из десяти наблюдений.

Из φ — W -диаграммы (рис. 1) видно, что кривые 2 и 3 для обычной прессованной и пропитанной прессованной древесины располага-

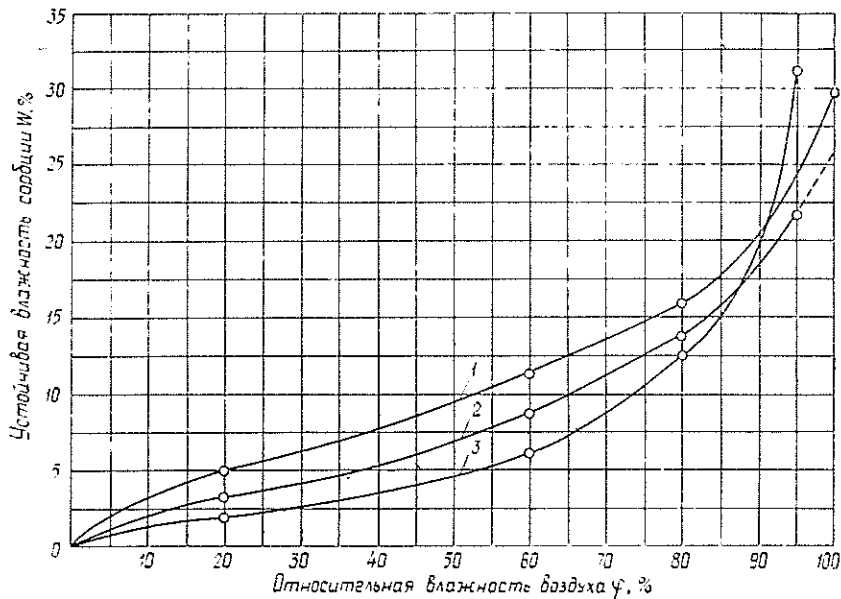


Рис. 1. $\varphi - W$ — диаграмма устойчивой влажности натуральной, прессованной древесины березы, пропитанной и не пропитанной мочевиной.

ются ниже верхней кривой устойчивой влажности натуральной древесины. Например, при влажности воздуха $\varphi = 80\%$ устойчивая влажность сорбции пропитанной прессованной древесины на 3,58% меньше, чем натуральной, и на 1,39% меньше, чем обычной прессованной.

При относительной влажности воздуха 95% устойчивая влажность сорбции пропитанной прессованной древесины на 9,33% выше, чем у обычной, а разбухание в направлении прессования — на 12,03%.

Гигроскопичность пропитанной прессованной древесины в условиях влажной среды зависит от комплекса физико-химических и технологических причин.

Одна из причин повышения гигроскопичности, по-видимому, заключается в гигроскопичности самой мочевины и вида ее связи с древесиной. В частности, повышенная влажность среды способствует разбуханию прессованной древесины, а это облегчает доступ влаги к свободной, химически не связанной с древесиной, части мочевины. В результате гигроскопичность пропитанной прессованной древесины несколько выше, чем непропитанной. Более детальное объяснение отмеченного явления потребует специальных обширных физико-химических исследований.

Для определения гистерезиса сорбции образцы древесины, достигшие устойчивой влажности сорбции, из эксикатора с $\varphi_{\text{возд}} = 60\%$ перемещали в эксикатор с $\varphi_{\text{возд}} = 20\%$, из эксикатора с $\varphi_{\text{возд}} = 80\%$ — в эксикатор с $\varphi_{\text{возд}} = 60\%$, из эксикатора с $\varphi_{\text{возд}} = 95\%$ — в эксикатор с $\varphi_{\text{возд}} = 80\%$. Образцы выдерживали до достижения ими устойчивой влажности десорбции.

Гистерезис сорбции увеличивается с повышением относительной влажности воздуха при одинаковой температуре (табл. 1). Абсолютная величина гистерезиса сорбции пропитанной прессованной древе-

сины в исследуемом диапазоне значений относительной влажности воздуха (от 20 до 80%) оказалась меньше, чем у обычной. Чем выше относительная влажность воздуха, тем больше разница между величинами гистерезиса сорбции у сравниваемых видов прессованной древесины.

При $\varphi_{\text{возд}} = 20\%$, эта разница составляет около 0,4%, а при $\varphi_{\text{возд}} = 80\%$ — уже 3,41.

При $\varphi_{\text{возд}} = 60\%$ величина гистерезиса сорбции обычной прессованной древесины составляет в среднем 2,35%, что почти совпадает с данными проф. П. С. Серговского [2].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Апостол А. В. Равновесная влажность прессованной древесины сосны. — «Деревообрабатывающая и лесохимическая промышленность», 1953, № 8, с. 10.
[2]. Серговский П. С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины. М., «Лесная промышленность», 1975. [3]. Хухрянский П. Н. Прессование древесины. М., «Лесная промышленность», 1964. [4]. Чулицкий Н. Н. Исследование факторов и характеристик режимов сушки древесины. — «Труды ВНИИАМ», М.—Л., 1930, вып. 13. [5]. Шамаев В. А., Ельков А. В., Попова Н. И. Стабилизация древесины, модифицированной мочевиной. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1975, № 5, с. 97.

Поступила 21 марта 1977 г.

УДК 674.05

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

В. И. САНЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Изложены результаты экспериментальных исследований. Показано, что при работе режущего инструмента в магнитном поле его стойкость возрастает. Приведены гипотетические представления о роли магнитного поля в процессе износа инструмента.

Дереворежущие инструменты изготавливаются из стали, то есть являются ферромагнитными телами. Известно, что при внесении в магнитное поле ферромагнитного тела, в последнем возникает ряд физических явлений, приводящих к изменению электропроводности, линейных размеров, а также упорядочению структуры.

Можно предположить, что внешнее магнитное поле должно оказывать влияние на износостойкость дереворежущих инструментов.

Для проверки этой гипотезы нами проведены эксперименты на базе круглопильного станка ЦА-2 (рис. 1). Внешнее магнитное поле в зоне резания создавалось электромагнитом постоянного тока. Питание электромагнита осуществляли от генератора постоянного тока смешанного возбуждения типа ПН мощностью 1,2 кВт. Катушки электромагнита имели по 960 витков провода марки ПЭЛБО диаметром 1,2 мм. Зазор между полюсами магнита и зубьями пилы регулировали путем смещения полюсных башмаков и выдерживали его в опытах равным 10 мм на сторону. Регулирующий блок системы питания состоял из реостата (включенного в цепь возбуждения генератора), вольтметра и амперметра (в цепи питания электромагнита).

Опыты проводили при следующих условиях: заготовки — сосновые (200×45×1500 мм) влажностью 40%, скорость резания — 61 м/с, скорость подачи — 3,2 м/мин, подача на зуб — 0,28 мм; пилы круглые из стали марки 85ХФ, число

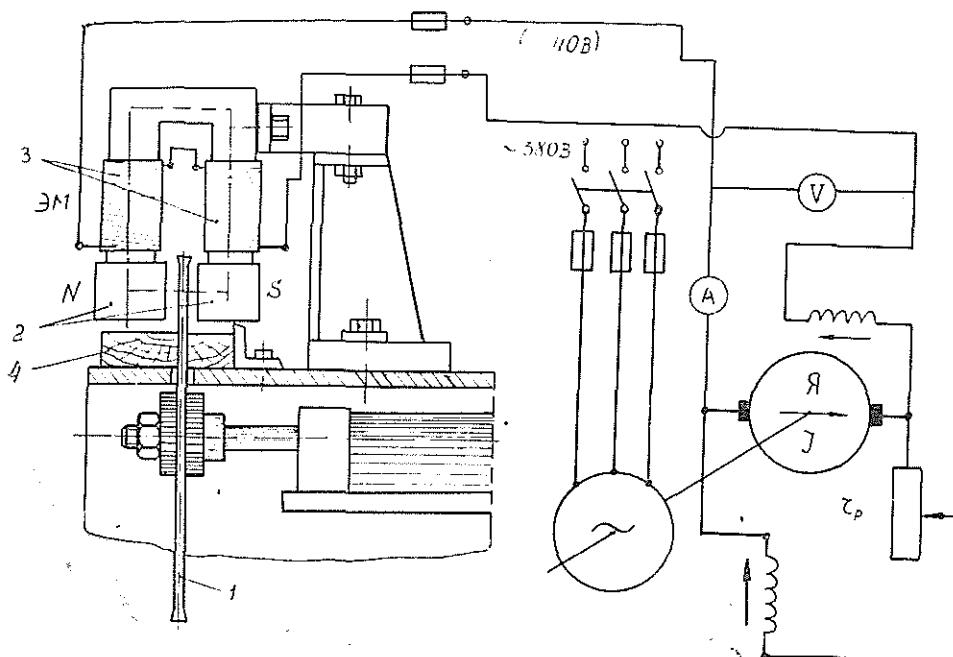


Рис. 1. Схема экспериментальной установки.

1 — круглая пила с плоским диском; 2 — полюсные башмаки электромагнита постоянного тока; 3 — катушки электромагнита; 4 — распиливаемые заготовки; А — амперметр, V — вольтметр; r — регулировочное сопротивление; Г — генератор постоянного тока.

рабочих зубьев в пиле — 4, диаметр пил — 400 мм, толщина пил — 2,0 мм, развод зубьев на сторону — 0,6 мм, передний угол зубьев — 24° , задний угол — 16° , угол заострения — 50° . Сначала изучали износ и затупление зубьев пилы без воздействия на них внешнего магнитного поля, а затем — при воздействии внешнего магнитного поля. В каждом из опытов распиливали 300 пог. м заготовок. Через каждые 100 пог. м пропила измеряли параметры износа и затупления зубьев. В качестве параметров износа и затупления были выбраны: радиус закругления поперечной режущей кромки, радиус закругления внешней боковой режущей кромки, фаска износа по передней грани, фаска износа по задней грани. Для замера радиуса закругления режущих кромок использовали свинцовые слепки, которые обмеряли на микроскопе МИМ-5. Фаски на гранях зубьев измеряли с помощью микроскопа МПБ-2. Результаты опытов после обработки полученных данных приведены на графиках (рис. 2, 3).

Из графиков (рис. 2, а) видно, что магнитное поле замедляет затупление по поперечной режущей кромке зубьев. После 300 пог. м пропила разница в величинах радиусов закругления режущей кромки составляет 16,5%. Разница в величинах радиусов закругления по боковой кромке зубьев — 26% (рис. 2, б). Износостойкость зубьев по боковой внешней кромке в условиях действия магнитного поля оказывается (при выбранном относительном расположении полюсов относительно пилы) больше, чем по поперечной кромке. Это можно объяснить ориентацией элементарных круговых токов (элементарных магнитов) материала зубьев. Отрыв частиц металла вдоль силовых линий требует больше энергии, чем отрыв в направлении нормальном к силовым линиям. Затупление зубьев в условиях воздействия магнитного поля происходит медленнее. Об этом свидетельствует и уменьшение размеров фасок износа по граням зубьев (рис. 3). Через 300 пог. м пропила длина фаски износа по задней грани под действием магнитного поля уменьшилась при прочих равных условиях на

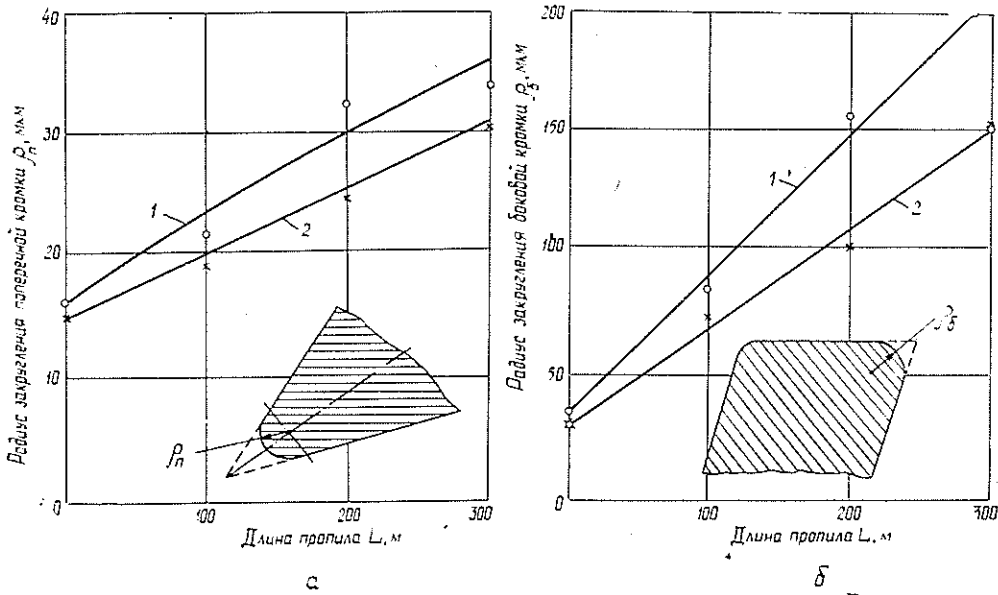


Рис. 2. Затупление зубьев пилы по поперечной (а) и боковой (б) режущим кромкам.

1 — затупление зубьев без воздействия магнитного поля; 2 — затупление зубьев при воздействии магнитного поля.

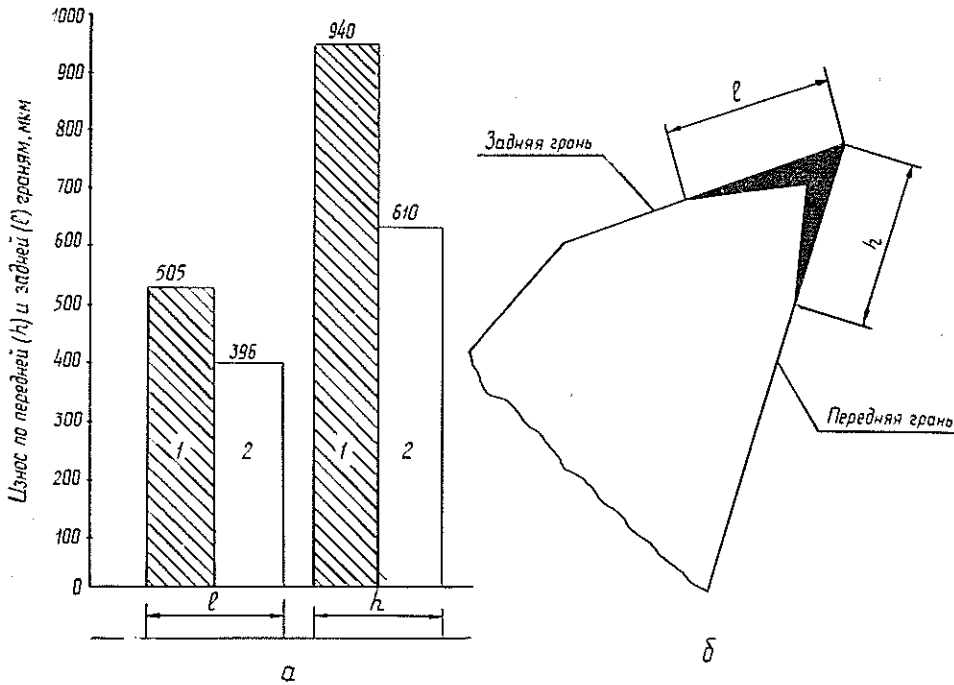


Рис. 3. Износ по передней и задней граням зубьев.

а — износ по граням без воздействия магнитного поля (1) и при его воздействии (2); б — схема замера фасок износа по передней h и задней l граням зубьев.

505—396 = 109 мкм (на 21,6%), а по передней грани на 940—610 = 330 мкм (на 35%).

Износостойкость режущих инструментов в определенной степени зависит от температуры нагрева. При перемещении ферромагнитных тел в магнитном поле они нагреваются. В связи с этим, нами были проведены наблюдения по нагреву зубьев при вращении пилы в магнитном поле. Оказалось, что большие промежутки между зубьями предотвратили дополнительный нагрев от пересечения магнитного поля. Температура нагрева зубьев оставалась в опытах практически одинаковой.

Таким образом, износостойкость зубьев пил при воздействии внешнего магнитного поля увеличивается. Этот вывод вытекает из рассмотрения результатов проведенных опытов. Объяснить полученный результат можно следующим образом. При движении зубьев пилы в магнитном поле в результате магнитострикции (уменьшения линейных размеров) в них происходят структурные (на уровне электронов) изменения. Металл как бы уплотняется и лучше сопротивляется механическому разрушению. Этим воздействие магнитного поля не ограничивается. При резании инструмент, как известно, разрушается в результате электрохимической коррозии и электрической эрозии. При воздействии магнитного поля эти явления должны исчезнуть или проявляться со значительно меньшим эффектом.

Магнитное поле нейтрализует также и статическое электричество, возникающее на гранях зубьев при трении о древесину. Конечно, данное объяснение снижения износа инструмента в условиях воздействия магнитного поля следует считать самым элементарным, истинная природа явления более сложна. Ясно, однако, что между износостойкостью режущих инструментов и степенью их намагниченности существует определенная связь, которая может быть использована в целях повышения износостойкости режущих инструментов.

Поступила 6 декабря 1976 г.

УДК 539.4:674.5

ПРЕДПОСЫЛКИ СИЛОВОЙ СОРТИРОВКИ ЗАГОТОВОК МЯГКОЙ МЕБЕЛИ

А. Д. ГОЛЯКОВ

Архангельский лесотехнический институт

Метод силового анализа прочности древесины, нашедший применение в практике сортировки пиломатериалов, следует применить и в производстве заготовок мягкой мебели. Эффект силовой сортировки в этом случае выразится увеличением выхода кондиционных заготовок и повышением надежности мебели в эксплуатации.

Выбор оптимальных размеров брусковых элементов и рациональных схем каркасов мягкой мебели имеет большое значение. Это подтверждается повышенным интересом к исследованиям прочности и деформативности мебели, наблюдаемым в странах с развитой мебельной промышленностью.

Задача рационального конструирования каркасов мягкой мебели может быть успешно решена лишь на основе метода сортировки, обеспечивающего определение прочности заготовок без разрушения. Визуальная сортировка древесины по нормам допуска пороков обеспе-

читать контроль не может. Эстетические требования к заготовкам каркаса не обязательны, так как в готовом изделии он, как правило, обтянут тканью. Степень пригодности заготовок должна определяться только их механическими показателями.

Мы исследовали прочность продольных брусков рамок сидений и спинок диван-кроватьей арт. 4160, выпускаемых Архангельским ЛДК им. В. И. Ленина*.

Схема нагружения переднего бруска сидения и эпюра изгибающего момента изображены на рис. 1. В расчет принят наиболее неблагоприятный и часто встречающийся случай — четыре человека сидят на кромке дивана. При расчетном весе человека 80 кгс** на сидение передается часть его веса, равная $G = 57$ кгс (установлено экспериментально путем взвешивания человека, сидящего на десятичных весах, когда ноги его стоят на полу). Погонная нагрузка на передний брусок в этом случае

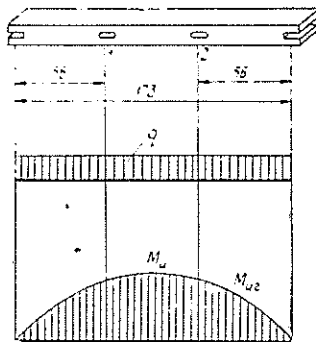


Рис. 1.

$$q = \frac{nG}{l} = \frac{4 \cdot 57}{173} = 1,31 \text{ кгс} \cdot \text{см},$$

где n — количество человек, сидящих на диване;
 l — длина продольного бруска сидения.

Максимальный изгибающий момент по середине бруска $M_n = 4900$ кгс·см, моменты в сечениях 1 и 2 с гнездами для поперечных брусков $M_{n,r} = 4300$ кгс·см.

Напряжения изгиба, которые они вызывают, составляют: по середине бруска

$$\sigma_n = \frac{M_n}{W} = \frac{4900}{13,85} = 350 \text{ кгс/см}^2,$$

где W — момент сопротивления при изгибе бруска сечением 72×34 мм;

в сечениях, ослабленных гнездами

$$\sigma_{n,r} = \frac{M_{n,r}}{W_r} = \frac{4300}{13,0} = 330 \text{ кгс/см}^2,$$

где W_2 — момент сопротивления сечения с гнездом.

Для определения влияния динамики нагружения рассмотрим случай, когда два человека сидят по краям дивана и двое садятся между ними. Расчетная динамическая нагрузка при посадке человека на мягкий диван $G_d = 64$ кгс (определена аналогично статической. Фиксировалась максимальная нагрузка в момент посадки человека на пружинную подушку). Напряжения изгиба в опасных сечениях в этом случае составят $\sigma_{n,d} = 390$ и $\sigma_{n,r,d} = 360$ кгс/см соответственно, т. е. примерно на 10% больше, чем при статическом нагружении.

* В работе принимал участие студент А. М. Вахрамеев.

** Королев В. И. Основы рационального конструирования мебели. М., «Лесная промышленность», 1973.

Фактическую прочность при поперечном изгибе чистовых еловых заготовок (деталей), вырабатываемых в мебельном цехе ЛДК, определили на пролете 680 мм. Заготовки нагружали сосредоточенной силой по середине пролета на разрывной машине Р-5. Разрушающую нагрузку фиксировали с точностью 5 кгс. Прочность заготовок определяли как в сплошных сечениях, так и в сечениях с гнездами для поперечин. Все заготовки перед испытаниями были разделены на группы: 1 — без сучков, 2 — с допускаемыми по ГОСТу 9685—61 сучками, 3 — с недопускаемыми сучками. Результаты статистической обработки испытаний на прочность брусков производственной влажности приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сечение бруска	Количество сечений (заготовок), шт.	Среднее арифметическое предела прочности, кгс/см ²	Средне-квадратичное отклонение, кгс/см ²	Вариационный коэффициент, %	Показатель точности, %
Сплошное без сучков	21	823	133,8	16,28	3,54
Сплошное с допускаемыми по ГОСТу 9685—61 сучками	27	725	96,16	13,26	2,55
Сплошное с недопускаемыми по ГОСТу 9685—61 сучками	55	617	141,9	23,0	3,03
Ослабленное гнездом под шип без сучков	20	654	67,27	10,30	2,30
Ослабленное гнездом под шип с допускаемыми по ГОСТу 9685—61 сучками	24	626	110,8	17,67	3,60
Ослабленное гнездом под шип с недопускаемыми по ГОСТу 9685—61 сучками	40	521	153,5	29,50	4,65

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы:

- 1) среди кондиционных встречаются заготовки, неудовлетворяющие эксплуатационным, требованиям прочности;
- 2) среди некондиционных заготовок, отбракованных визуально, около 40 ÷ 60% удовлетворяют эксплуатационным требованиям (коэффициент снижения прочности при длительной эксплуатации принят 0,6).

Таблица 2

Всего	Просмотрено заготовок, $\frac{\text{шт.}}{\%}$						
	В том числе						крене
	кондиционные	технический брак	некондиционные (отпад), с превышением норм допуска				
сучков здоровых сросшихся			сучков выпадающих	окрасок	гнили		
4680	2172	843	564	604	38	196	263
100,0	46,3	18,06	12,05	12,88	0,81	4,28	5,62

По нашим наблюдениям выход кондиционных заготовок при визуальной сортировке по ГОСТу 9685—61 после обработки на 4-стороннем строгальном станке составляет всего 46,3% (табл. 2). При сортировке некондиционных заготовок силовым методом, основанным на

корреляционной связи прочности и жесткости древесины при изгибе, можно часть заготовок вернуть в производство. Потенциально пригодны для силовой пересортировки заготовки с сучками и окрасками (около 26%, табл. 2). При сортировке их силовым методом выход кондиционных заготовок увеличивается до 56—61%, а с введением сортировки заготовок по назначению — для рамок сидений и для рамок спинок — отпад может быть вообще сведен к минимуму (в основном крень, гниль и технический брак), так как на продольные бруски спинок действуют значительно меньшие эксплуатационные нагрузки, чем на бруски сидений.

Надежность мебели в эксплуатации с введением силовой сортировки заготовок повысится.

Поступила 7 января 1977 г.

УДК 674.023 : 338

О ВЛИЯНИИ СБЕГА БРЕВЕН НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ В ЛЕСОПИЛЕНИИ

З. А. ВОЛКОВА

Ленинградская лесотехническая академия

Цель исследования — установить влияние сбega на использование объема бревна при распиловке с брусковкой на экспортные хвойные пиломатериалы (ТУ 13-02-04—67). В результате исследования установлено, что при расчете баланса древесины на среднее значение сбega пиловочных бревен фактический баланс незначительно отличается от расчетного.

Сбегистость бревен влияет на их фактический объем. Увеличение коэффициента сбega (k), определяемого как отношение диаметра комлевого торца к вершинному, на 0,1, дает в среднем увеличение объема бревна на 10%. При определении объема бревна по ГОСТу 2708—44 фактическая сбегистость не учитывается. Таким образом, бревна с повышенным сбегом имеют «излишний» объем древесины, а с пониженным — «недостаточный».

В практике лесопиления бревна с различными коэффициентами сбega распиливают по одним и тем же поставкам, при расчете которых для хвойных пиловочных бревен пользуются средним значением сбega по Г. Г. Титкову [1]. Наличие в партии бревен с различными коэффициентами сбega, в основном от 1,1 до 1,4, вызывает отклонение объемного выхода пиломатериалов от расчетного и оказывает влияние на распределение продукции лесопиления по статьям баланса. Это отклонение при $k = 1,1 \div 1,4$ и охвате вершинного диаметра бревна поставком может быть найдено по формуле (для распиловки с брусковкой).

$$y = ab (k_{\text{расч}} - 1,1)^{0,55} - ab (k - 1,1)^{0,55},$$

где y — отклонение объемного выхода пиломатериалов;

a — коэффициент, зависящий от диаметра бревна;

b — коэффициент, зависящий от среднего охвата бревна поставком (при распиловке с брусковкой — полусумма охватов первого и второго проходов);

$k_{\text{расч}}$ — расчетный коэффициент сбega.

Зная, сколько в партии бревен с коэффициентами сбега, например, 1,1; 1,2; 1,3 и 1,4, можно определить средневзвешенное отклонение объемного выхода пиломатериалов в зависимости от величины k , заложенного в расчетный выход, диаметра бревна и среднего охвата поставом. В табл. 1 приведены отклонения объемного выхода пиломатериалов от расчетного при сбеге по Г. Г. Титкову [1].

Таблица 1

Диаметр бревна, см	Охват поставом c	Расчетный коэффициент сбега	Коэффициент a	Коэффициент b	Отклонение объемного выхода пиломатериалов при коэффициентах сбега				Средневзвешенное отклонение для Архангельска
					1,1	1,2	1,3	1,4	
16	0,9	1,27	3,5	2,8	-3,6	-0,9	+0,5	+1,2	-0,1
	1,0			7,0	-9,2	-2,2	+0,9	+3,4	-0,3
	1,1			13,0	-14,6	-3,4	+1,8	+5,6	-0,3
20	0,9	1,24	2,7	2,8	-2,6	-0,4	+0,6	+0,9	-0,1
	1,0			7,0	-6,5	-1,1	+1,4	+3,2	-0,3
	1,1			13,0	-10,2	-1,6	+2,4	+5,4	-0,3
24	0,9	1,23	1,9	2,8	-1,7	-0,2	+0,6	+0,9	-0,5
	1,0			7,0	-4,4	-0,6	+1,1	+2,5	-0,6
	1,1			13,0	-6,8	-0,8	+2,1	+4,2	-0,7
28	0,9	1,21	1,1	2,8	-0,9	0	+0,4	+0,6	-0,1
	1,0			7,0	-2,3	-0,1	+0,9	+1,7	-0,2
	1,1			13,0	-3,6	-0,1	+1,5	+2,8	-0,2

Таблица 2

Наименование компонентов баланса	Изменение баланса древесины, %, при коэффициентах сбега бревен $d = 20$ см				Количество к объему сырья по ГОСТу 2708-44	
	1,1	1,2	1,3	1,4	средневзвешенный баланс	расчетный баланс
Пиломатериалы	57,4	55,7	54,8	50,9	56,2	56,4
	51,9	55,7	57,4	58,2		
Технологические опилки для гидролиза	14,1	14,1	14,1	14,1	14,4	14,1
	12,8	14,1	14,8	16,1		
Технологическая щепка	18,0	19,4	20,1	23,2	20,4	18,8
	16,3	19,4	21,0	26,5		
Отсев	4,5	4,8	5,0	5,8	5,1	4,7
	4,1	4,8	5,3	6,6		
Усушка и распыл	6,0	6,0	6,0	6,0	6,1	6,0
	5,4	6,0	6,3	6,9		
Сырье, %	100,0	100,0	100,0	100,0	102,2	100
	90,5	100,0	104,8	114,3		
м ³	0,19	0,21	0,22	0,24		0,21
	0,21	0,21	0,21	0,21		

Примечание. В числителе в процентах к фактическому объему сырья; в знаменателе — по ГОСТу 2708-44.

В табл. 2 приведено изменение баланса древесины для среднего диаметра пиловочного сырья, поступающего на архангельские ЛДК, при $d = 20$ см и средней длине бревен 5,4 м. Объемы бревен при коэффициентах сбега 1,1; 1,2; 1,3 и 1,4 были вычислены по формуле Губера

$$q = 0,785d_{0,5}^2 l,$$

где q — объем бревна, м³;

$d_{0,5}$ — диаметр на половине длины бревна, м;

l — длина бревна, м.

Количество опилок в процентах от фактического объема бревна определяли расчетным путем по ширине пропила 4,1 мм (толщина пил 2,5 мм); количество кусковых отходов (технологической щепы) — как разность между фактическим объемом сырья и суммой объемов пиломатериалов, опилок и припусков на усушку и распыл (6% от фактического объема сырья). Кондиционность технологической щепы была принята 80%.

Было установлено, что с увеличением сбега, а следовательно, и фактического объема бревна возрастает абсолютное количество пиломатериалов, опилок и кусковых отходов (технологической щепы). Однако объемный выход пиломатериалов уменьшается в связи с увеличением количества кусковых отходов и опилок.

По отношению к объему сырья по ГОСТу 2708—44 (как это принято в лесопилении) при превышении коэффициента сбега, заложенного в объем бревен по ГОСТу, выход пиломатериалов увеличивается и, чем больше охват поставом, тем больше это увеличение.

При коэффициентах сбега, меньше заложенного по ГОСТу, выход пиломатериалов уменьшается и чем больше охват поставом, тем больше это уменьшение. Применение поставов с большими охватами для партий из малосбежистых бревен нежелательно, так как крайние доски поставы получают сильно укороченными или выход отсутствует, что при оплате сырья за объем по ГОСТу 2708—44 значительно снижает количество продукции из 1 м³ сырья и, следовательно, ее стоимость.

Если сбеги бревен подчиняются закону нормального распределения относительно среднего значения, близкого или равного значению, заложенному в объем бревен по ГОСТу 2708—44 и в расчетный объемный выход пиломатериалов (например, в условиях архангельских ЛДК), то фактический баланс древесины незначительно отличается от расчетного. Так как коэффициенты сбега меньше среднего оказывают на объемный выход пиломатериалов большее влияние, чем коэффициенты сбега больше среднего, то может оказаться, что при некотором увеличении объема сырья партии бревен объемный выход пиломатериалов меньше расчетного, а количество кусковых отходов и опилок увеличивается.

Для условий архангельских ЛДК уменьшение объемного выхода пиломатериалов против расчетного при распиловке с брусковкой составляет 0,1—0,3% при увеличении выхода технологической щепы на 1,5—3,0%.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Покотило В. П. и др. Пособие по раскрою пиловочного сырья. М., «Лесная промышленность», 1974.

Поступила 14 февраля 1977 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 547.458.81

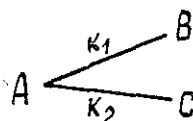
СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ
ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ
С УЧАСТИЕМ Na-КСАНТОГЕНАТА ЦЕЛЛЮЛОЗЫА. А. ВАЙСБУРД, К. А. МАЛЫШЕВСКАЯ,
А. В. ФИНКЕЛЬШТЕЙН

Сибирский технологический институт

Спектрофотометрически изучена кинетика метилирования Na-ксантогената целлюлозы диметилсульфатом, протекающего параллельно с разложением Na-ксантогената. Предложен формализм, разрешающий по спектральным данным считать константы скорости каждого из процессов. Установлено, что в кислых и щелочных средах энергия активации процесса метилирования приблизительно в два раза ниже, чем в нейтральной среде.

Ранее [1] была показана возможность спектрофотометрического изучения кинетики метилирования Na-ксантогената целлюлозы диметилсульфатом и разработан соответствующий формализм для расчета кинетических параметров по спектральным данным, успешно позволивший определить константы скорости и энергии активации этого процесса как в гомогенных, так и в гетерогенных условиях.

Однако изучение химических превращений ксантогенатов целлюлозы осложняется их лабильностью, особенно в кислых и сильнощелочных средах. Это обусловлено тем, что изучаемый процесс неизменно сопровождается разложением исходного ксантогената. И поскольку в этом случае процесс описывается схемой



где A — ксантогенат целлюлозы;

B — продукт реакции;

C — продукты разложения;

k_1 — константа скорости изучаемого процесса;

k_2 — константа скорости реакции разложения,

пользоваться формализмом, описанным в [1], для обработки экспериментальных данных нельзя.

Вместе с тем, учитывая преимущества спектрального метода изучения кинетики химических превращений ксантогенатов целлюлозы, а также и то, что выяснение влияния кислотности среды на изменение кинетических параметров процесса необходимо для установления кинетических закономерностей и механизма изучаемой реакции, мы на примере метилирования Na-ксантогената целлюлозы диметилсульфатом спектрофотометрически изучили влияние pH на кинетические характеристики этого процесса. При этом в соответствии со схемой воз-

никала необходимость вывода новых формул для обработки результатов эксперимента, что было нами осуществлено на основании следующих рассуждений.

В согласии со схемой процесса (1) зависимость оптической плотности от концентрации описывается уравнениями

$$D_1 = \varepsilon_{11}(a - x) + \varepsilon_{21}y; \quad (1)$$

$$D_2 = \varepsilon_{12}(a - x) + \varepsilon_{22}y, \quad (2)$$

где a — число молей Na-ксантогената целлюлозы (из расчета на одну функциональную группу) в момент времени τ_0 ;

x — число молей Na-ксантогената целлюлозы (из расчета на одну функциональную группу), претерпевших превращение по двум направлениям к моменту времени τ ;

y — число молей метилксантогената целлюлозы, образовавшегося к моменту времени τ ;

D_1 и D_2 — значения оптической плотности при $\lambda = 301$ нм и $\lambda = 282$ нм соответственно к моменту времени τ ;

ε_{11} и ε_{12} — коэффициенты поглощения Na-ксантогената целлюлозы при $\lambda = 301$ нм и $\lambda = 282$ нм соответственно;

ε_{22} и ε_{21} — коэффициенты поглощения метилксантогената целлюлозы при $\lambda = 282$ нм и $\lambda = 301$ нм соответственно.

Из (1) и (2) легко получить

$$a - x = \frac{\varepsilon_{21}D_2 - \varepsilon_{22}D_1}{\varepsilon_{12}\varepsilon_{21} - \varepsilon_{22}\varepsilon_{11}}. \quad (3)$$

$$y = \frac{\varepsilon_{12}D_1 - \varepsilon_{11}D_2}{\varepsilon_{12}\varepsilon_{21} - \varepsilon_{22}\varepsilon_{11}}. \quad (4)$$

Вместе с тем для параллельных реакций известно

$$\ln \frac{a}{a-x} = (k_1 + k_2)\tau, \quad (5)$$

что совместно с (3) и (4) дает

$$\ln \frac{D_2(\varepsilon_{21} - \varepsilon_{11}) + D_1(\varepsilon_{12} - \varepsilon_{22})}{D_2\varepsilon_{21} - D_1\varepsilon_{22}} = (k_1 + k_2)\tau. \quad (6)$$

Для того чтобы получить (6), необходимо было знать a . Здесь мы считаем нужным подчеркнуть, что к моменту первого отсчета $\tau = 10 \div 20$ с (для каждого конкретного случая это время точно фиксировали). В связи с этим величину a рассчитывали следующим образом:

$$a = (a - x) - y$$

по формулам (3) и (4) с учетом того экспериментального факта, что $k_1 \gg k_2$ и в течение первых 10—20 с $x = y$. Тогда полулогарифмические координаты кинетических кривых реакции метилирования Na-ксантогената диметилсульфатом при любой реакции среды выглядят так:

$$\ln \frac{D_2(\varepsilon_{21} - \varepsilon_{11}) + D_1(\varepsilon_{12} - \varepsilon_{22})}{D_2\varepsilon_{21} - D_1\varepsilon_{22}}; \tau. \quad (7)$$

Для того, чтобы рассчитать k_1 и k_2 , воспользуемся тем, что для параллельных реакций

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{k_1}{k_2},$$

где n_1 — число молей Na-ксантогената целлюлозы в любой момент времени, превратившегося в метилксантогенат;
 n_2 — число молей Na-ксантогената целлюлозы, разложившегося к тому же моменту времени.

Для нашего случая $n_1 = y$, $n_2 = x - y$ и

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{y}{x - y}. \quad (8)$$

Решив (8) совместно с

$$k = k_1 + k_2,$$

определяемую как тангенс угла наклона полулогарифмической анаморфозы, полученной по экспериментальным данным методом наименьших квадратов (в указанных выше координатах) рассчитываем k_1 и k_2 .

С целью апробирования представленного выше формализма было проведено метилирование Na-ксантогената целлюлозы диметилсульфатом в гомогенных условиях в интервале $2 < \text{pH} < 12$ при 288 К в согласии с методикой эксперимента, описанной в [1].

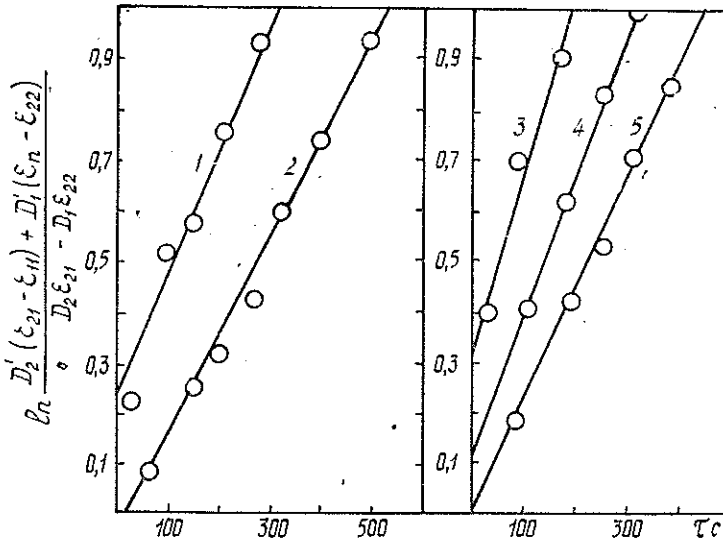


Рис. 1. Полулогарифмические анаморфозы кинетических кривых метилирования Na-ксантогената целлюлозы диметилсульфатом при 288 К.

1 — $\text{pH} = 11,78$; 2 — $\text{pH} = 7,50$; 3 — $\text{pH} = 2,78$; 4 — $\text{pH} = 3,63$; 5 — $\text{pH} = 6,00$.

Некоторые результаты даны на рисунке в виде полулогарифмических анаморфоз кинетических кривых. Как следует из рисунка, экспериментальные точки близки к прямым, что свидетельствует в пользу справедливости предложенных выше рассуждений.

В табл. 1 приведены значения констант скорости метилирования в интервале $12 > \text{pH} > 3,00$ и при 288 К. Как следует из таблицы, кон-

Таблица 1

pH	$k_1 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$	pH	$k_1 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$
11,78	2,5	6,00	2,1
9,25	2,8	5,00	2,7
8,00	2,4	4,56	2,4
7,50	1,9	3,90	2,5
7,00	1,7	3,63	3,3
6,50	2,2	2,72	3,8

станта скорости метилирования минимальна при $\text{pH}=7,0$ и несколько возрастает при его изменении как в кислую, так и щелочную область. По-видимому, при гомогенном метилировании Na-ксантогената диметилсульфатом имеет место весьма распространенный в химии случай кислотно-основного катализа.

Таблица 2

pH	Т К					E^\ddagger кДж/моль
	283	293	298	303	308	
	$k_1 \cdot 10^3 \text{ с}$					
10,38	2,0	4,0	4,7	5,3	6,7	9,0
8,95	2,1	4,2	4,7	6,1	7,4	9,0
7,00	1,5	3,4	5,0	—	—	17,0
6,59	1,3	2,6	3,5	6,5	7,5	10,0
5,72	1,2	2,7	3,5	4,5	5,7	10,0
4,56	1,5	3,2	3,8	4,9	6,3	9,5
3,78	1,5	3,1	3,7	4,4	5,7	10,0

В целях получения дополнительной информации о характере влияния pH на кинетические параметры процесса метилирования, нами были определены энергии активации в интервале $3,8 \leq \text{pH} \leq 10,4$. Расчет последних был осуществлен нами обработкой экспериментальных данных табл. 2 в координатах $\ln k, 1/T$ в согласии с уравнением Аррениуса. Константы скорости метилирования Na-ксантогената целлюлозы диметилсульфатом в интервале температур $283 \leq \text{ТК} \leq 308$ и интервале $\text{pH} 11 > \text{pH} > 3,5$ приведены в табл. 2. Как следует из данных этой таблицы, при переходе как в кислую, так и в щелочную среду, энергия активации уменьшается не менее, чем на 40%, что может рассматриваться, как свидетельство в пользу справедливости предположений о том, что процесс метилирования Na-ксантогената целлюлозы диметилсульфатом катализируется и кислотами, и щелочами.

Таким образом, рассматривавшийся в [1] спектрофотометрический метод может быть успешно применен для изучения химических превращений ксантогенатов целлюлозы, осложненных их разложением.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Вайсбурд А. А., Малышевская К. А., Финкельштейн А. В., Пильникова Н. И. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1975, № 5, с. 112.

Поступила 13 декабря 1976 г.

УДК 632.95

МЕТОД ОЦЕНКИ ТОКСИЧНОСТИ АНТИСЕПТИКОВ ДЛЯ ДЕРЕВООКРАШИВАЮЩИХ ГРИБОВ ПО ВЕРОЯТНОСТИ ЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ

Ю. А. СЕРОВ, Д. А. БЕЛЕНКОВ

Уральский лесотехнический институт

Предложен метод оценки токсичности антисептиков для древоокрашивающих грибов. Приведено описание условий и технических приемов проведения испытаний. На примере оценки токсичности для *Ophiostoma coeruleum* препаратов Тимбор, ГР-48, буры и борной кислоты показана правильность теоретических предпосылок метода. Метод разработан для лабораторных исследований и обладает широкими возможностями.

Основные теоретические предпосылки метода изложены в [10]. Главная из них — предположение о том, что каждой дозе испытываемого антисептика соответствует определенная вероятность защиты древесины от поражения выбранным видом гриба и что изменение реакции гриба на действие возрастающих доз антисептика происходит по закону Лапласа—Гаусса.

При разработке практических приемов применения метода были решены следующие вопросы: выбор вида гриба, подбор подходящих сред, заражение сред, подготовка образцов и обработка их антисептиками, проведение испытаний, оценка результатов наблюдений, выбор критерия оценки токсичности испытываемого вещества. На основании поисковых экспериментов определены условия и технические приемы проведения испытаний, которые позволяют получать надежные и воспроизводимые результаты.

В качестве опытного гриба был выбран *Ophiostoma coeruleum* (Münch.) N. et P. Syd. [8]. Этот гриб хорошо и быстро растет на сусло-агаровой среде и среде из свежих опилок. Он в короткий срок сильно поражает древесину, причем пораженные участки очень четко отличаются от непораженных по цвету.

Для заражения сред используется суспензия спор гриба, выращиваемого в чашках Петри на сусло-агаре в течение 10 дней. Суспензию получают, смывая споры стерильной водопроводной водой. Титр суспензии 10^6 спор в 1 мл.

Наиболее важный момент — создание равномерного инфекционного фона, на котором достигается быстрое и однородное поражение опытных образцов из древесины заболони сосны, несодержащей ядовитых веществ. Были испытаны сусло-агаровая среда, свежая древесина в виде кусков заболони сосны и свежие сосновые опилки из заболони с добавлением 5% по весу овсяной муки и увлажненные до 300%. Лучшие результаты получены на последней среде, которая и используется при испытаниях.

В колбы Эрленмейера объемом 1 л с широким горлом среду помещали слоем в 3—4 см. Стерилизовали среду в автоклаве при $1,7 \text{ кгс/см}^2$ в течение 90 мин.

Заражение сред осуществляется равномерным напылением суспензии спор из пульверизатора на поверхность среды. В каждую опытную колбу вводят по 5 мл суспензии. Начало роста гриба характеризуется появлением на поверхности среды

большого числа мелких участков поражения, которые довольно быстро смыкаются. В случае неудачного напыления суспензии могут быть участки, не пораженные грибом. Такие колбы не следует использовать для испытания. Через 10 дней гриб поражает весь объем среды и образует на поверхности равномерно разросшийся газон, который и используется в качестве инфекционного фона. Готовность культуры определяется по внешнему виду гриба на поверхности (равномерность роста) и охвату всей среды.

Образцы готовят в стерильных условиях из торцовых вырезок заболони сосны толщиной 20—25 мм. При этом первоначально выкалывают тангентальные пластинки шириной 5—6 мм и толщиной около 1 мм, а затем разрезают их на образцы ножницами. Выбор таких размеров образцов объясняется тем, что, во-первых, на них можно четко и надежно зафиксировать рост гриба, если поражение древесины произошло и, во-вторых, имеется возможность одновременно испытать достаточно большое число образцов для более надежной оценки вероятности защиты древесины. Образцы должны быть изготовлены непосредственно перед испытанием.

В одном опыте одновременно испытывается пять различных концентраций антисептика, подобранных таким образом, чтобы охватить интервал концентраций, в котором защищенность древесины изменяется от низкой до высокой. Для неизвестного вещества необходимо провести предварительное пилочное испытание в более широком диапазоне концентраций. Образцы обрабатывают в растворах путем погружения в них на 30 мин. Контрольные образцы обрабатывали в течение 30 мин 0,015%-ным раствором марганцевокислого калия. Такая обработка не влияет на поражение древесины грибом, но значительно уменьшает риск появления на них грибов плесени.

Пропитанные образцы слегка подсушивают в перевивочной камере и устанавливают в колбы на поверхность среды, равномерно заросшей грибом.

Схемы установки образцов на культуру гриба могут быть различными, однако обязательна установка в каждую колбу образцов, пропитанных всеми испытываемыми концентрациями. Этим достигается равномерность токсической нагрузки каждой культуры и нивелируются возможные различия культур гриба, выращенных в разных колбах.

Наиболее удобна и достаточно надежна следующая схема: испытания проводят одновременно в 10 колбах по 10 образцов всех концентраций и по 10 контрольных образцов в каждой.

На культурах гриба образцы выдерживают в течение 10 дней. За этот период контрольные образцы и образцы, которые заселяются грибом, имеют достаточно сильное, отчетливо видимое поражение. Затем в перевивочной камере образцы вынимают из колб и переносят в стерильные чашки Петри, которые помещают в стерильные влажные биксы, и выдерживают еще 10 дней. Эта операция осуществляется для того, чтобы наблюдающееся поражение образцов развилось еще более резко, а скрытое поражение стало явным.

Испытания проводят в комнатных условиях. При этом в помещении поддерживается температура в пределах 16—21°C. После окончания опыта образцы подсушивают, внимательно просматривают и разделяют на пораженные и непораженные. При этом очень удобно расклеивать образцы на листки твердой бумаги по номерам колб и концентраций растворов, что дает возможность сохранить результаты экспериментов и использовать их в дальнейшей работе.

В процессе испытания степень поражения образцов грибом различна. Контрольные образцы и образцы, обработанные слабыми концентрациями растворов, чаще всего имеют очень сильное поражение с обильным образованием перитециев. На образцах, обработанных более высокими концентрациями, поражение выражено слабее. Оно менее интенсивно по цвету, реже образуются перитеции, не вся поверхность образцов поражается грибом.

При обработке результатов испытаний степень поражения не учитывается, так как предполагается, что, если поражение произошло, то степень поражения является функцией времени, то есть имеющееся в древесине ядовитое вещество не препятствует в данном случае поражению древесины, а лишь замедляет этот процесс.

Обработка экспериментальных данных очень проста. Достаточно определить для каждой концентрации относительное количество непораженных образцов и перевести его в пробит. По пробитам и концентрациям растворов антисептика или их логарифмам (в зависимости от

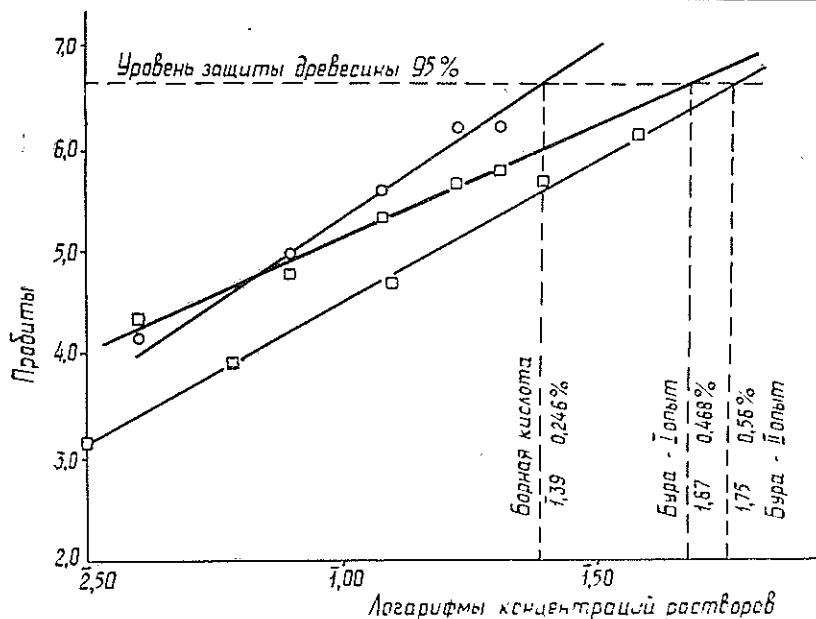


Рис. 2. Оценка токсичности препаратов ГР-48 и Тимбора для гриба *Ophiostoma coeruleum*.

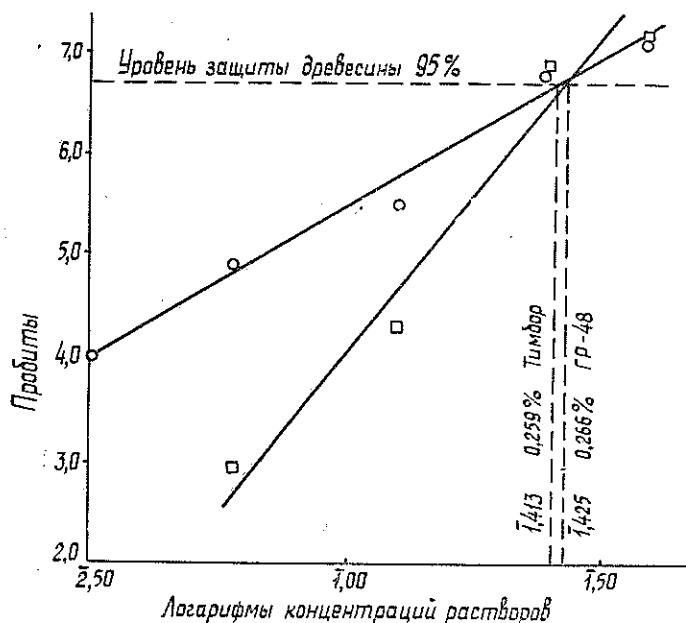


Рис. 2. Оценка токсичности и препаратов ГР-48 и Тимбора для гриба *Ophiostoma coeruleum*.

закона распределения реакции гриба) необходимо построить график. Этот график должен быть прямой линией, так как для многих и весьма различных живых организмов установлено, что их однородные популяции реагируют на токсическое воздействие по закону Лапласа — Гаусса [1, 2, 4—7, 11—14].

В качестве критерия оценки токсичности антисептика нами выбрано такое его количество, которое защищает древесину от поражения с вероятностью 0,95. Выбор этой вероятности достаточно полно обоснован в работе Д. А. Беленкова [3].

Дозы антисептиков, защищающих древесину с вероятностью 0,95, легко определяются на графиках по пробиту 6,65.

По описанному методу были испытаны бура, борная кислота, ГР-48 и Тимбор. Результаты этих испытаний приведены на рис. 1 и 2, из которых видно, что пробитированные графики токсического действия испытанных антисептиков хорошо совпадают с графиками прямых линий. Следовательно, теоретические предпосылки метода правильны, и деревоокрашивающие грибы реагируют на токсическое воздействие по тем же законам, как многие другие организмы в однородных совокупностях.

По токсичности для гриба *Ophiostoma coeruleum* препараты Тимбор, ГР-48 и борная кислота примерно одинаковы. Их дозы, защищающие древесину от засинения с вероятностью 0,95, соответственно равны 0,259; 0,266 и 0,264% концентрации растворов. В случае расконсервации древесины, вследствие одинаковой потери токсического вещества с ее поверхности, более надежную защиту обеспечат борная кислота и Тимбор, так как при достижении критического количества биоцида и дальнейшем его уменьшении вероятность поражения древесины, обработанной препаратом ГР-48, будет возрастать значительно быстрее, чем при обработке Тимбором и борной кислотой.

Бура почти в два раза менее токсична для испытанного гриба. Для нее были получены аналогичные дозы — 0,468 и 0,56% концентрации раствора.

Рассмотренный метод позволяет лабораторным путем решать ряд важных вопросов, используя для этого законы теории вероятностей и математической статистики. Может быть оценена токсичность комбинированных антисептиков по теореме сложения вероятностей для независимых совместимых событий [9], изучены процессы расконсервации древесины, фиксируемость и вымываемость антисептиков, надежность защиты древесины и качество пропитки, влияние послепропиточной обработки древесины на токсичность антисептиков и другие вопросы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Беленков Д. А. Тип распределения экспериментальных данных, характеризующих противогнилостную стойкость древесины. — ИВУЗ «Лесной журнал», 1963, № 6. [2]. Беленков Д. А. Метод оценки токсичности антисептиков по вероятности защиты древесины. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1965, № 1. [3]. Беленков Д. А. К обоснованию наиболее выгодного уровня вероятности защиты древесины для оценки токсичности антисептиков. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1966, № 4. [4]. Беленков Д. А. О применимости пробит-анализа для оценки токсичности антисептиков на древесине. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1968, № 2. [5]. Бельский М. Л., Витольский М. А. Материалы к фармакологии и токсикологии тубазида. Рига, изд-во АН ЛатвССР, 1954, № 2. [6]. Бельский М. Л. Элементы количественной оценки фармакологического эффекта. Л., Медгиз, 1963. [7]. Бессмертный Б. С. Математическая статистика в клинической, профилактической и экспериментальной медицине. М., «Медицина», 1967. [8]. Мейер Е. И. Определитель деревоокрашивающих грибов. М., Гослесбумиздат, 1953. [9]. Селецкий В. А., Беленков Д. А. Оценка токсичности комбинированных антисептиков по вероятности защиты древесины. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1971, № 2. [10]. Серов Ю. А., Беленков Д. А. Принцип построения метода оценки токсичности антисептиков против деревоокрашивающих грибов. — Труды УЛТИ, Свердловск, вып. 20, 1969. [11]. Урбах В. Ю. Математическая статистика для биологов и медиков. М., «Наука», 1963. [12]. Хорсфолл Д. Г. Фунгициды и их действие. М., ИЛ, 1948. [13]. Bliss C. J. The calculation of the dosage-

mortality curve. *Annals. Appl. Biol.*, v. 22, 1935. № 1. [14]. Morrell C. A., Chapman C. W., Allmark M. G. On the therapeutic assay of neocarphenamine with *Trypanosoma equiperdum*. *Jour. of Pharmac. and Exper. Therap.*, v. 64, 1938.

Поступила 19 февраля 1974 г.

УДК 634.07.861.15

СОСТАВ «ВРЕДНОЙ» СМОЛЫ, ОТЛАГАЮЩЕЙСЯ НА ОБОРУДОВАНИИ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ БИСУЛЬФИТНОЙ ПОЛУЦЕЛЛЮЛОЗЫ

О. В. ГОЛИКОВА, С. М. РЕПЯХ, Э. Д. ЛЕВИН

Сибирский технологический институт

Приведены результаты исследования группового состава смоляных отложений, отобранных с картоноделательной машины. Методом ГЖХ установлен качественный и количественный состав свободных и связанных кислот, выделенных из смоляных отложений.

При переработке древесины на целлюлозу, бумагу и картон смолистые вещества ее претерпевают различные физико-химические изменения, в результате чего на рабочих поверхностях оборудования появляются липкие отложения, снижающие его производительность и качество готовой продукции. Замечено [2], что отложение смоляных веществ усиливается при совместной переработке хвойной и лиственной древесины. В то же время у исследователей нет единого мнения по вопросу о компонентах «вредной» смолы, что сдерживает правильную оценку различных методов борьбы с этим явлением.

На Красноярском целлюлозно-бумажном комбинате при переработке бисульфитной полуцеллюлозы стали возникать затруднения из-за смоляных отложений. На картоноделательной машине смола отлагалась на сетках, прессах, отсасывающих ящиках. Свежие отложения на сетке и прессах были желто-зеленого цвета, мягкими и липкими на ощупь.

Образцы смолы отбирали в марте и апреле. Время отбора было выбрано не случайно: известно, что целлюлоза, сваренная из древесины, срубленной в марте, имеет максимальное содержание эфирного экстракта. По данным комбината в этот период основа для гофрирования вырабатывалась из 30% хвойной и 70% лиственной полуцеллюлозы.

Для исследования отбирали среднюю пробу методом квартования. Навеску смолы растворяли в диэтиловом эфире. Пробу смолы обрабатывали небольшими порциями диэтилового эфира на холоду до получения бесцветной эфирной вытяжки. Затем экстракт отфильтровывали через предварительно взвешенный бумажный фильтр. Нерастворимый осадок на фильтре помещали в эксикатор и сушили до постоянного веса над безводным хлористым кальцием. Полученный экстракт подвергали химическому анализу. Химический состав эфирорастворимой части смоляных отложений представлен в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что в смоляных отложениях, отобранных с сетки и прессов, содержится большое количество веществ, растворимых в диэтиловом эфире, а в отложениях на отсасывающих ящиках их значительно меньше.

Данные группового состава показывают, что основную часть эфирорастворимой смолы составляют омыляемые и неомыляемые вещества.

Таблица 1

Место отложения	Выход экстрактов, %	Содержание эфирорастворимых веществ, %					
		фенольного характера	неомыляемых	жирных кислот		смоляных кислот	
				свободных	связанных	свободных	связанных
На сетках	70,23	23,35	31,36	3,95	24,6	1,09	6,04
На отсасывающих ящиках	31,58	24,00	31,26	3,75	23,83	2,16	5,86
На прессах	82,95	16,48	25,5	3,87	26,67	1,13	7,56

Известно, что чем выше содержание свободных жирных кислот в древесине, тем больше смолы удаляется при варке и промывке целлюлозы [2]. Неомыляемые и жиры растворяются в щелоке в незначительном количестве. В древесине лиственных пород кислоты находятся в основном в связанном состоянии, поэтому удаление жиров и неомыляемых веществ при бисульфитной варке и дальнейшей промывке полуцеллюлозы затруднено.

На Красноярском ЦБК смоляные отложения на сетке вызывают затруднения и при производстве картона. Смола забивает большие участки на сетке, вследствие чего нарушается нормальный режим обезвоживания полотна на прессах. Липкая смола вызывает прилипание бумаги и ее обрывы. В состав смолы с сетки входит значительное количество жиров (до 33%) и неомыляемых (до 31%).

Связанные и свободные кислоты представлены в основном жирными. Значительное количество жирных кислот находится в связанном состоянии.

Установление вещественного состава выделенных кислот проводили методом газожидкостной хроматографии. Жирные кислоты разделяли на хроматографе ЛХМ-7А с детектором по теплопроводности с программированным нагревом колонки. Идентификацию проводили в виде метиловых эфиров. Качественный состав определяли методом добавок чистых веществ, количественный состав — методом внутренней нормализации. Свободные жирные кислоты из-за малого их количества не разделяли, состав связанных приведен в табл. 2.

Таблица 2

Кислоты	Содержание, %, в связанных жирных кислотах
Пальмитиновая	5,3
Олеиновая+линолевая	50,65
Стеариновая	25,06
Арахидовая	7,87
Бегеновая	6,06
Лигноцериновая	0,94
Неидентифицированные	4,51

Из табл. 2 видно, что основными компонентами жирных кислот являются непредельные олеиновая и линолевая, на долю которых приходится до 50%.

Смоляные кислоты разделяли на хроматографе ЛХМ-7А с пламенно-ионизационным детектором и программированным нагревом колонки. Идентификацию кислот проводили в виде метиловых эфиров. Качественный состав определяли методом добавок чистых веществ, количественный — методом внутренней нормализации. Состав выделенных смоляных кислот «вредной» смолы представлен в табл. 3.

Таблица 3

Кислоты	Содержание, %	
	в связанных смоляных кислотах	в свободных смоляных кислотах
Абиетиновая	50,10	38,38
Дигидроабиетиновая	5,25	—
Изопимаровая	16,54	16,18
Левопимаровая	17,16	20,53
Палиостровая	4,89	—
Сандарокопимаровая	6,06	11,61
Пимаровая	—	13,2
Неидентифицированные	—	—

В смоляных кислотах, выделенных из нейтральной части, содержится, в основном, абиетиновая кислота. Она же является главным компонентом свободных кислот. В состав смоляных кислот как связанных, так и свободных, входит значительное число кислот пимарового типа. В состав нейтральной части «вредной» смолы входит большое количество неомыляемых веществ. Их разделяли на группы методом элюэнтной хроматографии (табл. 4).

Таблица 4

Компоненты неомыляемых веществ	Содержание в смоле, растворимой в эфире	Показатель преломления	Цвет при формалитовой реакции
Общие	9,89	1,5968	Темно-коричневый
Вещества, вымываемые бензолом	1,91	1,5464	
Вещества, вымываемые ацетоном	5,71	—	Красно-коричневый
Осмолившиеся вещества	2,25	—	

Полученные результаты свидетельствуют, что неомыляемые вещества содержат до 58% нейтральных кислородных соединений и 19% ароматических углеводов.

Анализ показал, что основную часть смоляных отложений составляют непредельные соединения. Эти компоненты способны окисляться кислородом воздуха. Основные компоненты экстрактивных веществ лиственной древесины — непредельные кислоты, главным образом, связанные в эфиры с глицерином и стероидными спиртами. Известно, что при выдерживании древесины на воздухе, содержащаяся в ней смола окисляется и полимеризуется, поэтому при варке она полностью диспергируется и не вызывает затруднений. Для ускорения окисления смолы целесообразно через щепу пропускать горячий воздух. Способ обессмоливания щепы путем продувки предложен нами в [1].

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Голикова О. В. и др. Обессмоливание технологической щепы. — «Бумажная промышленность», 1976, № 8, с. 16—17. [2]. Иванов М. А. и др. Смолистые вещества древесины и целлюлозы. М., «Лесная промышленность», 1968, 346 с.

Поступила 10 февраля 1977 г

УДК 547.64 : 547.535.3'032 + 547.281.1

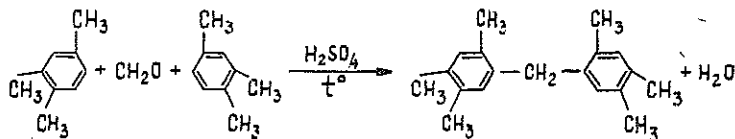
К ВОПРОСУ О КИНЕТИКЕ КОНДЕНСАЦИИ ПСЕВДОКУМОЛА С ФОРМАЛЬДЕГИДОМ

И. А. МАРТЫНОВА, А. С. ОЛЕФИРЕНКО, О. К. ЗАВЬЯЛОВА, Б. Н. ЛЕБЕДЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Выполнен расчет константы скорости реакции конденсации псевдокумола с формальдегидом. Проведено сравнение теоретических кинетических закономерностей с экспериментальными данными, а также проверка математического описания процесса и константы скорости реакции.

На кафедре органической химии ЛТА в течение ряда лет ведутся работы по синтезу заменителей канифоли в связи с ее дефицитом как у нас в стране так и за рубежом. Одно из направлений работы — синтез бензилбензойных кислот (ББК), основанный на недорогом и доступном нефтехимическом сырье, в частности на псевдокумоле (ПК) [1]. Первая стадия синтеза — получение дипсевдокумилметана (ДПКМ) конденсацией ПК с формальдегидом (CH_2O) в присутствии каталитических количеств серной кислоты (H_2SO_4):



В патентной и журнальной литературе имеются сообщения о проведении конденсации ПК с CH_2O в присутствии таких минеральных и органических кислот, как бензосульфокислота, толуолсульфокислота, муравьиная, серная и др. [2—4]. Анализ этих работ показал, что для промышленного использования наиболее приемлем процесс с применением H_2SO_4 в качестве катализатора.

В целях определения кинетики процесса получения ДПКМ была проведена серия опытов, в которых изучали влияние температуры, концентрации и количества катализатора, скорости подачи CH_2O , времени реакции. При проведении реакции конденсации реакционную воду непрерывно отводили [5].

В реакционную колбу загружали ПК и H_2SO_4 и по достижении определенной температуры начинали дозировать CH_2O . Образующиеся при конденсации пары ПК, воды (H_2O) и частично непрореагировавшего CH_2O поступали в конденсатор, и из него раствор стекал в ловушку, где разделялся на два слоя. Верхний слой — ПК — возвращался в реакционную зону, а нижний — ($\text{H}_2\text{O} + \text{CH}_2\text{O}$) — отбирали через определенные промежутки времени. Водный слой анализировали на содержание CH_2O [6]. По истечении известного времени реакцию прекращали и устанавливали степень превращения ПК в ДПКМ, а также составляли баланс по CH_2O . Концентрацию CH_2O в реакционной зоне находили через связь с концентрацией конденсата выходящего парового потока. В результате этих опытов были получены оптимальные условия проведения процесса конденсации ПК с CH_2O . Массовый выход ДПКМ составлял 95—98% от исходного ПК.

Один из таких опытов был взят за основу при расчете константы скорости реакции. Условия проведения опыта следующие: мольные соотношения реагентов ПК: $\text{CH}_2\text{O} : \text{H}_2\text{SO}_4 = 2 : 1 : 1$; $t = 138^\circ\text{C}$; $v_0 = 0,136$ л — начальный объем реакционной

τ мин.	$v_{\text{вх}}$ л/(мин · 10 ⁻³)	$F = v_{\text{вх}} \cdot C_{\text{ф.н}}$ моль/(мин · 10 ⁻³) при $C_{\text{ф.н}} = 13,8$ моль/л	$v_{\text{вых}}$ л/(мин · 10 ⁻³)	$C_{\text{ф.к}}$ моль/л
0	—	—	—	—
20	0,3	4,15	0,15	7,0
40	0,25	3,45	0,15	5,5
55	0,26	3,6	0,16	5,6
82	0,24	3,3	0,18	5,4
102	0,26	3,6	0,20	6,0
135	0,27	3,7	0,21	4,0
Среднее	0,26	3,65	0,17	5,6

смеси; $C_{\text{п.н}} = 6,3$ моль/л — начальная концентрация ПК в реакционной зоне; концентрация H_2SO_4 — 68%; концентрация раствора CH_2O — 37%.

Для предварительной оценки концентрации CH_2O в реакционной зоне был поставлен аналогичный опыт в отсутствие H_2SO_4 . На основании результатов эксперимента по фазовому равновесию установлена зависимость изменения температуры от мольного состава смеси ПК, H_2O (рис. 1) и определено, что при $t = 138^\circ\text{C}$ в смеси «удерживается» 0,23 моля H_2O . Эти данные с учетом справочных данных по фазовому равновесию раствора CH_2O [7], а также с учетом азеотропа CH_2O в присутствии минеральных веществ (рис. 2), позволили рассчитать концентрацию CH_2O в реакционной зоне. Она составила примерно 0,4 моль/л реакционного объема.

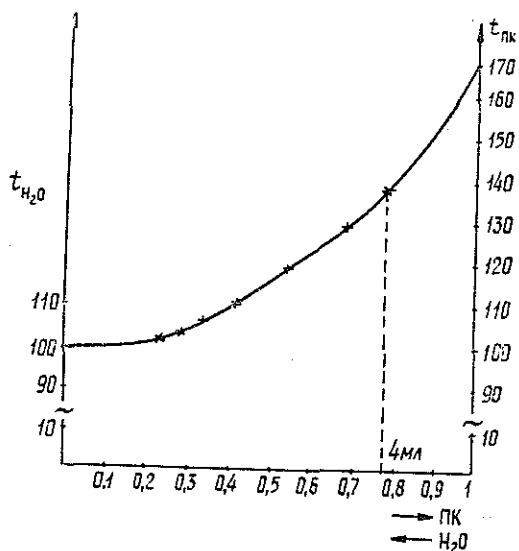


Рис. 1. Изменение температуры в зависимости от мольного состава смеси ПК, H_2O .

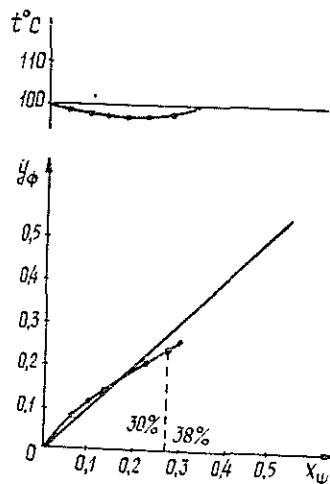


Рис. 2. Фазовое равновесие раствора CH_2O .

Уравнение материального баланса с учетом кинетики по формальдегиду имеет вид

$$v \frac{dC_{\text{ф}}}{d\tau} = v_{\text{вх}} C_{\text{ф.н}} - v_{\text{вых}} C_{\text{ф.к}} - KC_{\text{ф}} C_{\text{п.н}} v, \quad (1)$$

где $C_{\text{ф}}$ — концентрация CH_2O в реакционной смеси, моль/л;

$C_{\text{ф.н}}$ — начальная концентрация CH_2O ;

$C_{\text{ф.к}}$ — конечная концентрация CH_2O в конденсате;

$v_{\text{вх}}$ — скорость подачи CH_2O , л/мин;

Таблица 1

$F_{\text{ВЫХ}} = v_{\text{ВЫХ}} \cdot C_{\text{Ф.К}}$ моль/(мин · 10 ⁻³)	$F = F_{\text{ВХ}} - F_{\text{ВЫХ}}$ моль/(мин · 10 ⁻³)	$v = v_0 + v_{\text{ВХ}} \cdot \tau -$ $- v_{\text{ВЫХ}} \cdot l$	$\frac{F}{v} = K \cdot C_{\text{Ф}}$ моль/(мин · л · 10 ⁻³)	$K = \frac{F}{v \cdot C_{\text{Ф}}}$ при $C_{\text{Ф}} = 0,4$ моль/л
—	—	0,136	—	—
1,05	3,10	0,139	22,0	0,055
0,83	2,62	0,140	18,7	0,047
0,9	2,70	0,141	19,2	0,048
0,97	2,33	0,141	16,7	0,042
1,20	2,4	0,142	17,0	0,043
0,84	2,86	0,144	19,8	0,049
0,98	2,67	0,140	18,9	0,047

$v_{\text{ВЫХ}}$ — скорость отвода конденсата, л/мин;

v — объем реакционной массы, л;

K — константа скорости реакции.

Согласно условиям опыта, процесс стационарный, следовательно, $\frac{dC_{\text{Ф}}}{d\tau} = 0$. Кроме того, поскольку реакционный объем и температура процесса постоянны ($v = \text{const}$, $t = \text{const}$) и имеет место значительный избыток ПК, уравнение (1) можно переписать в следующем виде:

$$v_{\text{ВХ}} C_{\text{Ф.Н}} - v_{\text{ВЫХ}} C_{\text{Ф.К}} = K C_{\text{Ф}} v,$$

отсюда

$$K = \frac{v_{\text{ВХ}} C_{\text{Ф.Н}} - v_{\text{ВЫХ}} C_{\text{Ф.К}}}{C_{\text{Ф}} v}.$$

Результаты расчета скорости реакции представлены в табл. 1.

Таблица 2

Номер опыта	Загрузка реагентов, мл/моль			$t^{\circ}\text{C}$	Время синтеза (прикапывания CH_2O), мин	Выход по ПК, %	Константа скорости K
	ПК	CH_2O	H_2SO_4				
1	2	1	1	138	40	51	0,080
2	2	1	1	138	60	46	0,046
3	2	1	1	138	80	76	0,055
4	2	1	1	138	100	58	0,055
5	2	1	1	138	140	92	0,0527
6	2	1	0,02	135 — 140	85	30	0,0350
7	2	1	0,02	120 — 127	110	32	0,030
8	2	1	0,02	~ 140	120	78	0,048
9	2	1	0,02	136 — 139	125	61	0,034
10	2	1	0,02	135	150	51	0,031
11	2	1	0,02	135 — 140	95	71,5	0,060
12	2	1	0,02	135 — 140	85	68,5	0,063
13	2	1	0,06	135	85	86	0,0617
14	2	1	0,05	138	100	70,5	0,0567
15	2	1	1	135 — 140	110	98	0,0539
16	2	1	0,06	138	125	67,5	0,060
Среднее							0,048

Примечание. В опытах 13—16 в реакционную зону подавали смесь CH_2O с H_2SO_4 .

Как видно из табл. 1, среднее значение константы скорости $K = 0,047$. Сравнение теоретических кинетических закономерностей с экспериментальными данными показало, что это значение можно считать достоверным.

В целях проверки математического описания процесса и величины кажущейся константы скорости при отклонении тех или иных параметров, были проведены эксперименты с вариацией скорости подачи CH_2O , количества катализатора и температуры. Для каждого опыта было найдено значение константы скорости реакции. Результаты эксперимента приведены в табл. 2.

Анализ таблицы показывает, что в разных опытах наблюдается отклонение от среднего значения константы скорости (0,048) примерно на 20%, что вполне допустимо для данных кинетических опытов. Следовательно, в первом приближении для ориентировочных расчетов аппаратуры можно принять $K = 0,047$.

Таким образом, разработана и проверена кинетическая модель жидкофазного получения дипсевдокумилметана, позволившая рассчитать константу скорости реакции. Эта константа дает возможность ориентировочно рассчитать реактор периодического действия.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Завьялова О. К. и др. Выработка опытной партии заменителя канифоли — бензилбензойных кислот. — «Гидролизная и лесохимическая промышленность», 1977, № 1, с. 10—11. [2]. Коган В. Б. и др. Равновесие между жидкостью и паром. Справочное пособие. Кн. 1. М.—Л., «Наука», 1966, с. 246—247. [3]. Котова В. Н., Ахметов И. Г. и др. Конденсация псевдокумола с формальдегидом в присутствии кислотных катализаторов. — Труды ВНИИНефтехим, вып. 1. М., «Химия», 1969, с. 113—121. [4]. Настюков А. М. О реакции между бензолом и муравьиным альдегидом. — ЖРФХО, 1903, т. 35, ч. 3, с. 824—831. [5]. Уокер Дж. Ф. Формальдегид. М., Госхимиздат, 1957, с. 423—425. [6]. Hendrickson L. G., Wadsworth F. T. Production of Durene. США, пат. № 2906785, 29.IX.1959, cl 260—668, (C 07c). [7]. Hendrickson L. G., Wadsworth F. T. Production of Durene and Pseudocumene. США, пат. № 2906786, 29. IX. 1959, cl 260—668, (C 07c).

Поступила 21 февраля 1977 г.

УДК 676.15/16

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВЕЛИЧИНУ ПРЕДЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ СДВИГА ВОЛОКНИСТЫХ СУСПЕНЗИЙ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Н. Н. КАЛИНИН, А. И. КИПРИАНОВ, М. А. СИДОРОВ,
Ю. В. ХРАМОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Установлены и исследованы факторы, определяющие величину предельного напряжения сдвига волокнистых суспензий, и дана качественная и количественная оценка степени их влияния на этот реологический параметр.

Из реологической модели волокнистой суспензии [2] следует, что полное сопротивление, возникающее при движении таких суспензий, будет складываться из сопротивления, обусловленного наличием предельного напряжения сдвига и сопротивления внутреннего трения в суспензии, т. е.

$$\tau = \tau_0 + \tau_{\text{вн. тр}} \quad (1)$$

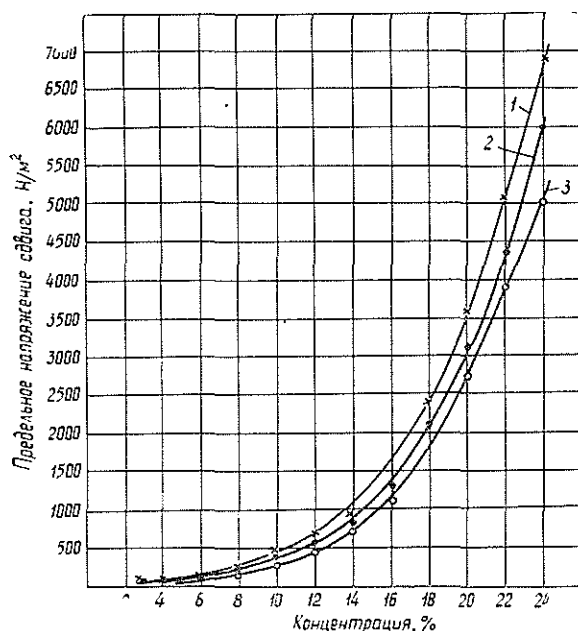


Рис. 1. Зависимость предельного напряжения сдвига от типа и концентрации волокнистой суспензии.

1 — сульфатная небеленая целлюлоза; 2 — сульфитная небеленая целлюлоза; 3 — сульфитная беленая целлюлоза.

где τ — полное касательное напряжение сдвига;
 τ_0 — предельное напряжение сдвига;
 $\tau_{\text{вн.тр}}$ — напряжение внутреннего трения.

Доля предельного напряжения сдвига в общем сопротивлении довольно значительна и, как показали наши исследования, проведенные в производственных условиях на Херсонском ЦБК, Братском и Сыктывкарском ЛПК, при движении массы высокой концентрации (18—20%) может достигать 70% общего сопротивления массопроводов.

В связи с этим нами исследованы факторы, которые в первую очередь определяют величину предельного напряжения сдвига и, соответственно, потери напора на трение при движении целлюлозно-бумажных суспензий. К таким факторам относятся: тип суспензии, концентрация массы, степень помола (длина волокна), температура и добавки к целлюлозной массе, используемые в производстве бумаги (каолин, щелочь).

Статическое предельное напряжение сдвига определяли методом тангенциального смещения пластинки [1] на модифицированном приборе Вейлера—Ребиндера. В качестве экспериментального материала использованы основные типы волокнистых суспензий целлюлозно-бумажного производства — сульфатная и сульфитная (беленая и небеленая) целлюлозы различных степеней помола.

Исследования показали, что наибольшие значения предельного напряжения сдвига характерны для суспензий сульфатной небеленой целлюлозы, наименьшие — для сульфитной беленой (при равных концентрациях и длине волокна). С повышением концентрации суспензии предельное напряжение сдвига заметно увеличивается (рис. 1), что выражается эмпирическим уравнением

$$\tau_0 = aC^3, \tag{2}$$

где C — концентрация суспензии, %;
 a — коэффициент, зависящий от типа целлюлозы.

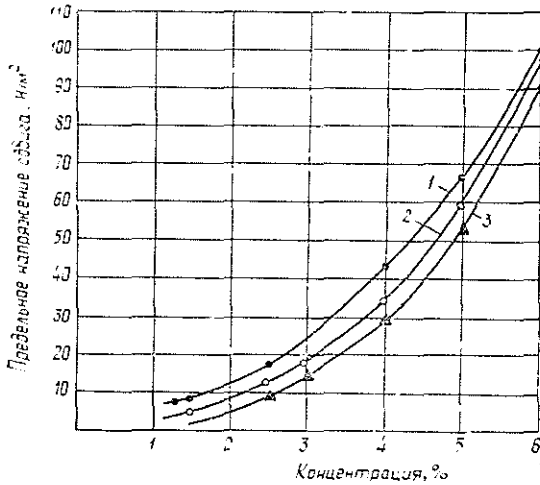


Рис. 2. Влияние степени помола (длины волокна) на величину предельного напряжения сдвига (сульфитная небеленая целлюлоза).
 1 — 22° ШР; 2 — 40° ШР;
 3 — 64° ШР.

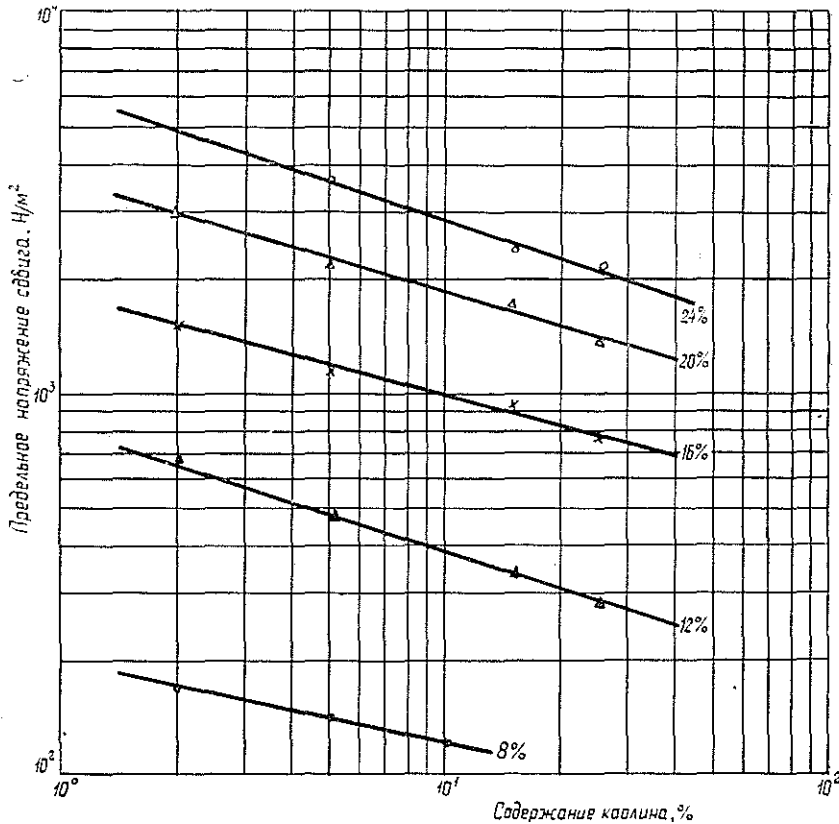


Рис. 3. Влияние каолина на величину предельного напряжения сдвига суспензий различной концентрации (сульфатная небеленая целлюлоза).

Значения коэффициента a для различных типов целлюлоз:

сульфатная небеленая целлюлоза	— 0,46
сульфатная беленая целлюлоза	— 0,43
сульфитная небеленая целлюлоза	— 0,38
сульфитная беленая целлюлоза	— 0,33

Влияние длины волокна на величину предельного напряжения сдвига исследовано на суспензии сульфитной небеленой целлюлозы трех степеней помола: 22; 40 и 64°ШР с соответствующей средне-взвешенной длиной волокна: 2,24; 1,73 и 1,46 мм. С увеличением степени помола (укорочением волокна) предельное напряжение сдвига уменьшается (рис. 2), но заметно это сказывается лишь при сравнительно низких концентрациях суспензии (до 7%).

Повышение температуры с 20 до 50°C практически не влияет на величину предельного напряжения сдвига.

Добавки — каолин и щелочь — снижают величину предельного напряжения сдвига (рис. 3 и 4), что объясняется изменением трения между пластинкой и волокнистой массой.

При содержании каолина до 25% веса массы величину предельного напряжения сдвига можно рассчитать по формуле:

$$\tau_k = \tau_0 K^{-0,25}, \quad (3)$$

где τ_0 — предельное напряжение сдвига суспензии без добавок;

τ_k — предельное напряжение сдвига суспензии с каолином;

K — содержание каолина, %.

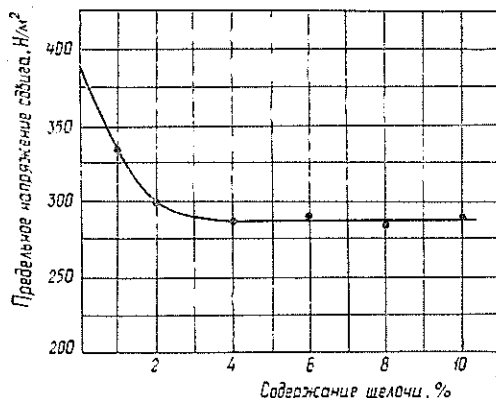


Рис. 4. Изменение величины предельного напряжения сдвига с введением щелочи (сульфатная небеленая целлюлоза).

Как видно из рис. 4, наиболее эффективно предельное напряжение сдвига снижается при введении в массу до 2% щелочи; при дальнейшем увеличении содержания NaOH величина предельного напряжения сдвига волокнистой суспензии уменьшается незначительно.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вейлер С. Я. Измерение упруго-вязких свойств дисперсных систем методом тангенциального смещения пластины. — «Заводская лаборатория», 1948, № 4, с. 30—35. [2]. Калинин Н. Н. и др. Реологическая модель волокнистой суспензии древесного происхождения. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1977, № 2, с. 125—128.

Поступила 12 июля 1976 г.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 674.093.051 : 531.717.1

О ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИАМЕТРОВ БРЕВЕН
С УЧЕТОМ СБЕГА

Н. А. СКУРИХИН

Ленинградская лесотехническая академия

Проанализированы ошибки при измерении диаметра с учетом сбега бревна. Сопоставлены ошибки, характерные для данного метода измерения, и при непосредственном измерении диаметра. Исследованы основные причины образования погрешности определения диаметра и дана количественная оценка их влияния на общую ошибку. Установлена связь между точностью измерения диаметра и шагом квантования по длине бревна при определенной градации датчика диаметров.

Развитие и постоянное совершенствование процессов первичной переработки круглых лесоматериалов (хлыстов, бревен) сопровождается заменой прямых методов измерения параметров лесоматериалов косвенными. Поточность производственных операций и высокие скорости разделки, перемещения и сортировки, предусматриваемые многими технологическими схемами, возможны только при автоматизации измерения геометрических размеров: толщины и длины лесоматериалов.

Применяемые при этом измерительные средства должны обладать высокой надежностью в работе, их воспринимающие устройства — датчики толщины и длины — при своей наибольшей простоте должны обеспечивать полное восприятие и передачу в вычислительное устройство максимальной информации о геометрических размерах сортиментов.

Метод определения диаметров с учетом сбега при перемещении бревен на продольных транспортерах преследует цель уменьшить количество воспринимающих элементов, например фотопар, или повысить точность определения диаметра (толщины) бревна в интересующем нас сечении при неизменном числе фотопар. Экстраполяция или интерполяция результатов измерения диаметров в нескольких сечениях бревна на другие сечения (в зависимости от того, вне или внутри интервала между сечениями, диаметр которых измерен, находятся эти другие сечения) основывается на монотонности изменения диаметра (толщины) по длине бревна. При этом толщина бревна в этих других сечениях не измеряется, а вычисляется по одному или двум известным (измеренным) диаметрам и координатам сечений (или расстояний между ними).

Естественно, что дискретность отсчета d (расстояние, интервал, шаг между соседними фотопарами) датчика толщин, реализующего метод измерения диаметра с учетом сбега, в общем случае будет отличаться от значений ступени толщины лесоматериалов, принятых государственными лесными стандартами по учету круглых лесоматериалов.

Отыскание оптимального шага размещения фотопар такого датчика толщин для определенной группы длин бревен при условиях мини-

мизации количества фотопар и погрешности измерения (определения) диаметров — самостоятельная задача оптимизации, которая должна решаться для конкретных частных условий. Здесь уместно только отметить, что преимущества этого метода реализуются при измерении бревен больших длин.

Поскольку дискретность отсчета шкалы датчика толщин в рассматриваемых условиях в общем случае отличается от стандартных значений ступени толщины, то принцип смещения нулевой (нижней) фотопары на половину интервала вниз в целях уменьшения погрешности отсчета до величины, не превышающей $\frac{d}{2}$, может быть осуществлен только в отдельных частных случаях. Поэтому дальнейший анализ точности определения диаметра проводится при значении интервала d , отличающемся от значений ступени толщины, принятых государственными стандартами.

При непосредственном измерении диаметров бревен с дискретностью отсчета d абсолютная ошибка измерения может составить

$$\delta = D_{\text{ф}} - D_{\text{и}} = \pm d,$$

где $D_{\text{ф}}$ и $D_{\text{и}}$ — фактическое и измеренное значения диаметров.

Диапазон изменения этой ошибки зависит от расположения сечения бревна в измерительном створе относительно измерительной линейки, образованной фотоприемниками, и от способа образования результата измерения [2, 3].

Сечение бревен одного и того же размера может занимать относительно фотоствова одно из двух положений: 1) нижняя граница сечения совпадает с фотопарой (обычно нижней). Положение верхней границы определяется размером сечения, его фактическим диаметром; 2) нижняя граница сечения имеет произвольное размещение относительно фотопар. Положение верхней границы также произвольно.

Для любого из этих положений результат измерения может определяться либо числом дискрет, интервалов d (способ А), либо числом перекрытых фотопар (способ Б).

В табл. 1 приведены значения диапазона изменения ошибки δ для указанных положений (1 и 2) и способов (А и Б) отсчета.

Измерение диаметра с учетом сбег [4] предусматривает определение одного (сбег задается в виде некоторой постоянной) или двух и более (сбег вычисляется) переходов от D_i к $D_{i+1} = D_i \pm d$.

Для однозначности дальнейших выводов будем рассматривать ориентированное перемещение бревна мимо фотоствова вершиной вперед; при этом

$$D_{i+1} = D_i + d. \quad (1)$$

С помощью рис. 1 может быть найдена расчетная ошибка определения вершинного диаметра $D_{\text{ф}}^{\text{в}}$ по значениям диаметров в местах переходов D_1 и D_2 , отстоящих от торца соответственно на m_1 и $m_1 + m_2$ интервалов длины l . Слева показана линейка фотоприемников с дискретой отсчета d .

Значения диаметров D_1 и D_2 через число дискрет определяются как

Таблица 1

1		2	
А	Б	А	Б
$0 \div +d$	$-d \div 0$	$0 \div +2d$	$-d \div +d$

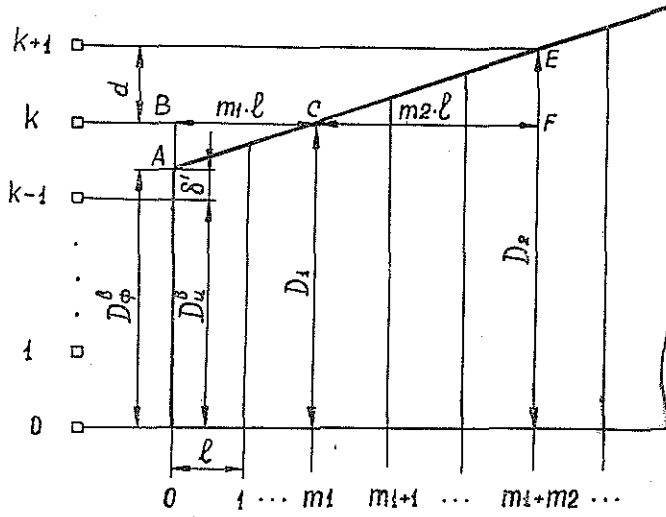


Рис. 1.

$$\left. \begin{aligned} D_1 &= kd; \\ D_2 &= D_1 + d, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

здесь k — номер фотопары.

Расчетный диаметр в вершине, определенный по формуле

$$D_p^в = D_1 - d \frac{m_1}{m_2}, \quad (3)$$

имеет расчетную ошибку измерения

$$\delta_p = D_\phi^в - D_p^в. \quad (4)$$

Фактическое значение вершинного диаметра

$$D_\phi^в = (k-1)d + \delta'. \quad (5)$$

Следовательно,

$$\delta_p = (k-1)d + \delta' - D_1 + d \frac{m_1}{m_2}. \quad (6)$$

Значение диаметра D_1 зависит от способа отсчета. При выражении D_1 через число дискрет (2) получаем

$$\delta_p = (k-1)d + \delta' - kd + d \frac{m_1}{m_2} = \delta' - d \left(1 - \frac{m_1}{m_2}\right). \quad (7)$$

Из соотношения

$$\frac{d - \delta'}{d} = \frac{m_1}{m_2}, \quad (8)$$

огражающего подобие треугольников ABC и CEF , находим

$$\delta' = d \left(1 - \frac{m_1}{m_2}\right) \quad (9)$$

и

$$\delta_p = 0.$$

Если D_1 определяется через число перекрытых фотопар, то

$$D_1 = (k + 1) d. \quad (10)$$

С учетом этого

$$\delta_p = D_{\Phi}^B - D_p^B = (k - 1) d + \delta' - (k + 1) d + d \frac{m1}{m2} = \delta' - d \left(2 - \frac{m1}{m2} \right). \quad (11)$$

Подставляя δ' из (9), получаем

$$\delta_p = -d.$$

В этом случае имеется систематическая погрешность, которая исключается посредством уменьшения числа затененных фотопар на одну при соответствующей коммутации электрических цепей датчика. Это подтверждает очевидную ситуацию, что считать следует интервалы (дискреты), а не их границы (фотопары): интервалов на единицу меньше общего количества ограничивающих и разделяющих их фотопар. Следовательно, при любом способе отсчета расчетная ошибка измерения диаметра $\delta_p = 0$.

Однако любому методу измерения, как и каждому техническому устройству, присущи определенные ошибки измерения. Ввиду этого целесообразно оценить погрешности рассматриваемого метода измерения и ошибки, обусловленные инструментальной неточностью датчика толщин.

Отметим три основных источника появления погрешности измерения: 1) измерение диаметров в месте переходов от D_i к D_{i+1} ; 2) определение координат переходов $m1$ и $m1 + m2$; 3) вычисление отношения $\frac{m1}{m2}$ плюс другие операции, необходимые для определения диаметра по формуле (3).

Правомерность экстраполяции сбега на участок от начала бревна до первого перехода здесь не рассматривается, поскольку принимается в основу данного метода.

Вычисляя значение $\frac{m1}{m2}$ или $d \frac{m1}{m2}$, следует согласовать точность вычисления с точностью самого измерения. Известна рекомендация [1], что ошибка, получающаяся в результате вычислений, должна быть на порядок меньше суммарной ошибки измерения. Этим определяется минимальная точность вычисления отношения $\frac{m1}{m2}$. Поскольку указанная рекомендация осуществляется довольно просто, то на основании принципа несоизмеримости ошибка от вычисления величины $\frac{m1}{m2}$ может считаться равной нулю.

Ошибки двух первых источников по существу обусловлены одной причиной — неточностью определения переходов от D_i к D_{i+1} .

При совпадении нижней границы сечения бревна с фотопарой точность нахождения перехода зависит от интервала квантования длины бревна l . Чем больше l , тем меньше точность определения сечения бревна (его координаты), соответствующего переходу от D_i к D_{i+1} .

Но делать слишком малым интервал l нецелесообразно по ряду причин как технического, так и метрологического (учитывая свойства объекта измерения) характера.

Для определения связи между ошибкой δ_i измерения диаметра в сечении i и интервалом l воспользуемся рис. 2.

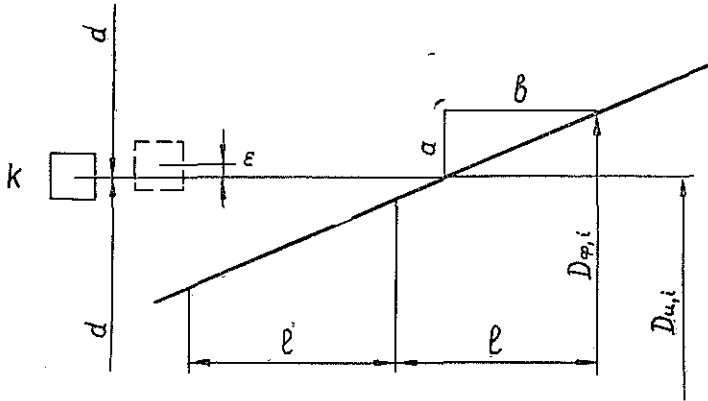


Рис. 2.

Диаметр в сечении перехода $D_{\phi,i}$ отличается от найденного $D_{н,i}$ на величину a , т. е.

$$\delta_i = D_{\phi,i} - D_{н,i} = a$$

(принимается, что отсчет интервалов l идет слева направо).

Но

$$a = bs,$$

где s — сбег;

и

$$b_{max} = l,$$

отсюда

$$\delta = bs; \quad \delta_{i,max} = b_{max}s = ls$$

или

$$l = \frac{\delta_{i,max}}{s}. \quad (12)$$

Погрешность δ_i включает в себя и ошибку, вызванную неточностью установки фотопары с номером k относительно требуемого уровня, а также различием чувствительности воспринимающих элементов (фотодиодов, фотосопротивлений), т. е. разбросом их электрических параметров.

Для датчиков диаметров эта ошибка может составлять $\epsilon = 1 \div 2$ мм.

Задаваясь несоизмеримостью первого порядка между ошибкой δ_i и дискретой диаметра d , а именно принимая $\delta_i = 0(d) \approx 0,1d$, находим величину l , при которой точность определения диаметра будет не менее $\delta_i = 0,1d$. При этом не имеет смысла принимать $\delta_i < \epsilon = 1 \div 2$ мм.

Таким образом, рассмотренные основные факторы неточности определения диаметра дают ошибки, величина которых несоизмеримо мала по сравнению с дискретой датчика диаметров d .

В табл. 2 для некоторых значений сбega s приведены значения l , соответствующие градации размещения фотопар $d = 1$ см и $d = 5$ см. Датчики толщин с размещением фотопар на расстоянии 5 см друг от

Таблица 2

s см/м	l м	
	$d = 1$ см $\delta_i = 0$ (d) = 1—2 мм	$d = 5$ см $\delta_i = 0$ (d) = 5—10 мм
2,5	0,04 — 0,08	0,20 — 0,40
2,0	0,05 — 0,10	0,25 — 0,50
1,5	0,07 — 0,14	0,33 — 0,67
1,0	0,10 — 0,20	0,50 — 1,00
0,5	0,20 — 0,40	1,00 — 2,00
0,25	0,40 — 0,80	2,00 — 4,00
0,1	1,00 — 2,00	5,00 — 10,00

друга могут устанавливаться на транспортерах, перемещающих бревна длиной 5,5—6,5 м. В этом случае разность толщин двух торцов бревна при сбега 1 см/м будет более 5 см, т. е. практически может быть реализована схема датчика с одним переходом от D_i к D_{i+1} .

Ошибки измерения для значения дискрет 1 и 5 см не будут превышать соответственно 1—2 и 5—10 мм. Очевидно, что принять ошибку $\delta_i = 10$ мм можно и при $d = 1$ см. В этом случае нам достаточно выбрать интервал измерения длины $l = 0,5$ м.

В заключение можно сделать следующие выводы.

1. Измерение диаметра бревна с учетом сбега позволяет повысить точность измерения при одном и том же значении дискреты d , а следовательно, числе фотопар.

2. Задаваясь точностью измерения диаметра ± 1 см, принимаемой при разработке датчиков диаметров, можно уменьшить число фотопар в этих датчиках.

3. Представляет интерес анализ точности определения диаметров по сбегу при произвольном расположении бревна относительно базовых (нижних) фотопар.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Зайдель А. Н. Элементарные оценки ошибок измерений. Л., «Наука», 1968. [2]. Мацкевич Д. Д. Способы квантования диаметров бревен при учете круглых лесоматериалов и погрешности дискретизации диаметров. — Научные труды. Автоматизация производственных процессов в деревообрабатывающей промышленности. Л., ЛТА, 1970, № 140. [3]. Мацкевич Д. Д. Определение погрешности обмера и учета круглых лесоматериалов. — В сборнике научных трудов по лесославу. Вып. 12. М., «Лесная промышленность», 1970. [4]. Скурихин Н. А. О методе измерения диаметров бревен с помощью средств вычислительной техники. — Тезисы научно-технической конференции «Автоматический контроль и управление производственными процессами в химической и деревообрабатывающей промышленности». Минск, ЭППП БелНИИНТИ, 1976.

Поступила 20 мая 1977 г.

УДК 519.24 : 629.1.056.6

**СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОЩНОСТИ
ДВИГАТЕЛЯ ЛЕСОТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ
ПРИ СЛУЧАЙНОЙ НАГРУЗКЕ**

С. Г. КОСТОГРЫЗ, И. П. КОВТУН

Хмельницкий технологический институт
Львовский лесотехнический институт

Дано теоретическое обоснование и вывод формул для математического ожидания и дисперсии мощности двигателя лесотранспортной машины, которые могут найти применение при оценке загруженности двигателя в реальных условиях, характеризующихся вероятностными закономерностями внешних сопротивлений и скоростной диаграммы.

В реальных условиях момент сопротивления движению и скоростная диаграмма лесотранспортных машин носят случайный характер, что объясняется вероятностными закономерностями условий взаимодействия машин с местностью [1]. Для оценки загруженности двигателя целесообразно использовать вероятностные методы, в первую очередь, установить соотношения, связывающие статистические характеристики процесса изменения мощности на валу двигателя со статистическими характеристиками момента сопротивления движению, скорости вращения вала двигателя и некоторыми параметрами силовой части.

Такие соотношения получены в неявном виде в работе [4] для частного случая равенства нулю математического ожидания скорости вращения вала двигателя. Они не могут быть использованы применительно к лесотранспортным машинам, для которых характерно отличие от нуля математического ожидания скорости движения. Поэтому предлагается определять статистические характеристики мощности двигателя следующим образом.

За искомые статистические характеристики принимаем математическое ожидание $MN(t)$ и дисперсию $DN(t)$ мощности $N(t)$ на валу двигателя. Исходные предпосылки: закон изменения момента сопротивления движению на валу двигателя $\mu_c(t)$ представляет собой стационарный случайный процесс со спектральной плотностью $S_{\mu_c}(\omega)$ и математическим ожиданием $M\mu_c(t)$, угловая скорость вала двигателя $\Omega(t)$

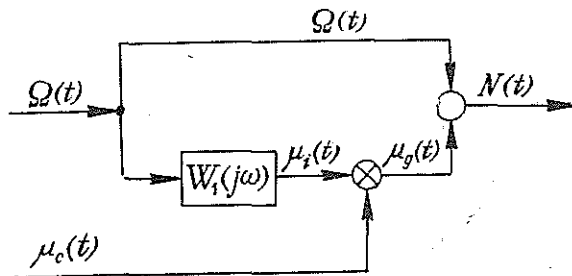


Рис. 1.

является стационарным случайным процессом со спектральной плотностью $S_{\Omega}(\omega)$ и математическим ожиданием $M\Omega(t)$, процессы $\Omega(t)$ и $\mu_c(t)$ стационарно связаны с взаимной спектральной плотностью $S_{\Omega\mu_c}(j\omega)$; задан приведенный к валу двигателя момент инерции машины I .

В соответствии с такими предпосылками формирование процесса изменения мощности на валу двигателя может быть представлено схемой (рис. 1). На рисунке обозначены: $\mu_i(t)$ — момент инерционных сил, приведенный к валу двигателя и обусловленный непостоянством угловой скорости $\Omega(t)$; $W_i(j\omega) = j\omega I$ — передаточная функция от процесса $\Omega(t)$ к процессу $\mu_i(t)$; ω — круговая частота возмущения; $\mu_0(t)$ — крутящий момент двигателя; символ \odot на рисунке обозначает перемножение процессов $\mu_0(t)$ и $\Omega(t)$. Не останавливаясь на доказательстве, отметим, что при указанных условиях процесс изменения мощности будет стационарным. Стационарность принята в широком смысле [2], так как только при этом условии математическое ожидание и дисперсия процесса $N(t)$ постоянны во времени и могут служить мерой загрузки двигателя в заданном режиме работы.

Так как $N(t) = \Omega(t)\mu_0(t)$, а $\mu_0(t) = \mu_c(t) + \mu_i(t)$, то выражение математического ожидания мощности в функции заданных величин запишем следующим образом:

$$MN(t) = M\Omega(t) [\mu_c(t) + \mu_i(t)] = M\Omega(t) M\mu_c(t) + M\Omega(t) [\mu_c(t) - M\mu_c(t)] + M\Omega(t) \mu_i(t). \quad (1)$$

Процессы $\Omega(t)$ и $\mu_i(t)$ не коррелированы между собой, так как $\mu_i(t)$ является линейной функцией производной процесса $\Omega(t)$, следовательно, последний член выражения (1) представляет собой взаимную корреляционную функцию процессов $\Omega(t)$ и $\mu_c(t)$ при нулевом сдвиге [2], т. е. при $\tau = 0$.

$$M\Omega(t) [\mu_c(t) - M\mu_c(t)] = R_{\Omega\mu_c}(0). \quad (2)$$

Учитывая, что $R_{\Omega\mu_c}(0) = D_{\Omega\mu_c}$ представляет собой взаимную дисперсию величин Ω и μ_c , запишем выражение для математического ожидания мощности двигателя лесотранспортной машины при случайной нагрузке.

$$MN(t) = M\Omega(t) M\mu_c(t) + D_{\Omega\mu_c}. \quad (3)$$

Второе слагаемое определяет взаимную корреляционную связь величин Ω и μ_c и может быть найдено по известной формуле [2]

$$D_{\Omega\mu_c} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \text{Re } S_{\Omega\mu_c}(j\omega) d\omega. \quad (4)$$

Величины $M\Omega(t)$, $M\mu_c(t)$, $D_{\Omega\mu_c}$ постоянны для данного случайного процесса, следовательно, $MN(t) = \text{const}$. Из выражения (3) следует, что оценка $MN(t)$ только по математическим ожиданиям величин Ω и μ_c без учета их корреляционной связи может привести к ошибке.

Перейдем к выводу выражения для дисперсии мощности двигателя. Для этого рассмотрим корреляционную функцию процесса $N(t)$. Согласно схеме формирования мощности (рис. 1),

$$N(t) = \Omega(t) \mu_c(t) + \Omega(t) \mu_i(t), \quad (5)$$

а корреляционная функция [2]

$$R_N(\tau) = M[N(t+\tau) - MN(t+\tau)][N(t) - MN(t)] = \\ = MN(t+\tau)N(t) - [MN(t)]^2. \quad (6)$$

Учитывая (5), получим

$$R_N(\tau) = M\Omega(t+\tau)\mu_c(t+\tau)\Omega(t)\mu_c(t) + \\ + M\Omega(t+\tau)\mu_c(t+\tau)\Omega(t)\mu_i(t) + M\Omega(t+\tau)\mu_i(t+\tau)\Omega(t)\mu_c(t) + \\ + M\Omega(t+\tau)\mu_i(t+\tau)\Omega(t)\mu_i(t) - \\ - [M\Omega(t)\mu_c(t) + M\Omega(t)\mu_i(t)]^2. \quad (7)$$

Установлено [3], что если система случайных функций $\varepsilon_1(t)$, $\varepsilon_2(t)$, $\varepsilon_3(t)$, $\varepsilon_4(t)$ составляет гауссовский случайный вектор, т. е. имеет нормальное совместное распределение вероятностей, то справедливо соотношение

$$M\varepsilon_1(t)\varepsilon_2(t)\varepsilon_3(t)\varepsilon_4(t) = M\varepsilon_1(t)\varepsilon_2(t)M\varepsilon_3(t)\varepsilon_4(t) + \\ + M\varepsilon_1(t)\varepsilon_3(t)M\varepsilon_2(t)\varepsilon_4(t) + M\varepsilon_1(t)\varepsilon_4(t)M\varepsilon_2(t)\varepsilon_3(t). \quad (8)$$

Применяя к членам выражения (7) формулу (8) так, как это сделано в работе [4], после ряда преобразований получим

$$R_N(\tau) = M\Omega(t+\tau)\Omega(t)M\mu_c(t+\tau)\mu_c(t) + \\ + M\Omega(t+\tau)\mu_c(t)M\mu_c(t+\tau)\Omega(t) + \\ + M\Omega(t+\tau)\Omega(t)M\mu_c(t+\tau)\mu_c(t) + \\ + M\Omega(t+\tau)\mu_i(t)M\mu_c(t+\tau)\Omega(t) + \\ + M\Omega(t+\tau)\Omega(t)M\mu_i(t+\tau)\mu_c(t) + \\ + M\Omega(t+\tau)\mu_c(t)M\mu_i(t+\tau)\Omega(t) + \\ + M\Omega(t+\tau)\Omega(t)M\mu_i(t+\tau)\mu_i(t) + \\ + M\Omega(t+\tau)\mu_i(t)M\mu_i(t+\tau)\Omega(t). \quad (9)$$

Учитывая определение корреляционной функции [2] и то, что из стационарности процесса $\Omega(t)$ следует некоррелированность при $\tau=0$ функции $\Omega(t)$ со своей производной $\mu_i(t)$, получим

$$R_N(\tau) = \{R_\Omega(\tau) + [M\Omega(t)]^2\} \{R_{\mu_c}(\tau) + R_{\mu_i}(\tau) + [M\mu_c(t)]^2 + \\ + R_{\mu_c\mu_i}(\tau) + R_{\mu_i\mu_c}(\tau)\} + [R_{\mu_c\Omega}(\tau) + \\ + M\Omega(t)\mu_c(t)][R_{\Omega\mu_c}(\tau) + M\Omega(t)\mu_c(t)]. \quad (10)$$

Для гауссовского стационарного процесса $x(t)$ дисперсия D_x однозначно выражается через корреляционную функцию $R_x(\tau)$, причем $D_x = R_x(0)$. С учетом этого после преобразования выражения (10) получим формулу для дисперсии мощности двигателя при случайной нагрузке

$$D_N = \{D_\Omega + [M\Omega(t)]^2\} [D_{\mu_c} + 2D_{\mu_c\mu_i} + D_{\mu_i}] + \\ + D_\Omega [M\mu_c(t)]^2 + D_{\mu_c\Omega}^2 + 2D_{\mu_c\Omega} M\Omega(t)\mu_c(t), \quad (11)$$

где $D_\Omega = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} S_\Omega(\omega) d\omega$ — дисперсия угловой скорости вала двигателя;

$$D_{\mu_c} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} S_{\mu_c}(\omega) d\omega \quad \text{— дисперсия момента сопротивления, приведенного к валу двигателя;}$$

$$D_{\mu_i} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} I^2 \omega^2 S_{\Omega}(\omega) d\omega \quad \text{— дисперсия момента инерционных сил, приведенного к валу двигателя;}$$

$$D_{\mu_i \mu_c} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \operatorname{Re} j\omega I S_{\Omega \mu_c}(j\omega) d\omega \quad \text{— взаимная дисперсия величин } \mu_i \text{ и } \mu_c$$

Поскольку $D_{\mu_c} + 2D_{\mu_c \mu_i} + D_{\mu_i} = D_N$ — дисперсия крутящего момента на валу двигателя, окончательно перепишем выражение для D_N в виде

$$D_N = D_{\Omega} \{ D_{\mu_c} + [M_{\mu_c}(t)]^2 \} + D_{\mu_c} [M_{\Omega}(t)]^2 + D_{\mu_c \Omega} [D_{\mu_c \Omega} + 2M_{\Omega}(t) \mu_c(t)]. \quad (12)$$

С помощью выражений (3) и (12) можно оценить загруженность двигателя лесотранспортной машины в случайном режиме, если известны статистические характеристики момента сопротивления движению и скорости движения. Несмотря на относительную сложность определения этих статистических характеристик, их всегда можно найти численными методами. Полученные зависимости целесообразно применять в тех случаях, когда возникает необходимость моделировать поведение машины в тех или иных условиях функционирования.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Костокрыз С. Г., Ковтун И. П. О вероятностном методе расчета расхода мощности двигателя трелевочного трактора. — В сб.: Лесное хозяйство, лесная, бумажная и деревообрабатывающая промышленность. Вып. 1. Киев, «Будівельник», 1973. [2]. Лившиц Н. А., Пугачев В. Н. Вероятностный анализ систем автоматического управления. М., «Советское радио», 1973. [3]. Лэнинг Д., Беттинг Р. Случайные процессы в задачах автоматического управления. ИЛ, 1958. [4]. Ратнер Н. И. Расчет электроприводов в случайных режимах. Л., «Энергия», 1969.

Поступила 2 апреля 1976 г.

УДК 674-62-52:519.1:519.47

О ПРИМЕНЕНИИ ГРАФОВ К ИССЛЕДОВАНИЮ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ СИСТЕМЫ, ИМЕЮЩЕЙ РЕЗЕРВИРОВАННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

В. С. ИСПАНЮК

Ленинградская лесотехническая академия

Рассматривается система массового обслуживания с резервированными элементами и прямым приоритетом обслуживания. Показан метод упрощения графа состояний системы и определения верхней и нижней оценки для нахождения вероятностей состояний системы.

Современное состояние производства при свойственной ему сложности технологических процессов, насыщенности машин и механизмов разного назначения требует тонких методов расчета характе-

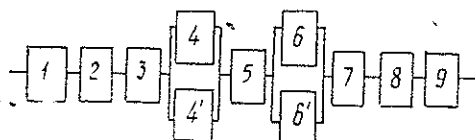


Рис. 1. Структурная схема системы.

ристик надежности. Классические методы прикладной математики не всегда могут быть использованы для исследования сложных систем, в частности производственных процессов в цехах лесопромышленных предприятий. Внедрение АСУ в производство поставило ряд задач перед теорией надежности, одна из которых — определение вероятности безотказной работы системы. Эта задача заключается в следующем. Имеется система массового обслуживания, состоящая из $2n + l$ элементов (схема приведена на рис. 1). Здесь l элементов соединены последовательно, а n элементов имеют резерв, причем кратность резервирования равна двум. Для простоты построения взяты $n = 2$ и $l = 7$.

В качестве примера рассмотрена одна из ветвей системы управления роторным окорочным станком ОК-35, где элементы 1—3 означают соответственно кнопки «стоп» $K_n C_1$, C_2 и $K_n П_4$. Контакторы Р1 зарезервированы и обозначены в структурной схеме элементами 4, 4' и 5, тепловые реле РТ1 — РТ4 — элементами 7—9. Нормально открытый контакт реле РП зарезервирован и обозначен в схеме элементами 6 и 6'.

Резервные элементы все время находятся в рабочем состоянии, повышая надежность основных. Будем считать, что два однотипных элемента образуют блок. Система находится в рабочем состоянии, если все элементы исправны или произошел отказ не более одного элемента из каждого блока; и неисправна, если выйдут из строя два однотипных резервных или один из последовательно соединенных элементов.

Предполагается, что интенсивности выхода элементов из строя λ_i и интенсивности их ремонта μ_i — числа постоянные и равные для однотипных элементов (индекс i соответствует номеру блока или элемента); ремонт занимается одна бригада рабочих, обслуживающая заявки в порядке их поступления (прямой приоритет обслуживания). Тогда граф состояний с прямым приоритетом обслуживания имеет вид, указанный на рис. 2.

Число отказов элементов будем характеризовать уровнями, номера которых означают число отказавших элементов в системе. Так как для отказа системы необходим отказ двух однотипных элементов, то очевидно, что число уровней будет на единицу больше, чем число различных элементов, т. е. $n + 1$. Введем следующие обозначения:

$\bar{0}$ — характеризует исправность всех элементов системы;
 $\bar{1}$ — отказ любого из последовательно соединенных элементов;
 $\bar{46}$ — отказ элемента под номером 4 из первого блока и элемента под номером 6 из второго блока, т.е. система работает;
 $\bar{44'}$ — произошел отказ системы, и ее надо вернуть в рабочее состояние.

Система из состояния $\bar{0}$ может перейти в любое из состояний: $\bar{1}$, $\bar{4}$, $\bar{4'}$, $\bar{6}$, $\bar{6'}$, из $\bar{4}$ — в любое из трех возможных: $\bar{44'}$, $\bar{46}$, $\bar{46'}$ и т. д. Все возможные переходы показаны на графе, изображенном на рис. 2. Так как элементы ремонтируются в порядке их отказа, то из состояния $\bar{461}$ с интенсивностью μ_4 система перейдет в $\bar{61}$, из этого состояния

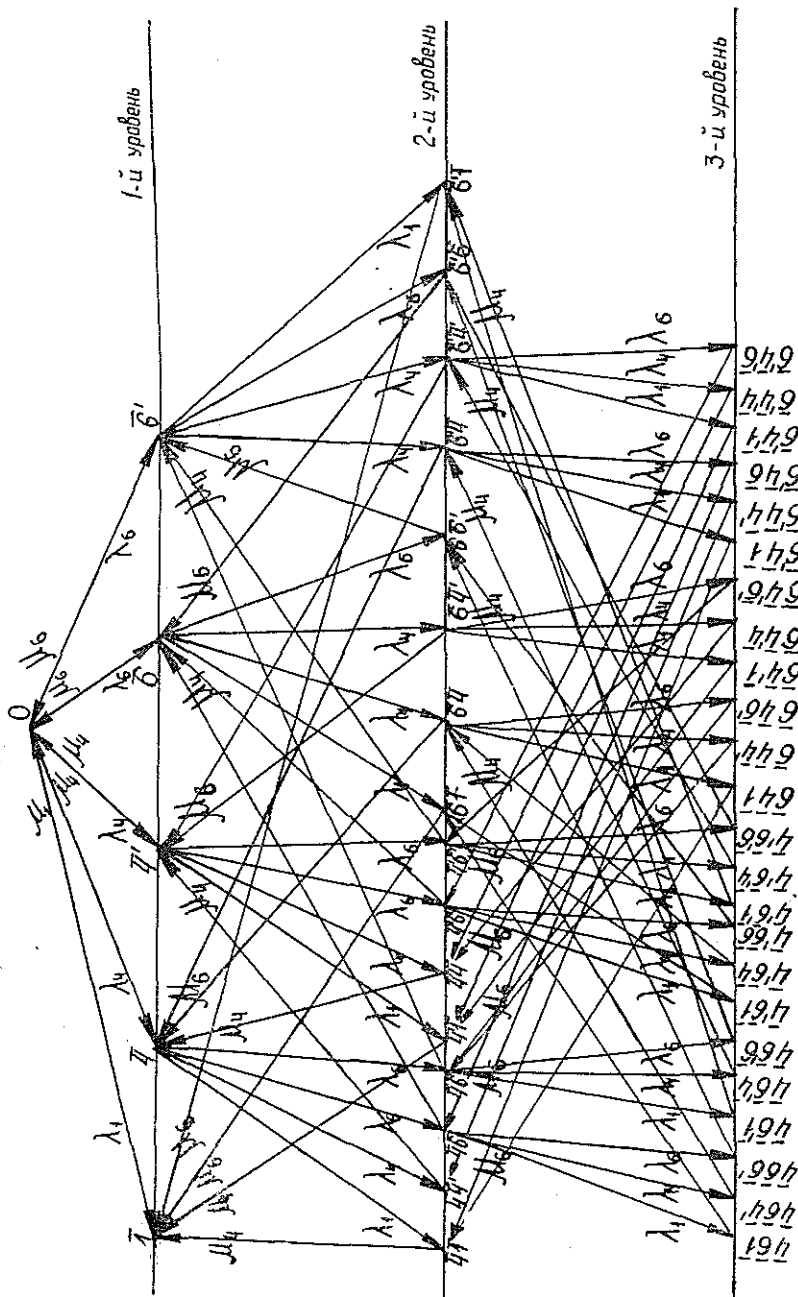


Рис. 2. Логическая граф-схема.

с интенсивностью μ_6 — в I и, наконец, в 0 с интенсивностью $\mu_1 =$

$$= \frac{\sum \mu_i}{7} = \frac{1 + 4,6}{7}.$$

Будем предполагать последствие элементов системы настолько незначительным, что им можно пренебречь и процесс считать марковским.

Очевидно, что отказы элементов будут независимыми событиями, а возвращение их в рабочее состояние — зависимыми. Учитывая из-

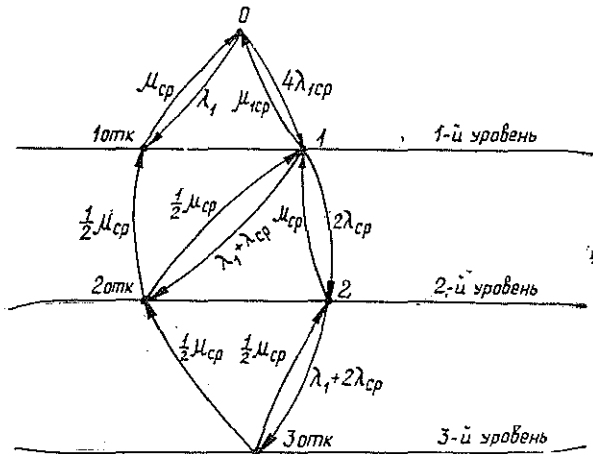


Рис. 3. Упрощенный граф состояний системы.

вестные теоремы теории вероятности, исходный граф состояний можно свести к графу, представленному на рис. 3.

Состояние 1 отражает тот факт, что система работает и произошел отказ одного из элементов 4, 4' или 6 и 6'. Система переходит из со-

стояния 0 в 1 с интенсивностью $4\lambda_{1ср}$, где $\lambda_{1ср} = \frac{\sum_{i=4,6} \lambda_i}{2}$ (по теореме сложения вероятностей), так как отказы элементов события независимы. Из состояния 1 в 0 она переходит с интенсивностью $\mu_{1ср} = \frac{\mu_4 + \mu_6}{2}$, так как в конечном итоге отказал только один элемент.

Состояние 1 отк характеризует отказ одного из последовательно соединенных элементов системы; 2 — отказ двух элементов системы, но система находится в рабочем состоянии; 2 отк и 3 отк — это отказ соответственно двух и трех элементов, что приводит к отказу системы.

Все возможные переходы показаны на графе, изображенном на рис. 3. Здесь

$$\lambda_{ср} = \frac{\sum \lambda_i}{9}; \quad \mu_{ср} = \frac{\sum \mu_i}{9}; \quad \lambda_i = \sum_{i \neq 4,6} \lambda_i.$$

В общем случае первоначальный граф имеет $1 + l + \sum_{i=1}^n A_n^i (i+1 + + l)$ состояний, упрощенный — $2n + 2$ состояний. Соответственно уменьшается число уравнений, необходимых для нахождения вероятностей безотказной работы системы. По этому же графу легко найти верхнюю и нижнюю оценку приближения, если вместо $\mu_{ср}$ подставить соответственно

$$\mu_{min} = \min_i \mu_i; \quad \mu_{max} = \max_i \mu_i.$$

Предложенный способ сведения графа большого числа состояний к графу с меньшим числом состояний имеет практическую ценность для анализа реальных исследуемых процессов.

Поступила 4 апреля 1977 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 634.0.848.004.8-493(1-87)

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ
ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ*А. П. МАТВЕЙКО, В. Г. ЗОЛОТОГОРОВ, В. П. БАРАНЧИК,
Ф. М. ОЛЕХНОВИЧ*

Белорусский технологический институт

Рассмотрена проблема увеличения ресурсов древесного сырья для промышленности путем использования древесно-кустарниковой растительности, произрастающей на объектах мелиорации. Дана характеристика этой растительности, пути ее промышленного использования, технология и машины для заготовки и первичной переработки на сырье для промышленности. Приведены объемы потенциальных, реальных физических и экономически доступных ресурсов древесно-кустарниковой растительности в БССР.

Проблема увеличения ресурсов древесного сырья для промышленности без существенного роста объемов лесозаготовок весьма актуальна в нашей стране. В настоящее время существует несколько направлений ее решения. Таким из них, как совершенствование структуры производства по максимальному использованию заготавливаемой древесины на разных стадиях технологических процессов, использование лесосечных отходов и древесины от рубок ухода, уделено большое внимание в работах многих исследователей.

Имеются и другие источники древесного сырья, заготовка и переработка которого — задача большой народнохозяйственной важности. Так, ежегодно в нашей стране за период с 1971 г. по 1975 г. в процессе освоения закустаренных земель, для целей сельскохозяйственного производства, уничтожалось примерно 48 млн. м³ древесного сырья [1]. Большие запасы древесного сырья имеются на землях, подлежащих переводу для сельскохозяйственного производства в Белорусской ССР. Согласно прогнозам, в республике подлежит освоить около 500 тыс. га закустаренных земель. Проведенные нами обследования показали, что сводимая на объектах мелиорации древесно-кустарниковая растительность имеет высоту 1—5 м и диаметр 1—12 см. Состав растительности по основным породам распределяется следующим образом: береза — 15%, ольха — 60%, ива — 25%.

В настоящее время древесно-кустарниковую растительность запахивают, корчуют или срезают с последующим сгребанием в валы, сжигают или закапывают в траншеи, измельчают и заделывают в почву. Между тем, технические возможности перерабатывающей промышленности позволяют использовать для переработки всю маломерную древесину, в том числе и кустарниковую. Имеющийся опыт показывает, что наиболее целесообразно перерабатывать древесно-кустарниковую растительность на древесноволокнистые плиты, фурфурол, кормовые дрожжи, арболит, т. е. использовать в производствах, не предъявляющих высоких требований к качеству сырья. Решение вопросов окорки древесно-кустарниковой растительности позволит использовать это сырье более эффективно.

Проблему рационального и комплексного использования древесного сырья, в том числе и древесно-кустарниковой растительности, необходимо решать в целом по всему производству, начиная от заготовки и кончая промышленной переработкой, согласовывая при этом технологические, технические и экономические стороны производства.

Анализ существующих способов сведения древесно-кустарниковой растительности и применяемых машин и механизмов при проведении мелиорации закустаренных земель показал, что для промышленного использования удаляемой древесины необходимы принципиально новые технология и техника.

Исходя из требований, предъявляемых к сырью для промышленной переработки и к его транспортировке потребителю, мы разработали технологию освоения закустаренных земель, которая обеспечивает промышленное использование сводимой древесной массы и ввод земель в сельскохозяйственное производство с сохранением естественного плодородия почвы. Основные машины, которые найдут применение на заготовке и первичной переработке древесно-кустарниковой растительности на осваиваемых землях, транспортировке полученного сырья потребителям и других операциях, выпускаются нашей промышленностью или готовятся к производству.

Операции при освоении закустаренных земель с учетом промышленного использования сводимой древесно-кустарниковой растительности и виды предлагаемых машин показаны в табл. 1.

Таблица 1

Операции	Предлагаемые машины
Срезание и пакетирование древесно-кустарниковой растительности	Машина для срезания и пакетирования древесной растительности МТП-13
Измельчение на щепу срезанной древесной растительности на объекте	Самоходные рубильные машины РСУ-1 „Карпаты“, ЛО-63
Вывозка щепы на придорожный склад	Колесный трактор МТЗ-80 с прицепом ПСЕ-12,5
Погрузка щепы в щеповоз	Погрузчик Д-566
Транспортировка щепы потребителям	Щеповоз ЛТ-7

Применение предлагаемой технологии и комплекса машин позволит осуществить процесс заготовки и первичной переработки древесного сырья непосредственно на объекте освоения, что исключит дорогостоящую операцию по транспортировке непереработанной древесно-кустарниковой растительности и создаст условия для вовлечения в переработку всей надземной части этой растительности, а также сведет к минимуму степень загрязнения сырья минеральными примесями.

Выполненные нами технико-экономические расчеты показали, что эффективность предлагаемой технологии и средств механизации при освоении закустаренных земель зависит от запасов древесного сырья на 1 га, расстояния транспортировки щепы потребителям и некоторых других факторов. Для принятия решения о целесообразности освоения земель, занятых древесно-кустарниковой растительностью, с учетом ее промышленного использования, необходимо знать, какая часть ресурсов древесного сырья может быть экономически эффективно переработана.

Различают потенциальные, реальные физические и экономически доступные ресурсы низкосортной древесины и отходов [2]. Аналогич-

ная классификация ресурсов может быть применена и к древесно-кустарниковой растительности. Тогда к потенциальным ресурсам древесного сырья на осваиваемых землях, на наш взгляд, следует отнести весь объем древесной массы, включая надземную и подземную части произрастающей растительности.

Реальные физические ресурсы — это та часть потенциальных ресурсов, которая может быть заготовлена и доставлена потребителям при применении данной (определенной) технологии и средств механизации.

Экономически доступными будут те реальные ресурсы, заготовка и транспортировка которых потребителям для переработки на конкретный продукт экономически выгодна.

В результате проведенных исследований нами определены потенциальные и реальные физические ресурсы древесного сырья на осваиваемых землях в БССР на перспективу до 1990 г. (табл. 2).

Потенциальные ресурсы определены как сумма объемов надземной (включая сучья и ветви) и подземной частей древесно-кустарниковой растительности, подлежащей сведению в процессе освоения закустаренных земель.

При применении предлагаемой технологии освоения закустаренных земель возможна заготовка и транспортировка потребителю практически всей надземной части древесной растительности. Поэтому реальные физические ресурсы древесно-кустарниковой растительности определены как разность между объемом потенциальных ресурсов и объемом подземной части древесной растительности.

Нами определены также экономически доступные ресурсы древесно-кустарниковой растительности для производства древесноволокнистых плит. При этом учитывались запасы древесного сырья на 1 га, расстояние транспортировки щепы потребителю, выход технологической щепы из древесно-кустарниковой растительности и некоторые другие факторы. На землях, подлежащих освоению до 1990 г., объем экономически доступных ресурсов составил около 5,5 млн. пл. м³, или примерно 45% от потенциальных. Использование этих ресурсов позволит без увеличения объемов лесозаготовок ежегодно получать около 370 тыс. пл. м³ технологической щепы для промышленности республики. Кроме того, предлагаемая технология освоения закустаренных земель для нужд сельскохозяйственного производства улучшает условия охраны природы и окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ельцов Е. И. О выборе технологических схем удаления кустарника. — «Гидротехника и мелиорация», 1974, № 11, с. 58—62. [2]. Лобовников Т. С., Петров А. П., Леванов В. Е., Жило Е. Д. Определение экономической доступности ресурсов низкосортной древесины и древесных отходов лесозаготовок. — «Научные труды ЛТА», 1968, № 116, с. 12.

Таблица 2

Период освоения, годы	Ресурсы, тыс. пл. м ³	
	потенциальные	реальные физические
1976—1980	3884	3251
1981—1985	4045	3221
1986—1990	4218	3358
Всего	12147	9830

Поступила 23 мая 1977 г.

УДК 634.0.93

ДОЛГОСРОЧНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

М. И. БУЗОВЕРОВ, Н. М. ГВОЗДЕВ

Куйбышевский плановый институт
Ульяновская аэрофотолесоустроительная экспедиция

Рассматриваются необходимость и возможность проектирования лесного хозяйства на срок оборота рубки. Рекомендуется разработка проектов организации и развития лесного хозяйства на лесотипологической основе с формированием постоянных хозяйственных участков с выбором целевых пород.

Предприятия лесного хозяйства осуществляют свою деятельность на значительных площадях, характеризующихся большим разнообразием почвенно-климатических и экономических условий. Поэтому очень важно определить главную, стратегическую линию развития на длительную перспективу. За такую перспективу может быть принят период, равный обороту рубки. В этом случае появится возможность наметить конкретные задачи, решение которых должно способствовать улучшению породного состава лесного фонда, повышению продуктивности и качества лесов.

Одно из важных направлений повышения продуктивности и качества лесов — выращивание древостоев таких пород, которые в наибольшей степени соответствуют лесорастительным и экономическим условиям. При их правильном выборе обеспечивается целенаправленное использование плодородия почв, получение наибольшей народнохозяйственной эффективности. Существующая практика выращивания лесов, включая и создание лесных культур, содержит нередко элементы случайности при подборе пород. Практически сейчас не осуществляется научно обоснованного проектирования развития лесного хозяйства на срок оборота рубки ни по отдельным предприятиям, ни по областям и республикам.

Устранить отмеченные недостатки в проектировании и практической деятельности лесного хозяйства можно, разработав проекты организации и развития лесного хозяйства на срок оборота рубки на лесотипологической основе с выбором целевых пород и составов будущих древостоев, организацией постоянных хозяйственных участков. Первые опыты такого проектирования имеются. Так, в 1973—1974 гг. Ульяновской экспедицией Поволжского лесоустроительного предприятия на этой основе разработан проект организации и развития Шумерлинского лесокомбината Чувашской АССР.

Лесокомбинат общей площадью 60,2 тыс. га расположен в западной части республики на водораздельном плато и припойме р. Суры. Это высокоинтенсивное комплексное хозяйство, в составе которого шесть лесничеств, объединяющих леса I (39,8%) и II групп. Лесная площадь составляет 56,2 тыс. га, 96,8% которой покрыто лесом.

Преобладают серые лесные (58%) и дерново-подзолистые (25%) почвы, на которых произрастают березовые (32,4%), дубовые (19,7%), липовые (15,8%), осинные (11,6%) и других пород (20,5%) насаждения. Средний класс бонитета древостоев I,5, средняя полнота 0,71, средний запас стволовой древесины на 1 га покрытой лесом площади 197 м³, спелых древостоев — 244 м³. Преобладают дубравные (56,1%) и сдубравные (38,3%) типы условий местопроизрастания.

Для повышения научной обоснованности проекта лесоустройством был выполнен большой объем почвенных и геоботанических обследований. Это дало возможность составить почвенные карты, уточнить классификацию типов условий местопроизрастания и типов леса. Изучены динамика распределения покрытой лесом площади по преобладающим породам за период 1908—1973 гг. и таксационные показатели древостоев за последние 45 лет. Результаты исследований явились основой для выбора целевых пород.

Степень соответствия основных лесобразующих пород типам условий местопроизрастания устанавливали сравнивая их производительность и экономическую эффективность. За критерий был принят средний годовой прирост общего запаса стволовой древесины. Этот показатель как бы уравнивает насаждения относительно возраста спелости и позволяет сравнивать лесорастительный эффект определенных типов условий местопроизрастания для различных древесных пород. Наряду с количественной оценкой среднего годового прироста, была осуществлена его качественная оценка на основе качественной цифры (по методике акад. В. И. Перехода) и среднегодового изменения таксовой стоимости.

В боровых и субборовых типах условий местопроизрастания все породы уступают сосне по производительности и качеству древесины, что ясно без дополнительных анализов. В условиях, где возможно произрастание многих пород, каждую оценивали по комплексу показателей и решали вопрос о выборе целевой породы. Такими условиями, в частности, были свежие дубравы и судубравы (D₂ и C₂).

Главным направлением по улучшению лесного фонда на перспективу была принята целесообразность сохранения существующих дубовых и сосновых древостоев и максимального увеличения их площади за счет постепенной замены ими мягколиственных пород (березы и осины). Основные показатели, характеризующие обоснованность избранного направления, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Тип условий местопроизрастания	Преобладающая порода	Высота, м	Класс бонитета	Запас на 1 га, м ³	Средний прирост	
					по общему запасу, м ³	по таксовой стоимости, р.-к.
C ₂	Сосна	27,2	I	516,9	5,74	17—92
	Дуб	25,1	II	207,5	1,84	7—97
	Липа	22,8	III	292,6	3,24	6—24
	Береза	25,2	I	248,7	4,15	6—48
	Осина	22,3	I	279,4	5,59	3—07
D ₂	Дуб	26,2	II	259,7	2,36	8—47
	Липа	23,0	III	306,0	3,39	6—31
	Береза	25,7	I	251,9	4,20	6—77
	Осина	23,3	I	280,5	5,61	3—15

Если в условиях местопроизрастания C₂ приведенные данные характеризуют преимущества сосновых насаждений по количественным и качественным показателям, то в условиях D₂ целесообразность выращивания дубовых насаждений подтверждается только качественными показателями, что, на наш взгляд, является достаточным основанием для выбора именно этого направления ведения хозяйства.

При выборе целевых пород принимали во внимание также народнохозяйственное назначение отдельных категорий лесов. Так, в запретной полосе было решено сохранить произрастающие в пойме р. Суры

и успешно несущие свою водоохранную, берегозащитную службу древесности с преобладанием вяза и ветлы. В лесопарковой части зеленой зоны решено обеспечить максимальное разнообразие древесных пород.

Проведенная работа по выбору целевых пород дала возможность объединить смежные таксационные выделы, различающиеся по главной породе, составу, возрасту и продуктивности, но имеющие одинаковые или близкие условия местопроизрастания, в более крупные постоянные хозяйственные участки, каждый из которых предназначен для выращивания определенной породы. Количество участков в пределах каждого квартала определяли в зависимости от степени изменчивости лесорастительных условий и характера существующего территориального размещения насаждений. В них объединяли участки как покрытые, так и не покрытые лесом. Всего по лесокombинату образовано 2562 участка, их средняя площадь составила 20,2 га.

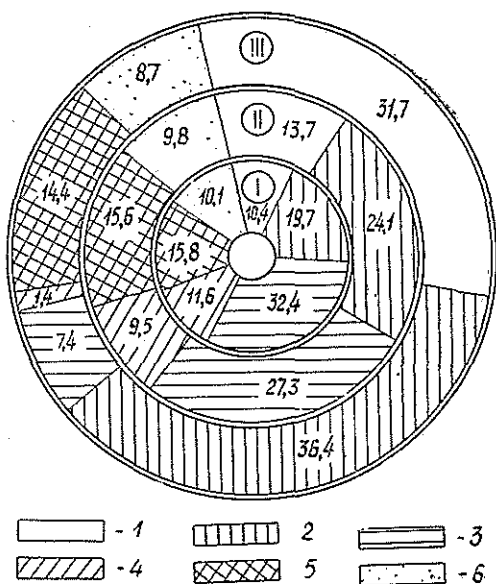


Рис. 1. Распределение покрытой лесом площади по преобладающим породам, %.

I — на год лесоустройства (1974 г.); II — на начало следующего ревизионного периода (1985 г.); III — на конец периода воспроизводства леса (2074 г.). 1 — сосна; 2 — дуб; 3 — береза; 4 — осина; 5 — липа; 6 — другие породы.

При осуществлении намеченных мер лесопокрытая площадь должна возрасти на 11% уже к началу последующего ревизионного периода, а к концу оборота рубки — на 11,5%. Значительные изменения должны произойти в распределении площади по главным лесобразующим породам (принятым как целевые) на конец оборота рубки. Так,

доля сосновых древостоев возрастет с 11,8 до 31,7%, а дубовых с 19,7 до 36,4%. Значительно снизится доля березовых и осиновых насаждений (рис. 1). Проектируемое изменение породного состава вызовет качественное улучшение древостоев, поступающих в главное пользование. Так, на конец оборота рубки выход деловой древесины повысится на 12%, а таксовая стоимость годичной лесосеки главного пользования возрастет более чем в три раза. Значительное увеличение площадей хозяйственно-ценных пород и прежде всего сосны обеспечит повышение среднего прироста стволовой древесины на 15,5%.

Намечаемое улучшение лесного фонда в период оборота рубки на основе выращивания целевых пород в соответствии с лесотипологическими условиями должно обеспечить увеличение выхода лесной продукции, идущей на удовлетворение потребностей народного хозяйства, что, в первую очередь, определяется размером лесопользования. Расчет размера главного пользования на предстоящий 30-летний период и конец оборота рубки и интерполяция на промежуточные периоды позволили составить прогноз динамики главного пользования на 10-

летние периоды всего оборота рубки. При этом учтено проектируемое качественное изменение лесного фонда в результате постоянного увеличения доли дубовых и сосновых насаждений. Аналогично произведен расчет промежуточного пользования. Процент насаждений, пройденных рубками ухода, установлен с учетом хода естественного возобновления не покрытых лесом площадей в различных типах леса, проектируемых способов ввода целевых пород и последующего постепенного повышения полноты создаваемых древостоев до уровня насаждений-эталонов.

Осуществление намеченных мер по выращиванию леса на основе выбора целевых пород и организации постоянных хозяйственных участков позволит достичь следующих основных показателей лесного фонда (табл. 2).

Таблица 2

Показатели	Единицы измерения	На год лесоустройства (1974 г.)	На конец оборота рубки (2074 г.)
Покрытая лесом площадь	га	48684	55822
	% к общей площади	82,2	94,2
Общий запас	тыс. м ³	7155	13509
Средний запас на 1 га лесопокрытой площади	м ³	147	242
Эксплуатационный фонд	тыс. м ³	1478	3638
Средний запас на 1 га эксплуатационного фонда	м ³	247	372
Средний прирост, всего	тыс. м ³	196	260
Текущий прирост, всего	"	369	454
Средний прирост на 1 га лесопокрытой площади	м ³	4,0	4,6
общей площади	"	3,2	4,4
лесной площади	"	3,5	4,6
Средний размер лесопользования на 1 га лесопокрытой площади	"	3,6	4,3
в том числе по главному пользованию	"	2,3	2,7
по промежуточному пользованию	"	1,2	1,5
Использование прироста среднего	%	92	93
текущего	"	49	53

Расчеты свидетельствуют о том, что размер главного пользования за период оборота рубки вырастет на 33%, объем рубок ухода увеличится в 1,6 раза, а их доля в общем размере пользования поднимется с 18% в начале оборота рубки до 24% в конце его. В целом объем пользования по всем рубкам к 2074 г. должен возрасти на 34%. Полученные данные не только дают прогноз пользования лесом, но и являются важным ориентиром при перспективной оценке возможностей лесосырьевой базы Шумерлинского лесокombината, что определяет возможности развития мощностей лесозаготовки и деревообработки на длительную перспективу. В конечном счете это находит непосредственную связь в решении других социально-экономических вопросов.

Проектом предусматривается также развитие побочных пользования лесом, проведение биотехнических мероприятий, организация и ведение специализированного хозяйства в лесопарковой части.

Поступила 17 марта 1977 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 634.0.232.318 : 551.577.38

О ВЛИЯНИИ ЗАСУХИ
НА КАЧЕСТВО СЕМЯН АКАЦИИ БЕЛОЙ

А. А. КУЛЫГИН

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт

Анализируется качество семян и их водопроницаемость в 1974 влажном и 1975 засушливом годах. Установлено, что в засушливый год у акации белой уменьшается масса, длина, ширина семян и повышается водопроницаемость семенных покровов.

Влияние засухи на качество семян древесных пород изучено недостаточно. Нами в Красногвардейском мехлесхозе Краснодарского края, в Ростовском, Донском учебно-опытном лесхозах и Кадамовском совхозе* Ростовской области было отобрано сорок учетных деревьев (по десять в каждом хозяйстве). С них собирали и затем сравнивали плоды и семена урожая влажного 1974 и засушливого 1975 гг. Некоторые представления о метеорологических условиях 1974 и 1975 гг. дает табл. 1 (материалы метеостанции г. Ростова-на-Дону).

Таблица 1

Показатели	Величина показателей за период 15.IV—31.VIII	
	в 1974 г.	в 1975 г.
Осадки, мм	306,2	175,5
Сумма среднесуточных температур, °С	2579	3041
Относительная влажность воздуха, %	64	55
Коэффициент водного баланса (по Г. Т. Селянникову)	1,19	0,58

Период с 15.IV по 31.VIII включает начало вегетации, цветение и формирование урожая у акации. В 1975 г. сумма среднесуточных температур воздуха за указанный период была на 368° больше, а количество осадков — на 33,5 мм меньше в сравнении с многолетними данными.

Красногвардейский мехлесхоз расположен по границе степной и лесостепной (предгорной) частей Краснодарского края. Территория его меньше подвержена влиянию засух, а условия в целом благоприятны для выращивания акации белой.

Размеры учетных деревьев несколько превышали средние показатели древостоя (табл. 2, данные 1975 г.). Эти деревья относятся к группе, на которой формируется основная часть урожая в насаждении.

Таблица 2

Хозяйство	Тип условный произрастания	Возраст деревьев, лет	Высота, м	Диаметр на 1,3 м, см
Красногвардейский мехлесхоз	D ₂	8	7—8	8—10
Ростовский мехлесхоз	D ₁	~30	10—12	20—28
Донской лесхоз	D ₁	14	5—6	10—12
Кадамовский совхоз	D ₁	6	4—5	5—8

* Пригород г. Новочеркаска.

У всех исследованных деревьев урожай в 1974 и 1975 гг. оценен как хороший (4 балла по В. Г. Капперу).

В 1974 г. цветение акации в окрестностях г. Новочеркаска началось 29 мая, а созревание семян закончилось 26 августа. В 1975 г. цветение отмечено значительно раньше — 6 мая, а окончание созревания — 1 августа. Период от окончания цветения до созревания семян в 1975 г. был на 4—5 дней короче, чем в предшествующем.

Созревание семян в 1975 г. характеризовалось быстрой потерей воды. Если 15 июля содержание воды в семенах составило 57,42% от общей их массы, 19 июля — 56,12%, то уже 25 июля оно было 8,09%, а 30 июля — 6,16%. Только за шесть дней с 19 по 25 июля содержание воды в семенах уменьшилось в 7 раз.

В засушливом 1975 г. семена акации по размерам и массе уступали семенам урожая 1974 г. (табл. 3). По трем хозяйствам Ростовской области показатели близкие: длина уменьшилась на 9,9—11,1%, ширина — на 4,4—8,5% и масса — на 24,10—28,16%. В Красногвардейском мехлесхозе Краснодарского края, несмотря на благоприятные условия, отмечено уменьшение массы семян на 11,76%.

Таблица 3

Хозяйство	Данные	Масса 1000 семян, г	Длина 100 семян, см	Ширина 100 семян, см
Красногвардейский мехлесхоз	Средние	$21,01 \pm 0,77$ $18,54 \pm 0,66$	$47,0 \pm 1,4$ $44,6 \pm 1,2$	$30,8 \pm 0,2$ $29,7 \pm 0,4$
	Отклонения от 1974 г., %	-11,76	-5,11	-3,57
Ростовский мехлесхоз	Средние	$20,49 \pm 0,66$ $14,72 \pm 0,57$	$46,4 \pm 1,0$ $41,8 \pm 0,7$	$29,8 \pm 0,2$ $27,7 \pm 0,5$
	Отклонения от 1974 г., %	-28,16	-9,91	-7,05
Донской лесхоз	Средние	$20,66 \pm 0,78$ $15,68 \pm 0,80$	$47,2 \pm 1,5$ $42,4 \pm 1,2$	$29,6 \pm 0,4$ $28,3 \pm 0,4$
	Отклонения от 1974 г., %	-24,10	-10,23	-4,40
Кадамовский совхоз	Средние	$20,20 \pm 0,94$ $14,93 \pm 0,62$	$47,2 \pm 0,9$ $42,0 \pm 0,8$	$30,4 \pm 0,5$ $27,9 \pm 0,4$
	Отклонения от 1974 г., %	-26,09	-11,06	-8,51

Примечание. В числителе данные 1974 г.; в знаменателе — 1975 г.

Разные деревья акации белой неодинаково реагировали на засуху. Так, в Ростовском мехлесхозе, у дерева 4 в 1975 г. масса семян была на 46,88% меньше, чем в 1974 г., длина — на 17,58%, ширина — на 15,00%, а у дерева 6, произрастающего в совершенно одинаковых условиях, масса семян в 1975 г. уменьшилась всего на 15,68%, длина — на 5,00% и ширина — на 1,05%.

Влияние засухи сказалось на уменьшении размеров бобов (длины на 10—20%, ширины — на 7—20%) и увеличении в них числа недоразвитых семян. В Ростовском мехлесхозе наблюдались случаи, когда у части старых деревьев плоды и семена высыхали еще до созревания. В типе условий произрастания D_0 основной урожай 1975 г. погиб по этой же причине.

Таблица 4

Хозяйство	Процент семян с водопроницаемыми покровами	
	1974 г.	1975 г.
Кадамовский совхоз	1,60	13,37
Ростовский мехлесхоз	2,52	4,62
Донской лесхоз	3,55	11,44

Исследования показали увеличение в 1975 г. числа семян с водопроницаемыми покровами (продолжительность замачивания — 24 ч) — табл. 4.

При гидротермическом способе подготовки семян к посеву семена акации белой с водопроницаемыми покровами погибают (обвариваются), что снижает грунтовую всхожесть.

Результаты наших исследований позволяют дать следующие рекомендации.

В засушливый год у деревьев акации образуется больше семян с водопроницаемыми покровами. Партии, содержащие водопроницаемые семена, рекомендуется готовить к посеву в два приема: сначала замачивать в холодной воде (на 12—24 ч), затем, после отделения набухших семян, ошпаривать. Такой способ повышает грунтовую всхожесть тем значительно, чем больше в партии семян с водопроницаемыми покровами.

При закладке семенных участков и клоновых плантаций акации белой следует избегать слишком сухих условий произрастания (D_0). Относительно благоприятен для акации тип D_2 . Для клоновых плантаций в типе D_1 необходимо проектировать защиту от суховея.

Деревья акации, размеры семян которых в засушливые годы уменьшаются незначительно, более засухоустойчивы. Следовательно, одним из показателей при селекции акации на засухоустойчивость может быть степень изменения размеров семян во время засухи (способность к образованию полноценных семян).

УДК 634.0.114.521.5

СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ХВОЕ ОСУШЕННЫХ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

В. А. ИПАТЬЕВ, И. К. БЛИНЦОВ, П. Ф. АСЮТИН

Белорусский технологический институт

По результатам изучения азота и зольных элементов в хвое приводится сравнительная оценка обеспеченности основными элементами питания сосновых насаждений, произрастающих на осушенном переходном болоте. Установлено положительное влияние фосфорно-калийных удобрений на снижение дефицита фосфора, однако выявлен некоторый недостаток в азотном питании.

Более чем вековой опыт показал высокую эффективность лесосошения — основного способа повышения продуктивности болотных и заболоченных лесов. Однако далеко не всегда одно осушение дает желаемый лесоводственный эффект. Лесные торфяно-болотные почвы следует осваивать комплексно: гидромелиорацию необходимо дополнять внесением удобрений, проведением рубок ухода, лесными культурами и т. д.

В нашей стране накоплен определенный опыт по удобрению лесных культур на мелиорируемых торфяниках [1, 5, 7]. Применение удобрений в осушенных естественных древостоях пока носит опытно-производственный характер [2, 3].

Наряду с химическим анализом почв, определение содержания азота и зольных элементов в хвое является одним из основных методов диагностики питания древесных растений. Поэтому изучение данного вопроса применительно к осушенным древостоям представляет интерес, позволяя установить нуждаемость в тех или иных удобрениях и их дозы.

Исследования проводили на стационарах кафедры почвоведения и геологии Белорусского технологического института в Пуховичском лесхозе Минской области, где на осушенном в 1965 г. переходном болоте 3 мая 1973 г. равномерно по площади вручную были внесены фосфорно-калийные удобрения в различных дозах. Использовали 20%-ный суперфосфат простой и 41%-ную калийную соль.

Тип леса — сосняк осоково-сфагновый, состав — 10С, возраст — 40 лет, средняя высота — 6,1 м, средний диаметр — 7,6 см, полнота — 0,5, класс бонитета — V. Почва — торфяная, мощная, развивающаяся на осоково-сфагновом, подстилаемом тростниково-осоковым, торфе; мощность торфа — 5,5—6,0 м. Расстояние между осушителями от 100 до 250 м, глубина — 0,8 м, ширина по дну — 0,4 м, коэффициент откоса — 0,5.

Опытный объект состоит из 25 секций (рис. 1). Были предусмотрены следующие варианты: А — контроль, В — $P_{50}K_{50}$, С — $P_{100}K_{50}$, D — $P_{150}K_{100}$, E — $P_{200}K_{100}$. Каждый вариант включал по 5 секций. Таким образом, заложение

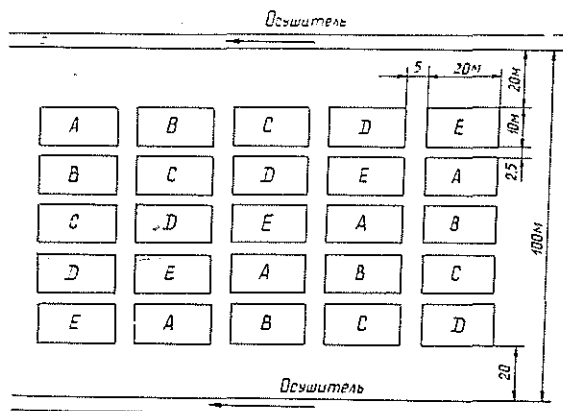


Рис. 1. Схема опыта.

объекта данным методом, получившим название «латинского квадрата», позволило сгруппировать одинаковые варианты на различном расстоянии от мелiorативного канала и математически обработать результаты наблюдений [4].

Образцы для анализа взяты в одно- и двухлетней хвое в ноябре 1973 г., т. е. в год внесения удобрений, с южной стороны вершинной части кроны у двух средних деревьев с двукратной повторностью на каждой секции (в каждом варианте 20 повторностей). В полученных мокрым озолением вытяжках, также с двукратной повторностью, N и P определяли колориметрическим методом, Ca и Mg — комплексометрическим, K — на пламенном фотометре.

Изучение физико-химических свойств торфа, проведенное перед внесением удобрений, показало, что исследуемые почвы хорошо аэрированы, достаточно обеспечены азотом, в меньшей степени — калием и крайне бедны фосфором. Поэтому были внесены только фосфорные и калийные удобрения.

Результаты проведенных исследований подтвердили данные предварительного химического анализа почв, но в то же время показали, что изучаемые сосновые насаждения несколько ограничены в азотном питании и достаточно обеспечены калием (табл. 1).

Таблица 1

Вариант опыта	N	P	K	Ca	Mg
A	1,272	0,070	0,722	0,036	0,007
	1,305	0,060	0,648	0,041	0,008
B	1,149	0,074	0,780	0,039	0,007
	1,304	0,082	0,772	0,039	0,009
C	1,298	0,077	0,764	0,043	0,010
	1,271	0,090	0,692	0,036	0,008
D	1,249	0,082	0,834	0,044	0,008
	1,312	0,092	0,802	0,040	0,008
E	1,235	0,090	0,763	0,032	0,007
	1,225	0,094	0,786	0,035	0,008
Ошибка опыта, %	0,017	0,0004	0,002	0,00004	0,000002
	0,012	0,0003	0,005	0,00003	0,000002

Примечание. В числителе данные о содержании элементов в однолетней хвое; в знаменателе — в двухлетней.

Сравнивая наши данные с данными других авторов об оптимальном содержании основных элементов питания в хвое сосны, % (табл. 2), видим, что по содержа-

Таблица 2

Данные	N	P	K	Ca	Mg
И. Вермана	1,8—2,3	0,2—0,3	0,55—0,9	0,05—0,21	0,06—0,13
А. А. Орлова	1,6	0,22	0,67	0,30	0,14
БелНИИЛХа	1,6	0,14—0,15	0,6—0,7	0,35—0,45	0,12

нию в хвое каля исследуемые нами насаждения находятся в условиях наилучшего роста, по содержанию азота — приближаются к ним, по содержанию же фосфора относятся к условиям плохого роста.

Проведенные В. С. Победовым [6] четырехлетние исследования минеральных почв показали, что при благоприятном водном режиме и наличии других необходимых веществ соотношение N:P:K = 69:6:25 должно обеспечивать рост сосны обыкновенной в условиях БССР по I классу бонитета. В исследуемых нами насаждениях соотношение данных элементов на контроле составило 63:3:34, т. е. крайне резко ощущается недостаток фосфора. Фосфорно-калийные удобрения несколько снизили дефицит в фосфоре — на вариантах с удобрением соотношение N:P:K было (59—61):4:(37—39).

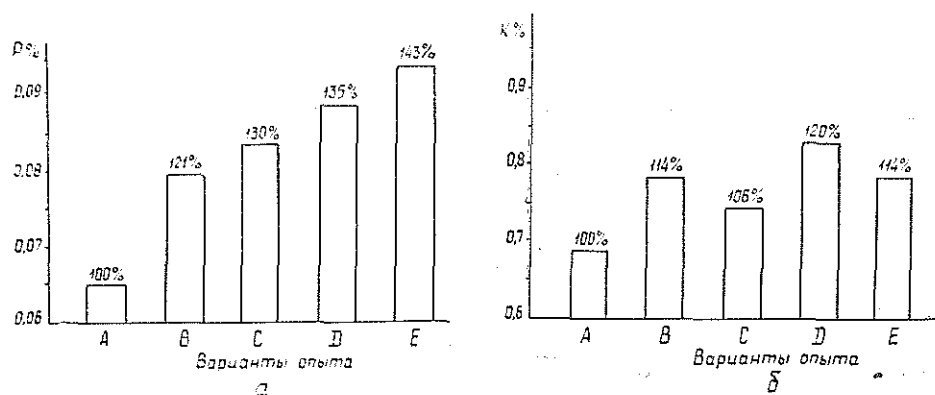


Рис. 2. Влияние удобрений на содержание в хвое сосны фосфора (а) и калия (б).

Из приведенных на рис. 2, а данных видно, что в результате применения удобрений заметно увеличилось содержание фосфора в хвое сосны уже в год их внесения, что, несомненно, связано с благоприятным водно-воздушным режимом осушенных торфяно-болотных почв, где создаются хорошие условия для перехода элементов питания в доступные для растений формы. Однофакторный дисперсионный анализ данных показал, что на всех вариантах с удобрениями содержание фосфора в хвое существенно превышает контроль ($F_{\text{ф}} > F_{\text{ст}}$). С увеличением дозы фосфорного удобрения закономерно возрастает содержание фосфора в хвое сосны.

Удобрения также заметно повлияли на увеличение содержания калия (рис. 2, б) в хвое, однако при 5%-ном уровне значимости существенных отличий от контроля нет ($F_{\text{ф}} = 2,6 < F_{\text{ст}} = 3,3$).

На содержание N, Ca и Mg фосфорно-калийное удобрение не оказало какого-либо влияния.

Для установления оптимальных доз удобрений необходимо расширить постановку опытов на осушенных торфяно-болотных почвах.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Валк У. А. Результаты удобрений лесных культур на эстонских верховых болотах. — Тезисы всесоюзного совещания по вопросам питания древесных растений и повышения продуктивности насаждений. Петрозаводск, 1969. [2]. Валк У. А. Опытные работы по применению минеральных удобрений на лесных площадях в Эстонской ССР. — Материалы научно-координационного совещания. Применение ми-

неральных удобрений в лесном хозяйстве. Гомель, 1974. [3]. Вомперский С. Э. Лесоосушительная мелиорация. М., «Лесная промышленность», 1975. [4]. Доспехов Б. А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных. М., «Колос», 1972. [5]. Ионин И. В. Применение удобрений при создании лесных культур на осушенных переходных болотах. — В кн.: Применение удобрений, стимуляторов роста и арборицидов в лесном хозяйстве. М., ЦБНТИ лесхоз, 1968. [6]. Победов В. С. Применение удобрений в лесном хозяйстве. М., «Лесная промышленность», 1972. [7]. Победов В. С., Какорко П. В. Применение удобрений при создании лесных культур на осушенных переходных болотах в БССР. -- Материалы научно-координационного совещания. Применение минеральных удобрений в лесном хозяйстве. Гомель, 1974.

УДК 634.0.561.21 : 634.0.181.4

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЗОННОГО ПРИРОСТА СОСНЫ И ЕЛИ В НЕКОТОРЫХ ТИПАХ ЛЕСА

Г. Б. ГОРТИНСКИЙ, А. И. ТАРАСОВ

Архангельский лесотехнический институт, Комингпронилеспром

В условиях севера хвойно-широколиственной подзоны (Кировская область) изучена сезонная динамика прироста по диаметру у ели и сосны в различных типах леса. Начало прироста определялось температурой воздуха и почвы, в остальное время решающим было увлажнение. Отмечены особенности динамики прироста разных пород в различных типах леса.

Изменчивость прироста деревьев в зависимости от метеорологических факторов (осадков и температуры воздуха) в течение вегетационного периода изучали многие отечественные и зарубежные ученые. Подробную сводку данных по этому вопросу можно найти в работах В. В. Смирнова [5], Л. А. Кайрюкштиса и А. И. Юодвалькиса [2] и др. Тем не менее эта проблема до сих пор остается актуальной, ибо еще не установлена четкая зависимость величины годичного прироста от климатических факторов. Детальное изучение закономерностей формирования годичных слоев в течение вегетационного периода — одно из основных направлений этой проблемы. Особый интерес представляет изучение прироста в вегетационные периоды, существенно отличающиеся по метеорологическим условиям от средних многолетних (засушливые, дождливые, холодные и др.), например в 1972 г. с относительно благоприятными погодными условиями в июне — июле и с засухой в августе.

Исследования проводили на территории Советского лесхоза Кировской области вблизи северной границы подзоны хвойно-широколиственных лесов. Объектами служили пробные площадки, заложённые в сосновых, сосново-еловых и еловых типах леса на супесчаных почвах с различным залеганием почвенно-грунтовых вод; их лесоводственно-таксационная характеристика приведена в табл. I.

Таблица I

Тип леса	Уровень почвенно-грунтовых вод, м	Состав древостоя	Средняя высота, м		Средний диаметр, см		Полнота	Возраст, лет		Класс бонитета
			С	Е	С	Е		С	Е	
Сосняк брусничный	Более 4	10С+Е	24	—	28	—	0,6	130	—	III
			—	16	—	18		—	90	
Сосняк-ельник черничный	2,5	6С4Е+Б	27	25	32	28	0,7	110	90	II
Ельник чернично-кисличный	1,0	7Е2С1Б+Пх	27	26	34	30	0,8	140	120	II

Прирост древесины сосны и ели определяли микрометрически [1, 3, 5] и контролировали методом внешних обмеров [4—6]. На пробных площадях отбирали по 10 учетных деревьев каждой древесной породы из верхнего полога.

Результаты исследований показали довольно сходную динамику формирования сезонного прироста сосны и ели в изучаемых типах леса (табл. 2). Если начало формирования годичного кольца сосны и ели во всех типах леса зависело от температуры воздуха (12—15°C) и почвы (6—8°C), то в дальнейшем ведущая роль постепенно переходила к осадкам.

Таблица 2

Дата учета	Средняя температура воздуха, °С	Осадки, мм	Прирост древесины (в делениях микрометрической шкалы) в разных типах леса						
			Сосняк брусничный		Сосняк-ельник черничный		Ельник чернично-кисличный		
			С	Е	С	Е	С	Е	
Май									
17—21	10,4	16,8	2	5	—	3	—	—	
22—26	17,4	2,2	7	13	6	6	1	3	
27—31	17,9	19,1	7		7	12	6	7	
		% от общего	13,7	20,0	7,9	16,5	5,2	6,1	
Июнь									
1—7	14,8	14,2	12	17	17	14	13	15	
8—15	11,0	1,4	11		14	11	15	18	
16—20	18,3	35,2	15	29	20	15	16	19	
21—30	19,2	14,6	25		34	24	22	29	
		% от общего	53,9	51,1	51,8	50,4	48,5	49,7	
Июль									
1—10	24,4	24,4	14	12	25	18	17	23	
11—20	22,5	24,0	12	9	19	14	16	19	
21—25	16,6	6,5	7	5	14	8	11	13	
26—31	16,1	—	3		5	2	7	8	
		% от общего	30,7	28,9	38,4	33,1	37,5	38,7	
Август									
1—5	17,2	0,3	2	—	3	—	6	5	
6—10	22,8	—	—	—	—	—	4	3	
11—20	20,2	—	—	—	—	—	2	1	
21—31	25,4	—	—	—	—	—	—	—	
		% от общего	1,7	—	1,9	—	8,8	5,5	

Примечание. Прирост ели в сосняке брусничном определяли через 10—15 суток.

В связи с тем, что почва в сосняке-ельнике черничном и особенно в ельнике чернично-кисличном прогревалась медленнее, чем в сосняке брусничном, из-за более позднего таяния снега, то начало прироста в первом типе леса задерживалось на 3—5, а во втором — на 5—8 суток по сравнению с сосняком брусничным.

Процесс формирования годичных колец у ели во всех типах леса и особенно в сосняке брусничном начинался несколько раньше, чем у сосны, однако в дальнейшем утолщение колец сосны шло интенсивнее. В ельнике чернично-кисличном прирост сосны по сравнению с елью в течение всего вегетационного периода был значительно ниже, чем в двух других типах леса.

Максимум прироста у обеих пород во всех типах леса приходится на июнь, характеризующийся наиболее благоприятными гидротермическими условиями (табл. 2).

Закончился прирост в сосняке брусничном и сосняке-ельнике черничном в конце июля — начале августа, причем у сосны на 5—7 суток позднее, чем у ели; в ельнике чернично-кисличном — в начале II декады августа, почти одновременно у обеих пород. Более продолжительный период формирования годичных колец в этом типе леса, несмотря на засуху, обусловлен, по нашему мнению, дополнительным

снабжением влагой из нижних увлажненных горизонтов почвенной толщи за счет более высокого поднятия воды вверх по капиллярам и близкого расположения верховодки (около 1 м).

Проведенные исследования показали, что засуха во второй половине вегетационного периода 1972 г. (конец июля — август) на приросте древесины сосны и ели отразилась незначительно, ибо его первая половина (май — I и II декады июля) по условиям тепло- и влагообеспеченности была достаточно благоприятной. Кроме того, на прирост текущего года существенное влияние оказало количество запасных питательных веществ, которое было отложено в предыдущем более благоприятном по метеорологическим условиям 1971 г. Поэтому показатели прироста засушливого 1972 г. для обеих пород оказались не ниже средних за последние 10 лет.

Ведущим фактором, определяющим величину годичного прироста древесины сосны и ели, является количество осадков и распределение их в течение вегетационного периода. Температурный же фактор оказывал в основном косвенное влияние через изменение потребности во влаге. Однако начало формирования годичного кольца всецело зависело от температуры.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Вихров В. Е. Строение и физико-механические свойства древесины дуба. М.—Л., изд-во АН СССР, 1954. [2]. Кайрюкштис Л. А., Юодвалькис А. И. Сезонный рост деревьев и зависимость интенсивности роста от факторов внешней среды. — Материалы всесоюзного совещания — научной конференции по вопросам дендрохронологии и дендроклиматологии. Вильнюс, 1968. [3]. Мелехова Т. А. О формировании годичного слоя ели. — «Труды АЛТИ», 1949, т. 13. [4]. Сидельник Н. А. К вопросу о сезонном приросте (по диаметру) некоторых древесных пород в Больше-Михайловском лесном массиве. — «Научные записки Днепропетровского государственного университета», 1955, 54. [5]. Смирнов В. В. Сезонный рост главнейших древесных пород. М., «Наука», 1964. [6]. Харитонович Ф. Н. Рост 20-летних культур сосны, ели и лиственницы на протяжении вегетационного периода в условиях лесной зоны. — Сборник научных работ Института лесного хозяйства Акад. с.-х. наук БССР. Вып. 13. Минск, 1960.

УДК 634.0.561.21+634.0.181.65

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ РЕКРЕАЦИОННЫХ НАГРУЗОК НА РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ СОСНЫ КАРЕЛЬСКОГО ПЕРЕШЕЙКА

В. П. ПРОХОРОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Приводятся результаты исследований, указывающие на ухудшение некоторых водно-физических свойств почв и снижение радиального прироста сосняков-брусничников Карельского перешейка под влиянием высокой посещаемости насаждений отдыхающими.

Карельский перешеек как место отдыха популярен не только у ленинградцев. Пионерские лагеря, пансионаты и другие учреждения отдыха обычно располагаются в живописных сосновых лесах, активно используемых отдыхающими для прогулок. В результате близлежащие участки леса покрываются густой сетью тропинок, почва уплотняется, а напочвенный покров вытаптывается.

Целью нашей работы было исследование влияния уплотнения почвы и других связанных с рекреацией неблагоприятных факторов на текущий периодический радиальный прирост сосны.

Пробные площади заложены в 1975 г. в чистых сосняках-брусничниках III класса возраста, II—III классов бонитета, на грубогумусных слабоподзолистых и поверхностно-слабоподзолистых песчаных почвах. В поле выполняли пересчет по 2-сантиметровым ступеням толщины, учитывали посещаемость, определяли площадь тропинок, плотность и влажность минеральных слоев почвы на различных глубинах, брали керны на радиальный прирост на высоте груди у 30—32 деревьев, отобранных пропорционально количеству деревьев в соответствующих ступенях толщины. При оценке нарушенности исследуемых насаждений были использованы указания по выделению стадий рекреационной дигрессии [1, 3]. Величины рекреационных нагрузок определе-

Таблица 1

Номер пробной площади	Стадия рекреационной дигрессии	Возраст, лет	Средние		Полнота	Рекреационные нагрузки		Плотность почвы, г/см ³ , на глубинах, см		Влажность почвы, % на глубинах, см	
			высота, м	диаметр, см		П чел./ч · га	В км(хода) / (ч · га)	5-10	15-20	5-10	15-20
4	I	55	16,5	16,5	0,74	1	0,1	1,08	1,28	9,4	8,2
9	I	52	14,6	14,2	0,88	1	0,1	1,10	1,30	8,0	7,1
1	IV	48	15,7	17,3	0,74	52	2,09	1,35	1,39	3,9	3,1
2	IV	42	15,2	17,6	0,80	79	4,75	1,38	1,46	2,9	2,5
13	IV	45	14,3	14,2	0,84	29	0,93	1,46	1,51	2,2	1,7

Примечание. П — показатель посещаемости пробной площади; В — путь, пройденный на единице площади в единицу времени.

Таблица 2

Стадия рекреационной дигрессии	Возраст, лет	Количество наблюдений	Средний текущий периодический радиальный прирост сосняков, мм		
			по нашим данным	по данным С. С. Ружинской "нормальный" "критический" "стаби"	
I	48	64	1,18 ± 0,054	1,29	0,92
I	53	64	1,20 ± 0,055	1,18	0,81

1966 — 1970 гг.

1971 — 1975 гг.

ны по формулам, предложенным в работе Н. С. Казанской и др. [2]. Текущий периодический радиальный прирост по пятилетиям измеряли с точностью 0,1 мм при помощи микроскопа МИР-12.

Результаты, полученные для сильно нарушенных насаждений (IV стадия рекреационной дигрессии), сравнивали с данными пробных площадей, отнесенных нами к I стадии (ненарушенные насаждения) — табл. 1.

Вытаптывание напочвенного покрова и уплотнение верхних слоев почвы привело к увеличению поверхностного стока, затруднению просачивания влаги в почву, ухудшению аэрации. Влажность верхних минеральных слоев почвы уменьшилась в 2,1—4,8 раза.

Суммарное действие факторов, связанных с рекреацией, сказалось на текущем среднем периодическом радиальном приросте. При изучении хода роста по радиусу сравнивали приросты за аналогичные пятилетия, когда возраст насаждений I и IV

стадий дигрессии был 31—35, 36—40, 41—45 лет. Прирост по названным пятилетиям изменялся так: 1,30—1,27 м; 1,18—1,20 м; 1,20—0,81 м. Достоверная разница между величинами обнаружилась в возрасте 41—45 лет ($t = 6,2 > 3$), или в 1971—1975 гг. Главная причина снижения прироста у сосняков IV стадии дигрессии — резко возросшая посещаемость насаждений отдыхающими пансионата «Восток-6», открытого в 1968 г. На кервах хорошо заметно падение ширины годичных колец, начавшееся 7 лет назад, т. е. с 1969—1970 гг.

С каждым годом количество отдыхающих в пансионате увеличивается, и это оказывает действие на дальнейшее уменьшение ширины годичных слоев.

Изучая влияние антропогенных факторов на рост сосны в условиях Москвы и Подмоскovie, С. С. Ружицкая [4] предложила шкалу оценки состояния насаждений, построенную на основе сравнения радиальных приростов древостоев одного исходного класса бонитета. При этом она предлагает пользоваться таблицами абсолютных значений радиальных приростов, отнесенных к определенному возрасту. Данные С. С. Ружицкой и наши данные для сосняков II класса бонитета представлены в табл. 2.

С. С. Ружицкая предлагает: если в рассматриваемом древостое радиальный прирост выше «нормального», то состояние этого насаждения следует считать хорошим; если ниже — древостой угнетен, требуются соответствующие лесохозяйственные мероприятия по его оздоровлению. Насаждение, у которого радиальный прирост ниже «критического», сильно угнетено, требует срочного вмешательства, ремонта.

Данные табл. 2 показывают, что текущий радиальный прирост насаждений I стадии дигрессии близок к «нормальному»; относительно невысокий прирост за 1966—1970 гг. можно объяснить тем, что в этих насаждениях уже более 20 лет не проводились рубки ухода. Насаждения IV стадии дигрессии в настоящее время находятся в сильно угнетенном состоянии.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Зеленский Н. Н., Жижин Н. П. Радиальный прирост древостоя как индикатор рекреационной нагрузки. — В сб.: Текущий прирост древостоев. Минск, «Ураджай», 1975. [2]. Казанская Н. С. и др. Определение показателей рекреационной посещаемости и нагрузки. — В сб.: Теоретические и прикладные исследования природных комплексов. М., 1973. [3]. Казанская Н. С. и др. Методика изучения влияния рекреационных нагрузок на древесные насаждения лесопаркового пояса г. Москвы в связи с вопросами организации территории массового отдыха и туризма. М., 1975. [4]. Ружицкая С. С. Влияние антропогенных факторов на рост основных древесных пород. Автореф. канд. дис. М., 1970.

УДК 674.053

УПРАВЛЯЕМЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ НАПРАВЛЯЮЩИЕ

В. К. ПАШКОВ, В. Д. ДЕНИСЛАМОВ

Уральский лесотехнический институт

Изложены результаты лабораторных исследований влияния управляемых электромагнитных направляющих на поперечное отклонение диска круглой пилы под действием поперечного возмущающего воздействия в статике, при холостом вращении и при пилении.

Разработаны и испытаны управляемые электромагнитные направляющие (рис. 1, а), состоящие из датчика 1 поперечного отклонения пильного диска 2, усилителя 3, фазочувствительного элемента 4, корректирующих фильтров 5 и исполнительных электромагнитов 6. В результате предварительных исследований были выбраны оптимальные схемы расположения элементов направляющих и проверена эффективность их применения.

Исследования проводили в трех режимах: в статике, при холостом вращении пилы и при пилении. Использовали круглые пилы с разведенными зубьями, подготовленные по технологическому режиму РИ-06-00, диаметром 400 мм и толщиной 2,0 мм. Диаметр зажимных фланцев 90 мм. Боковое возмущающее усилие прикладывали через графитовый стержень диаметром 8 мм на расстоянии 5 мм от впадин зубьев и

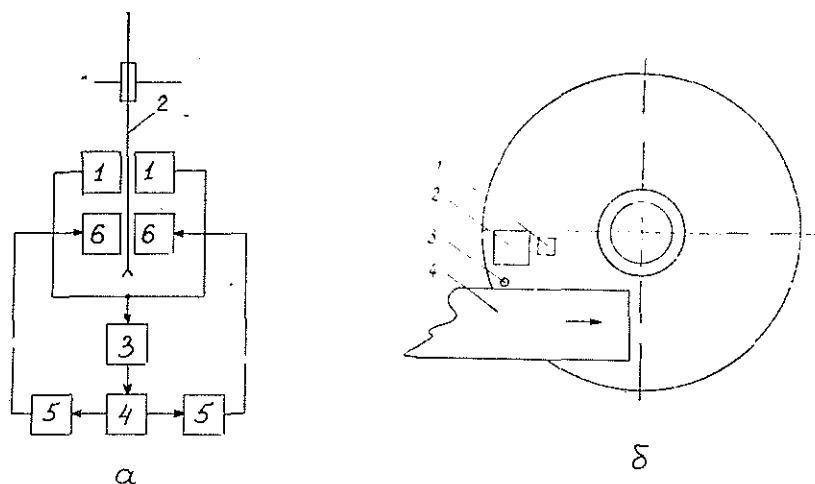


Рис. 1. Управляемые электромагнитные направляющие для пил.

a — блок-схема управляемых электромагнитных направляющих; *б* — схема размещения направляющих относительно пилы и распиливаемого материала.

30 мм от исполнительных электромагнитов. Отклонение в статике регистрировали в зоне приложения нагрузки индикатором часового типа с точностью 0,01 мм, в динамике — индуктивными датчиками.

Результаты испытаний в статическом режиме (числитель) и динамическом при холостом вращении (знаменатель) пилы приведены в табл. 1.

Таблица 1

Возмущающее усилие, кгс	Отклонение пильного диска, мм		Относительное увеличение жесткости
	без направляющих	с направляющими	
2	0,50	0,11	4,7
	0,40	0,10	4,0
4	1,20	0,16	7,5
	0,90	0,15	6,0
6	1,90	0,29	6,5
	1,50	0,28	5,5

Пиление производили на специальной лабораторной установке, смонтированной на базе шипорезного станка ШО15Г. Распиливали сосновые заготовки толщиной 50 и 80 мм, скорость резания 58 м/с, скорость подачи 15 м/мин. Схема размещения электромагнитных направляющих относительно диска пилы и распиливаемого материала приведена на рис. 1, б.

Направляющие (магнит 2 и датчик 1) располагали над распиливаемым материалом на расстоянии 35 мм от поверхности в зоне входа заготовки. Эффективность применения направляющих контролировали отклонением пропила от плоскости вращения диска.

Измерение отклонения пропила производили следующим образом.

Устанавливали толщину отпиливаемой планки за счет поперечной подачи пильного узла станка ШО15Г. Первый и каждый нечетный рез выполняли без приложения внешнего возмущающего воздействия. После осуществления поперечной подачи на толщину отпиливаемой планки, второй и каждый четный резы производили с применением внешнего возмущающего воздействия. Разница между максимальным и минимальным значениями толщины образца, полученного после четного реза заготовки, принимали за значение отклонения пропила. Результаты распиловки приведены в табл. 2 (в числителе при толщине образца 50 мм; в знаменателе — 80 мм).

Таблица 2

Внешнее возмущающее усилие, кгс	Отклонение пропила, мм		Относительное уменьшение отклонения пропила
	без направляющих	с направляющими	
0	0,11	0,05	2,1
	0,12	0,08	1,5
2	1,65	1,01	1,5
	1,00	0,60	1,6
4	3,40	2,40	1,4
	1,80	1,20	1,5

Анализ результатов исследований, приведенных в табл. 1 и 2, позволяет сделать следующие выводы.

1. При использовании электромагнитных направляющих и нагружении боковым усилием 2 ÷ 6 кгс поперечная жесткость дисков увеличивается: в статическом режиме в 4,7 ÷ 7,5 раза, в динамическом режиме (холостое вращение пилы) в 4 ÷ 6 раз.

2. Эффективность применения электромагнитных направляющих при пилении, выраженная в отклонении пропила от плоскости вращения пилы, для принятой схемы приложения внешнего возмущения и размещения направляющих, составляет: при толщине заготовки 50 мм — 1,4 ÷ 2,1 раза и при толщине заготовки 80 мм — 1,5 ÷ 1,6 раза. Для более толстой заготовки как абсолютное значение отклонения, так и относительное меньше, чем для тонкой.

3. Для получения более полного эффекта применения направляющих при пилении толстых заготовок тонкими пилами, возможно использование двух комплектов направляющих, один из которых расположен в зоне выхода пилы из заготовки.

4. Отличительная особенность испытанных направляющих — сохранение эффективности воздействия при больших зазорах (до 3—4 мм между плоскостью пилы и исполнительных электромагнитов) и сравнительно малой площади взаимодействия (около 40 мм²).

УДК 674.812.018.4+674.812:634.0.842/4

ПОВЫШЕНИЕ БИОСТОЙКОСТИ И СНИЖЕНИЕ ВОЗГОРАЕМОСТИ ПЛАСТИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Г. Я. КОРОТКИЯ, Г. В. БЕРЗИНЫШ

Институт химии древесины АН Латвийской ССР

Приведены экспериментально полученные результаты улучшения биостойкости и огнестойкости пластифицированной березовой и осиновой древесины, предварительно пропитанной борсодержащим комбинированным составом ББК.

Исследованиями было установлено, что в результате повышения плотности био- и огнестойкость пластифицированной древесины возрастают [2]. Но этого не достаточно для защиты материала от загнивания и возгорания [3].

Задача нашей работы — испытание борсодержащего состава ББК (бура, борная кислота) в целях использования его для защиты березовой и осиновой пластифицированной древесины.

Комбинированные борсодержащие составы — важные средства защиты древесины, совмещающие в себе свойства антисептиков — антипиренов. Борсодержащие антисептики имеют ряд преимуществ перед другими препаратами: широкий диапазон действия на дереворазрушающие грибы, не ядовиты для людей, не обладают запахом, хорошо диффундируют в древесину, не корродируют металл. Из-за неустойчивости к вымыванию из пропитанной ими древесины не рекомендуется применять их для защиты открытых сооружений [6].

Несмотря на это, борсодержащие составы считаются эффективными огнезащитными средствами для древесины. Так, хорошими огнезащитными свойствами обладает

смесь борной кислоты и буры (в соотношениях 1:1). При нагревании бура вспучивается, выделяет пары воды и в дальнейшем сплавляется в стекловидную массу, препятствуя горению [4].

Методика работы

Опытные образцы были изготовлены из сырой березовой и осиновой древесины 65—70%-ной влажности. Размеры образца $45 \times 70 \times 350$ мм (первый радиальный, последний вдоль волокон древесины) соответствовали технологическому режиму пластификации. До процесса пластификации древесину пропитывали составом ББК способами горяче-холодных ванн и молярного нанесения. Введенное в древесину количество защитного состава определяли по сухому весу ($\text{кг}/\text{м}^3$). Пропитанный и контрольный, без защитной обработки, материалы подвергали химической обработке газобразным аммиаком, уплотняли и сушили перегретым паром.

Для испытания пластифицированной березовой и осиновой древесины на биостойкость (дереворазрушающий гриб *Coniophora cerebella*) методом ЦНИИМОДа земля — древесина [1] изготовили образцы размерами $20 \times 20 \times 5$ мм. Выдержавшими испытание считались образцы, не пораженные мицелием гриба, потеря веса которых после проверки не превышала 5%.

Огнестойкость пропитанной пластифицированной древесины определяли на образцах $10 \times 10 \times 150$ мм методом огневой трубы [5]. Потерю веса образца находили по формуле

$$П = \frac{H - O}{H} \cdot 100,$$

где $П$ — потеря веса при горении, %;
 H — вес образца до испытания, г;
 O — вес образца после испытания, г.

Материалы имеющие потери веса более 20%, возгораемы. Потеря веса до 20% практически означает обгорание образцов.

Экспериментальная часть

Анализируя результаты пропитки образцов березовой и осиновой древесины составом ББК, установили, что лучший результат дает способ молярного нанесения. Поглощение ББК для огневой защиты березовой древесины $47 \text{ кг}/\text{м}^3$, осиновой — $56 \text{ кг}/\text{м}^3$. Недостаток этого способа — большая продолжительность пропитки (около 2 мес).

Обработка древесины водным раствором состава в горяче-холодных ваннах дала возможность пропитать материал за 8 ч. Но поглощение антипирена оказалось ниже (березовой древесиной — $39 \text{ кг}/\text{м}^3$, осиновой — $46 \text{ кг}/\text{м}^3$): для противопожарной защиты пластифицированной древесины не требуется такое количество ББК.

В табл. 1 приведены данные испытания на гриб *Coniophora cerebella* пластифицированной березовой древесины, в которую до пластификации было введено $7,27 \text{ кг}/\text{м}^3$ состава ББК. После испытания на биостойкость средняя потеря веса об-

Таблица 1

Потеря веса образцами, %		Влажность образцов, %	
ББК	Контроль	ББК	Контроль
4,70	73,83	42,32	58,74
5,22	76,01	42,32	71,32
5,51	74,35	44,14	57,50
4,97	73,48	40,75	56,64
5,84	73,49	42,96	57,84
5,09	71,18	43,37	54,66
6,07	71,75	43,29	55,19
4,44	73,37	39,98	54,94
6,42	67,92	44,96	53,66
7,55	74,65	44,01	53,67
4,62	74,47	41,46	53,38
4,78	71,84	42,45	53,45
5,97	65,84	43,85	52,92
5,21	67,23	43,90	53,68
5,47	67,47	42,68	52,61

разцов составила 5,47%. Средняя влажность образцов после опыта — 42,82%. За период опыта на пропитанных образцах не было обнаружено развития мицелия гриба, но к концу проверки вокруг них образовалась зона подавленного роста. В период испытания на всех контрольных образцах наблюдался пышный рост мицелия, вес их после испытания снизился в среднем на 71,79%. Средняя влажность древесины после испытания — 62,60%.

Для защиты древесины от загнивания требуется ввести до пластификации ББК не менее 7 кг/м³.

Группы образцов из пропитанной пластифицированной древесины обеих пород, в которые до пластификации было введено не менее 25 кг/м³ ББК, были проверены на возгораемость.

Снижение возгораемости пластифицированной березовой и осиновой древесины в зависимости от введенного количества ББК иллюстрирует рис. 1. Антипирен, введенный в древесину в количестве менее 30 кг/м³, дает приблизительно одинаковый эффект огнестойкости для обеих пород древесины, а эффект воздействия его при внесении свыше 30 кг/м³ зависит от породы. Так, осиновая древесина с антипиреном 40 кг/м³ теряла вес на 12%, а березовая — на 17%. Из рис. 2 можно видеть результаты огневой проверки пластифицированной березовой древесины, пропитанной ББК, и пластифицированной древесины без защитной обработки. Введенное до пластификации количество антипирена составляло 36,6 кг/м³. Возгораемость пропитанной древесины снизилась в среднем на 21,3%. Потеря веса контрольной пластифицированной древесины 75%, средняя плотность 1.16 г/см³.

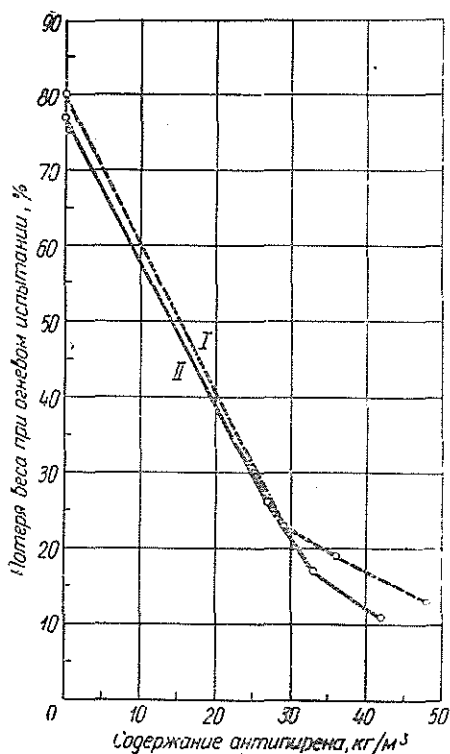


Рис. 1.

I — березовая древесина; II — осиновая.

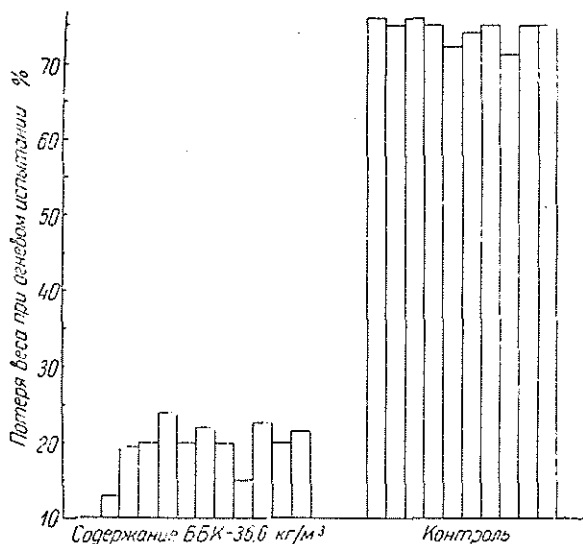


Рис. 2. Эффективность снижения возгораемости пластифицированной березовой древесины.

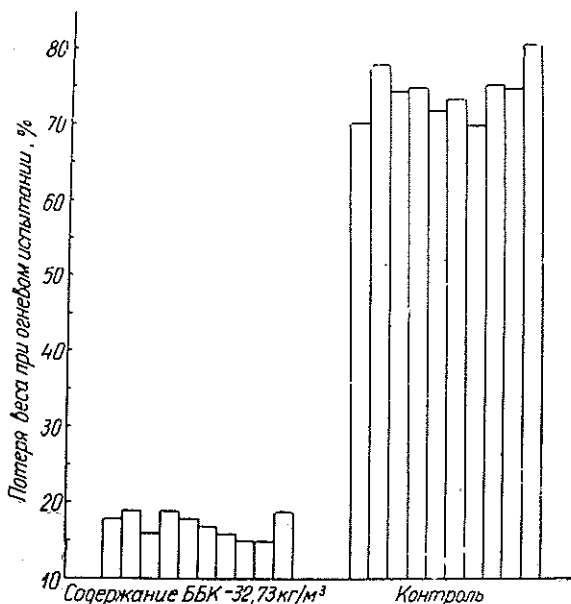


Рис. 3. Эффективность снижения возгораемости пластифицированной осиновой древесины.

В осиную древесину (рис. 3) до пластификации было введено $32,7 \text{ кг/м}^3$ ББК. В результате испытания на возгораемость вес пропитанной пластифицированной древесины снизился только на 16,2%. Плотность древесины $1,1 \text{ г/см}^3$. Контрольная пластифицированная осиновая древесина в результате проверки сгорела на 75,2%. Плотность древесины $0,96 \text{ г/см}^3$.

Сравнивая био- и огнестойкость березовой и осиновой пластифицированной древесины, пропитанной ББК, можно отметить, что осиновая древесина пропитывается данным составом лучше и равномернее, чем березовая.

Защиту составом ББК целесообразно применять для древесины в закрытых конструкциях: в условиях повышенной влажности антисептик способен выщелачиваться из древесины.

Удовлетворительные результаты опытов по защите пластифицированной древесины от гниения и возгорания представляют интерес для дальнейшего улучшения ее свойств путем предварительной пропитки защитными составами.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Горшин С. Н., Телятникова Б. И., Рыкачев П. И., Флорина Е. Е., Крапивина И. Г. — Научные труды ЦНИИМОДа, 1967, вып. 21. [2]. Калининш А. Я., Эрмуш Н. А., Дарзиньш Т. А., Исследование биостойкости пластифицированной древесины. — В сб.: Модификация древесины. Рига, 1967, с. 116. [3]. Калининш А. Я., Эрмуш Н. А., Подыня И. В. Огнезащита пластифицированной древесины. — В сб.: Модификация древесины. Рига, 1967, с. 122. [4]. Сергеевский П. С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины. М., 1968, с. 369. [5]. Таубкин С. И. Основы огнезащиты целлюлозных материалов. М., Изд-во Мин. ком. хоз-ва РСФСР, 1960, с. 210. [6]. Becker G. Holz als Roh- und Werkstoff, 1959, 17, Nr. 12.

УДК 541.49 : 543.42.062

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА И УСТОЙЧИВОСТИ КОМПЛЕКСА ХРОМА (III) С КСИЛОЗОЙ И ГЛЮКОЗОЙ

В. И. КРУПЕНСКИЙ, Т. В. ДОЛГАЯ, И. И. КОРОЛЬКОВ

Ленинградская лесотехническая академия
Ухтинский индустриальный институт

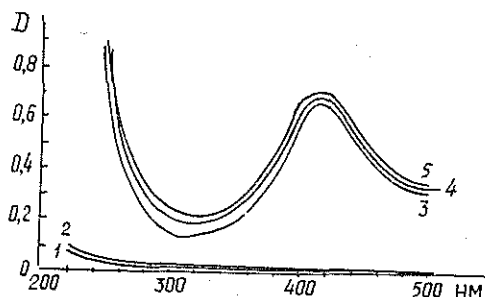
Изучено спектрофотометрически комплексообразование хрома (III) с ксилозой и глюкозой в кислой среде. Найдено, что образуются монокомплексы, константы нестойкости которых при $\mu=0,1$ и $\text{pH}=1,5$ равны соответственно $2,65 \cdot 10^{-4}$ и $5,00 \cdot 10^{-4}$.

Реакции дегидратации моносахаридов, продуктами которых являются ценные вещества (фурфурол, оксиметилфурфурол, леволиновая кислота) катализируются ионами гидроксония и проводятся в растворах минеральных кислот. Известно, что эффективными катализаторами дегидратации являются ионы некоторых металлов, особенно хрома (III), в 20 раз превосходящие активностью ионы гидроксония [3—4]. Однако механизм действия ионов Cr (III) на углеводы не изучен.

Исходя из предположения, что ключевую роль в реакциях дегидратации может играть промежуточный комплекс катиона с моносахаридами, мы изучили спектрофотометрически комплексообразование в растворах ксилозы и глюкозы, содержащих трехвалентный хром. Использовали сахара квалификации «ч», $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ «ч. д. а». Спектры поглощения в ультрафиолетовой и видимой области снимали на регистрирующем спектрофотометре «Specord UV—VIS», pH растворов контролировали с помощью прибора pH-340, постоянную ионную силу $\mu = 0,1$ создавали добавлением рассчитанного количества NH_4Cl .

Рис. 1. Спектры поглощения.

1 — ксилоза, $1 \cdot 10^{-2}$ М; 2 — глюкоза, $1 \cdot 10^{-2}$ М; 3 — CrCl_3 , $1 \cdot 10^{-2}$ М;
4 — $[\text{Cr}(\text{III})] : [\text{ксилоза}] = 1 : 1$, $[\text{Cr}(\text{III})] = 1 \cdot 10^{-2}$ М; 5 — $[\text{Cr}(\text{III})] : [\text{глюкоза}] = 1 : 1$, $[\text{Cr}(\text{III})] = 1 \cdot 10^{-2}$ М; $\mu = 0,1$ (NH_4Cl); $20 \pm 1,0^\circ\text{C}$; $\text{pH} = 1,5$; $l = 3$ см.



Увеличение оптической плотности раствора по сравнению с суммарным поглощением компонентов, наблюдающееся при добавлении ксилозы либо глюкозы к раствору CrCl_3 , указывало на образование комплексов Cr (III) с моносахаридами (рис. 1). Состав комплексов находили методом Жоба — Остромысленского [2]. Выяснилось, что в данном случае образуются монокомплексы, о чем свидетельствовало максимальное поглощение растворов с соотношением компонентов 1 : 1 (рис. 2). Расчет числа ионов гидроксония, выделяющихся при комплексообразовании из одной молекулы моносахарида, проведенный по методу К. В. Астахова [2], показал, что это число близко к нулю ($<0,1$). Таким образом, ионы Cr^{3+} входят в комплекс, не вытесняя ионов H_3O^+ из молекулы сахара, и координируются, вероятно, по полуацетальному кислороду пиранового кольца моносахарида.

Для определения констант нестойкости комплексов мы применили метод, использованный К. В. Астаховым в [4]. В этом методе для определения степени диссоциации комплекса используется отклонение кривой светопоглощения изомолярных раство-

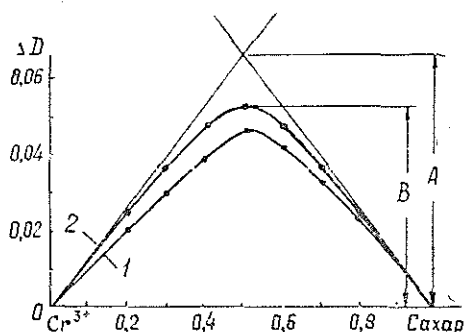


Рис. 2. Диаграммы изомольярных серий, $[Cr(III)] + [сахар] = 2 \cdot 10^{-2} M$.

1 — ксиллоза; 2 — глюкоза; ΔD — разность оптических плотностей растворов $CrCl_3$, содержащих сахар, и растворов $CrCl_3$ той же концентрации без сахара; $\mu = 0,1 (NH_4Cl)$; $20 \pm \pm 1,0^\circ C$; $pH = 1,5$; $\lambda = 280 \text{ nm}$; $l = 3 \text{ cm}$.

ров от прямой линии (рис. 2). Константы нестойкости рассчитываются затем по закону разбавления Оствальда:

$$\alpha = \frac{A-B}{A}, \quad K_{\text{нест}} = \frac{\alpha^2 C}{1-\alpha}.$$

По графикам рис. 2 найдено:

для ксиллозы $\alpha = 0,15$; $K_{\text{нест}} = 2,65 \cdot 10^{-4}$;

для глюкозы $\alpha = 0,20$; $K_{\text{нест}} = 5,00 \cdot 10^{-4}$.

Таким образом, спектрофотометрическими методами найдено, что ионы $Cr(III)$ образуют с ксиллозой и глюкозой в кислой среде монокомплексы с константами нестойкости соответственно $2,65 \cdot 10^{-4}$ и $5,00 \cdot 10^{-4}$.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Астахов К. В., Веренкин В. Б., Зимин В. И. Спектрофотометрическое изучение комплексообразования неодима с бис-ацетилацетонэтилендиамном. — ЖНХ, 1961, 6, № 9, с. 2077. [2]. Булатов М. И., Калинин И. П. Практическое руководство по фотоколориметрическим и спектрофотометрическим методам анализа. Л., 1972. [3]. Коновалов В. К. Исследование сравнительной активности катализаторов реакции превращения ксиллозы в фурфурол. Автореф. канд. дис. Л., 1965. [4]. Лопатина Т. Ф. Исследование природы каталитического действия солей алюминия и хрома на распад моносахаридов. Автореф. канд. дис. Л., 1971.

УДК 634.0.892.2 : 636.086

ПОЛУЧЕНИЕ КОРМОВЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЗЕЛЕНИ

С. М. РЕПЯХ, Г. В. ТИХОМИРОВА, Э. Д. ЛЕВИН,
Н. Г. НОВИКОВА, О. И. ЛЕБЕДЕВА

Сибирский технологический институт

Приводится схема переработки технической зелени и выход получаемых продуктов. Дана характеристика белково-витаминного концентрата, кормовых дрожжей, углеводного корма.

Большой интерес представляет использование отходов лесозаготовок — древесной зелени, как источника расширения кормовой базы для животноводства. Во-первых, потому, что в древесной зелени содержится много биологически активных компонентов — витаминов, ферментов, гормонов, фитонцидов, а также белков, жиров, углеводов и прочих веществ, пригодных для кормовых целей [1—2]. По наиболее ценным компонентам листья и хвоя превосходят траву, уступая ей лишь по содержанию минеральных веществ [2]. Немаловажное значение имеет также пониженная

влажность листьев и хвон, так как влага в корме является балластом, затрудняющим его перевозку и хранение.

Во-вторых, древесная зелень представляет многотоннажные отходы лесозаготовок, до настоящего времени не находящие должного применения. На лесосеках страны ежегодно можно заготавливать технической зелени 19 млн. т, в том числе только по Красноярскому краю 1,2 млн. т.

В проблемной лаборатории Сибирского технологического института ведутся разработки по комплексной переработке технической зелени. Технология этой переработки представлена на рис. 1 [3—4].

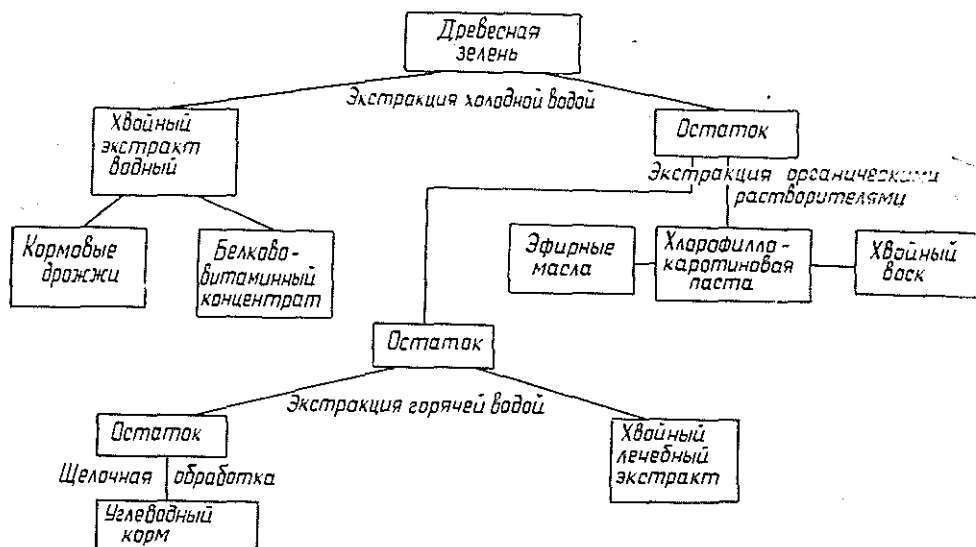


Рис. 1. Технологическая схема комплексной переработки технической зелени.

Схема предполагает использование водного экстракта хвон для наращивания биомассы и получения кормовых дрожжей. Получающийся при этом углеводный остаток после дополнительной химической обработки также может быть использован как корм для сельскохозяйственных животных.

Применение данной схемы дает возможность получить продукты, перечисленные в табл. 1.

Таблица 1

Наименование продукта	Выход, кг/т абс. сухого сырья
Белково-витаминный концентрат	80—90
Хлорофилло-каротиновая паста	50
Хлорофиллин натрия	0,04
Хвойный воск	6—7
ТЭМ	0,25
Хвойный лечебный экстракт	170—200
Кормовые дрожжи	60—70
Углеводный корм	500

В табл. 2 приведен состав белково-витаминного концентрата [5].

В 1 кг концентрата содержится кальция 1,3 г, фосфора 0,7 г, каротина 115 мг.

Результаты исследования аминокислотного состава белковой части концентрата [5] говорят о наличии в нем всех аминокислот, в том числе лизина, метионина и триптофана, которых в других кормах недостаточно. Кроме аминокислотного состава для характеристики качества белка было исследовано распределение его по фракциям. Преобладающими оказались глобулины и альбумины, которые в сумме составили около 40% от сырого протеина. Белковая питательность кормов, как показали опыты [8], хорошо коррелирует с содержанием этих фракций.

Т а б л и ц а 2

Компоненты	Содержание, %
Сухое вещество	89,19
Вода	10,81
Жир	11,80
Клетчатка	12,18
Протеин	55,00

Кормовые дрожжи, полученные на основе водного экстракта и исследованные по ГОСТу 20083—74, содержат общего азота 7,8%, белка общего — 49, истинного — 32, золы — 8,4%.

Лигноуглеводная часть хвон (углеводный остаток) составляет 52% от исходного абс. сухого сырья. Ее химический состав приведен в табл. 3. Наличие в остатке до 56% клетчатки говорит о возможности его использования в качестве углеводного корма.

Т а б л и ц а 3

Компоненты	Содержание, % к абс. сухой навеске
Лигнин	22,66
Легкогидролизуемые полисахариды	14,05
Клетчатка	56,53
Сырой жир	4,05
Протеин	2,92
Зола	2,70

При сравнении данных, приведенных в табл. 3, с показателями по ГОСТу 20083—74 полученную нами биомассу по содержанию протеина можно отнести ко II группе.

Переваримость остатка, определенная по методу Жукова, составляет около 30%.

На основании литературных данных [6—7, 9] и результатов наших исследований установлено, что решающее влияние на переваримость оказывают три фактора — количество щелочи, температура обработки, продолжительность обработки. Нам установлено, что при изменении соотношения этих параметров переваримость увеличивается до 50%.

Таким образом, использование предлагаемой схемы комплексной переработки технической зелени дает возможность получить не только хлорофилло-каротиновую пасту, хлорофиллин натрия и другие продукты, уже нашедшие широкое применение, но и белково-витаминный концентрат, кормовые дрожжи и углеводный корм, которые могут быть важной кормовой добавкой в сельском хозяйстве.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бабаев Л. Ю. Шире использовать хвою в животноводстве. — «Животноводство», 1957, № 3, 94 с. [2]. Иевинь И. К., Гейне В. Е. Промышленная заготовка древесной зелени. Рига, «Зинатне», 1966, 82 с. [3]. Ладинская С. И., Медников Ф. А. Получение из древесной зелени кормовых витаминно-белковых концентратов для животноводства. — В кн.: Продукты переработки древесины сельскому хозяйству. Рига, «Зинатне», 1973, с. 54—60. [4]. Ладинская С. И. и др. Протеин сосны и ели и возможности его выделения. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1974, № 4, с. 100—103. [5]. Репях С. М. и др. Исследование и выделение белково-витаминного концентрата из хвон сосны. ФАИ УзССР, «Химия природных соединений», 1976, № 4, с. 517—521. [6]. Сборник «Растительные белки и их использование в кормлении сельскохозяйственных животных». Л., «Колос», 1964, 216 с. [7]. Устинов С. Г. Скармливание молодняку крупного рогатого скота опилок мягколиственных пород, обработанных растворами щелочей. Научные труды кафедры основ сельского хозяйства Ленинградского пединститута им. Герцена, Л., Лениздат, 1966, т. 312, с. 306—320. [8]. Шеглов В. В. Белковое и аминокислотное питание животных. Минск, «Ураджай», 1974, 208 с. [9]. «Forest products», J., april, v. 19, № 4, 1969, Washington.

УДК 676.11.082.001.4

О ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ СВОЙСТВАХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ЧЕРНОГО ЩЕЛОКА СУЛЬФАТ-ЦЕЛЛЮЛОЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА

А. А. ЮРИНОВА, М. Н. НОВИКОВА, Л. Г. ПОПОВА,
В. Н. ПИЯЛКИН

Ленинградская лесотехническая академия

Исследовано поверхностное натяжение и пенообразующая способность основных групп органических веществ, выделенных из черного щелока. Установлено, что смоляные и жирные кислоты (суммарно) и фенолы наиболее поверхностно-активны из исследованных веществ. Лигнин — хороший стабилизатор пены. Оксикислоты черного щелока обладают небольшой поверхностной активностью и пенообразующей способностью.

В связи с огромным потреблением целлюлозно-бумажной промышленностью свежей воды, большими капиталовложениями на очистные сооружения, исследование вопросов, касающихся эффективных способов очистки сточных вод, весьма актуально.

В различных отраслях промышленности широкое распространение при очистке сточных вод получил метод напорной флотации, который, по-видимому, может быть успешно применен и для очистки производственных стоков целлюлозно-бумажных предприятий, так как органические вещества черного щелока и сточных вод сульфат-целлюлозного производства обладают в той или иной степени поверхностно-активными свойствами [5]. Являясь пенообразователями [1], они могут влиять на флотацию осадков, образующихся при осветлении сточных вод целлюлозно-бумажных предприятий.

В настоящем сообщении представлены результаты исследования поверхностно-активных свойств основных групп органических веществ, выделенных из отработанных черных щелоков Байкальского целлюлозного завода. Полученные данные могут быть полезны при разработке способов очистки сточных вод ЦБП и, в частности, способа обезжелезивания осадка химической очистки напорной флотацией.

На предприятии для производства сульфатной целлюлозы применяется древесина сосны и лиственницы.

Щелок отбирали в промывном цехе перед подачей его на выпарные станции. Характеристика щелока: плотность при 20°C — 1,067 г/см³; сухой остаток — 152,25 г/л; минеральная часть — 72,80 г/л; органическая часть — 79,45 г/л.

На основании ранее проведенных исследований [3—4] была разработана схема разделения органических веществ щелока (рис. 1).

При делении сульфатного черного щелока по разработанной схеме получены следующие основные группы органических соединений, в процентах от их суммы: лигнин — 42,64; эфирорастворимых нейтральных веществ — 0,82; жирных и смоляных кислот (суммарно) — 9,88; фенолов — 6,04; летучих кислот — 6,11; оксикислот и лактонов — 34,46.

Для исследования поверхностно-активных свойств основных групп органических веществ черного щелока были приготовлены водные растворы их натриевых соединений: натриевые соли смоляных и жирных кислот, феноляты натрия, щелочной лигнина, натриевые соединения оксикислот и лактонов; рН водных растворов натриевых солей смоляных и жирных кислот, щелочного лигнина и натриевых соединений оксикислот и лактонов — 7,1 ÷ 7,15; фенолятов — 8,5 ÷ 9,8.

Определение поверхностного натяжения водных растворов натриевых соединений указанных выше групп веществ проводили методом наибольшего давления пузырьков в приборе П. А. Ребиндера [2].

На рис. 2 представлены зависимости поверхностного натяжения всех основных групп веществ, выделенных из черного щелока ВЦЗ, от концентрации их водных растворов. Как видно из рис. 2, при возрастании концентрации натриевых солей смоляных и жирных кислот до 4,0 г/л поверхностное натяжение сначала резко падает (с 71,06 до 52,07 дин/см), затем падение замедляется и величина поверхностного натяжения практически становится постоянной. Для водных растворов фенолятов нат-

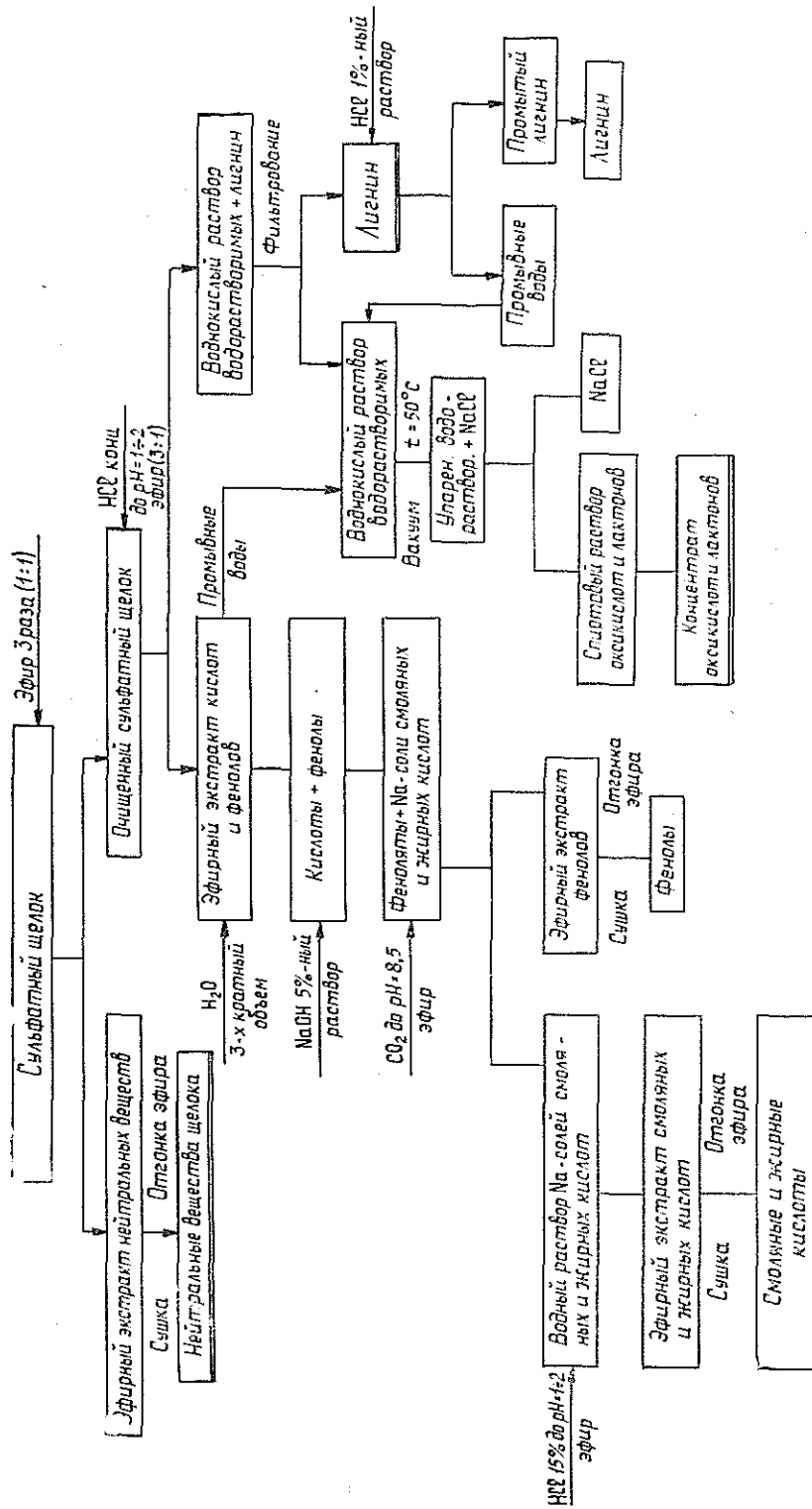
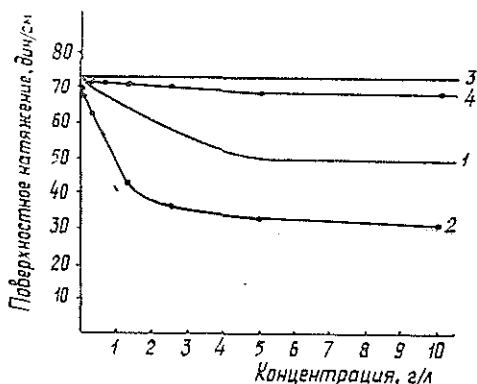


Рис. 1. Схема разделения органических веществ шлоака.

Рис. 2. Изотермы поверхностного натяжения водных растворов органических веществ щелока при температуре 20°C.

1 — натриевые соли смоляных и жирных кислот; 2 — феноляты натрия; 3 — натриевые соединения оксикислот и лактонов; 4 — щелочной лигнина.



при возрастании концентрации до 5 г/л поверхностное натяжение еще более резко падает, чем в случае кислот (с 72,75 до 32,75 дин/см). Дальнейшее увеличение концентрации растворов фенолятов практически не влияет на величину поверхностного натяжения их растворов. Критическая концентрация мицеллообразования лигнина (ККМ) — 10 г/л, поверхностное натяжение при этой концентрации — 68,12 дин/см. Концентрация оксикислот и лактонов существенно не влияет на величину поверхностного натяжения растворов их натриевых соединений, которое очень близко к поверхностному натяжению дистиллированной воды.

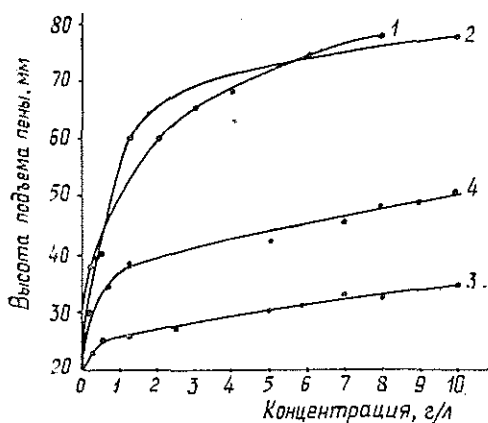


Рис. 3. Зависимость высоты подъема пены от концентрации пенообразователя.

1 — натриевые соли смоляных и жирных кислот; 2 — феноляты натрия; 3 — натриевые соединения оксикислот и лактонов; 4 — щелочной лигнина.

Пенообразующую способность указанных групп веществ с различными концентрациями их в водных растворах определяли методом встряхивания раствора пенообразователя в цилиндре [4]. О пенообразующей способности судили по максимальной высоте поднятия пены в цилиндре в зависимости от концентрации пенообразователя в растворе (рис. 3) и по изменению высоты пены во времени. Найдено, что растворы натриевых солей смоляных и жирных кислот и фенолятов натрия хорошо вспениваются. Пенообразующая способность повышается с увеличением концентрации раствора. Однако пена быстро гасится, причем скорость гашения пены также зависит от концентрации раствора. Так, при концентрации кислот 0,2 г/л объем пены в первые 5 мин уменьшается в 2 раза, а к концу часа — в 4 раза. При концентрации кислот 2 г/л объем пены за первые 5 мин уменьшился всего на 15%, а к концу часа вдвое. Растворы фенолятов образуют более обильную пену, чем кислоты. При повышении концентрации растворов до 2,5 г/л пены стабильнее, чем при концентрации 5 и 10 г/л. Лигнин дает меньшую, но значительно более стабильную пену по сравнению с кислотами и фенолами. При концентрации щелочного лигнина в растворе 0,63 г/л за первые 5 мин высота пены уменьшилась на 6%, а за час — на 27%. Натриевые соединения оксикислот и лактонов при концентрации их в растворе от 0,27 до 10 г/л не образуют устойчивой пены.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Алферова Л. А., Титова Г. А. Причины высокой пенообразующей способности сульфатного черного шелока. — «Целлюлоза, бумага, картон», 1973, № 15, с. 9—10. [2]. Григоров О. Н. и др. Руководство к практическим работам по коллоидной химии. М.—Л. «Химия», 1964. [3]. Иванов Н. А., Черноусов Ю. Н., Пилякин В. Н. Органические вещества сточных вод сульфатно-целлюлозного производства. I. Смоляные и жирные кислоты. — «Химия древесины», 1975, № 2, с. 84—95. [4]. Иванов Н. А., Черноусов Ю. Н., Пилякин В. Н., Попова Л. Г. Органические вещества сточных вод сульфатно-целлюлозного производства. II. Оксикислоты и лактоны. — «Химия древесины», 1975, № 2, с. 96—104. [5]. Максимов Е. В., Бушмелев В. А., Вольф И. В., Исаева Н. М. Поверхностное натяжение шелоков сульфатно-целлюлозного производства. — «Бумажная промышленность», 1966, № 11, с. 5—7.

УДК 625.721

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ СЕТИ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДОРОГ

С. П. АНДРЕЕВА, Г. А. БОРИСОВ, П. С. ГЕЙЗЛЕР

Институт леса Карельского филиала АН СССР

Рассматривается математическая модель определения оптимальной сети для перевозки нескольких видов независимых грузов.

Сеть лесохозяйственных дорог существенно отличается от сети лесовозных дорог. Лесохозяйственные дороги служат для перевозки нескольких видов грузов с различными долями каждого из них в сумме грузов, образующихся или потребляемых в каждом пункте сети. Поэтому при проектировании лесохозяйственных дорог нельзя пользоваться методами проектирования лесовозных.

Оптимальной сетью лесохозяйственных дорог на рассматриваемой территории следует считать такую, которая обеспечивает перевозку всех видов грузов с минимальными затратами на создание сети и непосредственно на перемещение грузов из мест концентрации (образования) к потребителям.

Введем следующие обозначения: i — номер предыдущей точки на сети; j — номер последующей точки на сети; k — номер типа дороги; l — номер вида груза; Q_{il} и P_{jl} — соответственно ресурсы и потребности; x_{ijl} — объем перевозки l -го груза между точками i и j ; c_{ijl} — приведенные затраты на строительство дороги и перевозку груза (р./т). Тогда математическая модель задачи может быть выражена так: минимизировать

$$z = \sum_{i, j, l} c_{ijl} x_{ijl} \quad (1)$$

при ограничениях

$$\sum_j x_{ijl} = Q_{il}; \quad (2)$$

$$\sum_l x_{ijl} = P_{jl}; \quad (3)$$

$$x_{ijl} \geq 0. \quad (4)$$

При этом принимается

$$c_{ijl} = f_1 \left(\sum_l |x_{ijl}| \right),$$

если

$$0 < \sum_l |x_{ijl}| < M_1;$$

$$c_{ijl} = f_2(\sum_i |x_{ijl}|),$$

если

$$M_1 \leq \sum_l |x_{ijl}| < M_2,$$

и т. д.

$$c_{ijl} = f_k(\sum_l |x_{ijl}|),$$

если

$$M_{k-1} \leq \sum_l |x_{ijl}| < M_k,$$

где M_k — объем перевозок, выше которого целесообразно улучшение участка дороги до k -того вида.

Решение задачи производится отдельно для каждого вида груза. По результатам первого этапа решения определяется концентрация объемов перевозок на участках сети. Для участков, где объем перевозок грузов (в любом направлении) больше M_k , необходимо произвести пересчет значений c_{ijl} . Итеративный процесс продолжается до тех пор, пока при очередном решении грузопотоки не изменятся по всем рассматриваемым грузам.

Для решения задачи используем стандартную программу решения транспортной задачи и сетевую матрицу. Для практической проверки предложенной модели и выяснения принципиальной возможности обоснования оптимальной сети и структуры дорог была рассмотрена условная задача — сеть из 10 точек, семь из которых обладают ресурсами трех видов, а остальные три являются потребителями этих ресурсов.

Таблица 1

Номер точки	Вид груза		
	1-й	2-й	3-й
Ресурсы			
1	3	2	7
2	3	8	4
3	4	1	7
4	2	9	5
5	3	4	9
6	4	2	6
7	4	4	4
Итого	23	30	42
Потребности			
8	4	0	12
9	6	20	0
10	13	10	30
Итого	23	30	42

В табл. 1 представлены ресурсы и потребности всех точек сети в условных единицах, одинаковых для всех видов грузов (такими условными единицами могут быть тонны). В табл. 2 дается матрица для решения задачи на ЭВМ по стандартной программе решения транспортной задачи.

В табл. 2 указаны расстояния между точками i и j в условных единицах. Значения l_{ij} после каждой итерации (решения задач по всем трем видам грузов) пересчитывали по формуле

$$c_{ijl} = \left(\frac{K}{V_{ij}} + T \right) l_{ij},$$

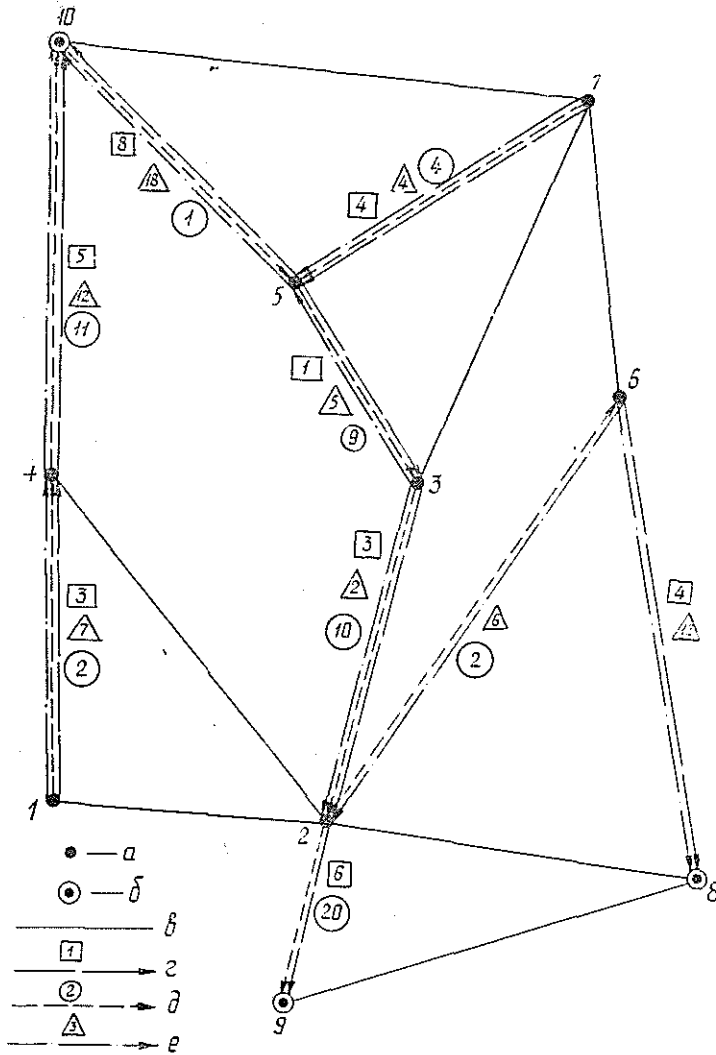


Рис. 1. Результат решения.

1-10 — номера точек; a — точки с ресурсами; b — точки с потребностями; c — неиспользуемые ребра графа; e, δ , e — направления и объемы перевозок 1-го, 2-го, и 3-го грузов.

где c_{ijl} — суммарные затраты на перевозку условной единицы l -го груза и на строительство дороги между точками i и j ;
 K — приведенные затраты на строительство единицы длины дороги, тыс. р./км;
 $V_{ij} = \sum_l V_{ijl}$ — суммарный объем перевозок грузов всех видов между точками i и j , тыс. т.;
 T — затраты на перевозку одной условной единицы грузов на единицу расстояния, р./т · км;
 l_{ij} — расстояние между точками i и j , км.

В нашей задаче значения K и T были приняты равными 0,683 и 0,05. Для получения окончательного решения (показанного на рис. 1) оказалось достаточно четырех итераций.

Таблица 2

$i \backslash j$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0	2		1							
2	2	0	1	3		2		3	1		
3		1	0		1	1	2				
4	1	3		0	3					3	3
5			1	3	0		1			3	
6		2	1			0	2	1			
7			2		1	2	0			4	
8		3				1		0	4		
9		1						4	0		
10				3	3		4			0	

Расчеты, проведенные на реальной сети с использованием реальной информации, показали практическую приемлемость предложенной модели и методического подхода к поиску оптимальной структуры и конфигурации сети дорог лесохозяйственного назначения. На основании этого можно сделать вывод о принципиальной возможности дальнейшего использования модели для проектирования сетей лесохозяйственных дорог.

ЮБИЛЕИ

ПОЗДРАВЛЯЕМ ЮБИЛЯРА —

проф. ПЕТРА ВАСИЛЬЕВИЧА ВОРОПАНОВА

20 августа 1977 г. исполнилось 75 лет со дня рождения и 59 лет научно-педагогической, производственной и общественной деятельности известного специалиста в области лесной таксации и лесоустройства, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Петра Васильевича Воропанова.

П. В. Воропанов родился в 1902 г. в семье сельского учителя. С юношеских лет он проявлял любознательность к природе. Это привело его в Лесной институт, который он успешно закончил в 1924 г. Как молодой специалист он был назначен лесничим Парголового опытного лесничества под Ленинградом. Одновременно Петр Васильевич зачисляется аспирантом на кафедру, которой руководил проф. М. М. Орлов. После окончания аспирантуры в 1930 г. П. В. Воропанов становится доцентом и ведет курс «Лесная таксация». Затем он назначается заместителем директора Казанского института сельского хозяйства и лесоводства. Потом последовательно до 1954 г. работает заместителем директора Архангельского, Воронежского и Поволжского лесотехнических институтов, одновременно выполняя обязанности доцента, а затем профессора по лесной таксации. Все эти годы, наряду с организацией учебного процесса в институтах, Петр Васильевич не прерывает научно-исследовательской работы. Его упорный труд по изучению ельников Севера завершается защитой докторской диссертации в 1951 г.

С 1956 г. проф. П. В. Воропанов работает в Брянском технологическом институте. Здесь особенно широко развивается его деятельность как педагога и научного работника в области лесной таксации. Лесоведам хорошо известны работы П. В. Воропанова по теории древесного прироста, строению модальных древостоев и др. Им опубликовано более 70 работ общим объемом около 300 печатных листов. Работа в лесотехнических вузах позволила ему написать и издать пятью книгами «Лекции по лесной таксации», в которых отражен специфический подход П. В. Воропанова к лесотаксационным исследованиям.

П. В. Воропанов активно участвовал в подготовке многих тысяч инженеров лесного хозяйства; 14 его учеников стали кандидатами наук.

Многогранную научно-педагогическую деятельность П. В. Воропанов успешно сочетает с большой общественной работой. Он член КПСС с 1932 г., активно участвует в общественной жизни института, города Брянска и области, неоднократно избирался в партийные органы лесохозяйственного факультета и института, более 10 лет руководит студенческим научным обществом в институте, является членом научно-технических советов Комитета по науке и технике, Гослесхоза СССР, Всесоюзного объединения Леспроект.

За плодотворную работу в вузах П. В. Воропанов награжден двумя орденами «Знак Почета» и медалями.

Многочисленные ученики и коллеги по работе тепло и сердечно поздравляют Петра Васильевича Воропанова со славным юбилеем и желают крепкого здоровья, плодотворной работы на благо нашей великой Родины!

СО Д Е Р Ж А Н И Е

<i>Н. М. Боховкин, Е. С. Романов.</i> Поступь Великой революции	3
<i>Б. М. Буглай, А. Р. Родин.</i> Лесная наука и высшая школа к 60-летию Великого Октября	5
<i>Н. В. Тимофеев.</i> Основные направления повышения эффективности использо- вания лесных ресурсов СССР	12
<i>Т. С. Лобовиков.</i> Лесные предприятия будущего и воспроизводство лесных ресурсов	18
<i>Н. М. Горшенин, Н. М. Белая.</i> Технический прогресс на лесозаготовках и охра- на природы в горных лесах СССР	25
<i>И. С. Прохорчук.</i> Лесная и деревообрабатывающая промышленность СССР за 60 лет Советской власти	31

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>М. В. Давидов.</i> Типы роста сосновых лесов европейской части СССР	36
<i>Н. И. Федоров, Ю. М. Полещук.</i> Потери деловой древесины в результате пора- жения еловых насаждений БССР корневой губкой	42
<i>В. Н. Винокуров, А. К. Малов.</i> Влияние засоренности почв каменными вклю- чениями на износ и поломки плужных лемехов	44
<i>В. Б. Лукьянец.</i> Свойства древесины семенного потомства экотипов и семен- ников дуба	48
<i>Е. Л. Красников.</i> Дерново-карбонатные почвы Брянского лесного массива и их лесорастительные свойства	52

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>К. А. Чекалкин.</i> К вопросу о техническом совершенствовании способов ос- тановки плотов	56
<i>Ю. Я. Дмитриев, В. Н. Исаева.</i> Подтекание частиц жидкости к границе возбужденного потока	61
<i>В. Н. Трофимук, В. Н. Худоголов.</i> Исследование некоторых гидравлических и силовых параметров водосбросных коридоров поперечных запаней	67
<i>И. С. Нартов, В. М. Попов, Л. П. Кондратьев, В. П. Белокуров.</i> К вопросу о применении высокотеплопроводных клеев в фрикционных узлах лесных лебедок	71
<i>А. В. Жуков.</i> О выборе расчетной модели погруженных деревьев при исследо- вании колебаний лесных машин	75
<i>М. В. Попов.</i> Влияние начальных несовершенств на устойчивость рельсо- шпальной решетки	83

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

<i>Г. А. Зотов.</i> Влияние условий резания на напряженное состояние стружки	89
<i>Г. С. Гельмонт.</i> К вопросу о повышении стойкости иглофрез при облагоражи- вании пленок полиэфирных лаков	93
<i>А. В. Апостол, В. П. Козлов.</i> Некоторые влажностные свойства пропитан- ной мочевиной прессованной древесины	96
<i>В. И. Санев.</i> Влияние внешнего магнитного поля на износостойкость режу- щих инструментов	99
<i>А. Д. Голяков.</i> Предпосылки силовой сортировки заготовок мягкой мебели	102
<i>З. А. Волкова.</i> О влиянии сбега бревен на использование древесины в лесо- пилении	105

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>А. А. Вайсбурд, К. А. Малышевская, А. В. Финкельштейн.</i> Спектрофотометри- ческое изучение параллельных реакций с участием Na-ксантогената целлюлозы	108
<i>Ю. А. Серов, Д. А. Беленков.</i> Метод оценки токсичности антисептиков для де- ревоокрашивающих грибов по вероятности защиты древесины	112

О. В. Голикова, С. М. Репях, Э. Д. Левин. Состав «вредной» смолы, отлагающейся на оборудовании при переработке бисульфитной полуцеллюлозы	116
Н. А. Мартынова, А. С. Олиференко, О. К. Завьялова, Б. Н. Лебедев. К вопросу о кинетике конденсации псевдокумола с формальдегидом	119
Н. Н. Калинин, А. И. Киприанов, М. А. Сидоров, Ю. В. Храмов. Исследование факторов, влияющих на величину предельного напряжения сдвига волокнистых суспензий целлюлозно-бумажного производства	122

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Н. А. Скурихин. О точности определения диаметров бревен с учетом сбega	126
С. Г. Костокрыз, И. П. Ковтун. Статистические характеристики мощности двигателя лесотранспортной машины при случайной нагрузке	132
В. С. Испанюк. О применении графов к исследованию безотказной работы системы, имеющей резервированные элементы	135

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

А. П. Майтвейко, В. Г. Золотогоров, В. П. Баранчик, Ф. М. Олехнович. Дополнительные ресурсы древесного сырья для промышленности	139
М. И. Бузоверов, Н. М. Гвоздев. Долгосрочное проектирование развития лесного хозяйства	142

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

А. А. Кулыгин. О влиянии засухи на качество семян акации белой	146
В. А. Ипатьев, И. К. Блинцов, П. Ф. Асютин. Содержание основных элементов питания в хвое осушенных сосновых насаждений	148
Г. Б. Гортинский, А. И. Тарасов. Сравнительная характеристика сезонного прироста сосны и ели в некоторых типах леса	151
В. П. Прохоров. Влияние высоких рекреационных нагрузок на радиальный прирост сосны Карельского перешейка	153
В. К. Паишков, В. Д. Денисламов. Управляемые электромагнитные направляющие	155
Г. Я. Короткая, Г. В. Берзиньш. Повышение биостойкости и снижение возгораемости пластифицированной древесины	157
В. И. Крупенский, Т. В. Долгая, И. И. Корольков. Определение состава и устойчивости комплекса хрома (III) с ксилозой и глюкозой	161
С. М. Репях, Г. В. Тихомирова, Э. Д. Левин, Н. Г. Новикова, О. И. Лебедева. Получение кормовых продуктов на основе комплексной переработки технической зелени	162
А. А. Юринова, М. Н. Новикова, Л. Г. Попова, В. Н. Пилякин. О поверхностно-активных свойствах органических веществ черного щелока сульфатцеллюлозного производства	165
С. П. Андреева, Г. А. Борисов, П. С. Гейзлер. Математическая модель оптимизации сети лесохозяйственных дорог	168

ЮБИЛЕИ

Поздравляем юбиляра — проф. Петра Васильевича Воропанова	172
--	-----

CONTENT

<i>I. M. Bokhovkin, E. S. Romanov.</i> March of the Great Revolution	3
<i>B. M. Buglay, A. R. Rodin.</i> Forest science and higher schools to the 60th anniversary of Great October	5
<i>N. V. Timofeev.</i> Fundamental directions of rising effectiveness of using forest resources	12
<i>T. S. Lobovikov.</i> Forest factory in future and reproduction of forest resources	18
<i>N. M. Gorshenin, N. M. Belaya.</i> The technical progress in logging and protection of nature in mountain woods of the USSR	25
<i>I. S. Prochorchuk.</i> Forest and timber industry of USSR for 60 years of Soviet power	31

FORESTRY

<i>M. V. Davidov.</i> Types of grows of pine forests of the European part of the USSR	36
<i>N. I. Fedorov, Yu. M. Poleschuk.</i> Losses of workable wood as a result of injuring spruce stands by <i>Fomitopsis annosa</i>	42
<i>V. N. Vinokurov, A. K. Malov.</i> Influence of littering soil with stony inclusions on wearing and breaking ploughshares	44
<i>V. B. Lukyanetz.</i> Properties of wood in seed posterity of oak ecotypes and families	48
<i>E. L. Krasnikov.</i> Turf-carbonate soils in Bryansk forests and their wood-growing characteristics	52

FOREST EXPLOITATION

<i>K. A. Chekalkin.</i> On the problem of technical development of ways of stopping rafts	56
<i>Yu. Ya. Dmitriev, V. N. Isaeva.</i> Approaching particles of fluid to the border of excited flow	61
<i>V. N. Trofimuk, V. N. Hudonogov.</i> Investigation of some hydraulic and power parameters of waterthrow corridors of transverse booms	67
<i>P. S. Nartov, V. M. Popov, L. P. Kondratjev, V. P. Belokurov.</i> On the application of high heat-conducting glues in frictional units of forest winches	71
<i>A. V. Zhukov.</i> On choice of a loaded trees calculated model when studying vibrations of logging machines	75
<i>M. V. Popov.</i> Influence of initial imperfections on stability of rail-tie frame	83

MECHANICAL TECHNOLOGY AND WOODSCIENCE

<i>G. A. Zotov.</i> Influence of cutting conditions on strain in sheavings	89
<i>G. S. Gelmont.</i> On the problem of improving stableness of needle cutters when ennobling films of polyester lacquers	93
<i>A. V. Apostol, V. P. Kozlov.</i> Some moisture-retentive properties of pressed wood saturated with urea	96
<i>V. I. Sanev.</i> Influence of outside magnetic field on wearstability of cutting instruments	99
<i>A. D. Golyakov.</i> Prerequisites of power sorting elements for soft furniture	102
<i>Z. A. Volkova.</i> Diameter increment of sawlogs and using wood in sawing	105

CHEMICAL WOODWORKING

<i>A. A. Waisburd, K. A. Malyshevskaya, A. V. Finkelshtein.</i> Spectrofotometric study of parallel reactions with cellulose sodium Xanthate	108
<i>Yu. A. Serov, D. A. Belenkov.</i> Method for evaluating toxicity of preservatives against staining fungi by wood protection probability	112
<i>O. V. Golikova, S. M. Repyach, E. D. Levin.</i> Composition of "harmful" resin depositing on the equipment when processing the bisulphite polycellulose	116
<i>I. A. Martynova, A. S. Olefirenko, O. K. Zavyalova, B. N. Lebedev.</i> On the kinetics of condensation of pseudocumene with formaldehyde	119

- N. N. Kalinin, A. I. Kiprianov, M. A. Sidorov, Yu. V. Hramov.* Investigations of the factors affecting the value of the fibre suspension breaking point shift in pulp and paper industry 122

*COMPLEX MECHANIZATION
AND AUTOMATION OF PRODUCTION PROCESSES*

- N. A. Skurikhin.* On accurate determination of log diameters considering tape 126
- S. G. Kostogryz, I. P. Koutun.* Statistic characteristics of forest-transport engine power under casual load 132
- V. S. Ispanjuk.* On application of graphs to the analysis of faultless work of the system with reserved elements 135

ECONOMICS AND ORGANIZATION OF PRODUCTION

- A. P. Matveiko, V. G. Zolotogorov, V. P. Baranchik, F. M. Olechnovich.* Extra timber resources for industrial use 139
- M. I. Buzoverov, P. M. Goozdev.* Long-term planned development of forestry 142

SHORT REPORTS AND EXCHANGE OF EXPERIENSE

- A. A. Kulygin.* The influence of drought on locust black seeds 146
- V. A. Ipatiev, I. K. Blintsov, P. F. Asjutin.* Contents of basic food elements in the needles of pines growing on drained plots 148
- G. B. Gortinsky, A. I. Tarasov.* Dynamic peculiarities of pine and spruce in some forest types 151
- V. P. Prokhorov.* On lowering radial growth of pine under the action of soil compression by resting people 153
- V. K. Pashkov, V. D. Denislamov.* Controlled electromagnetic guides 155
- G. Ja. Korotkija, G. V. Bekzinsh.* Improvement of biostability and reduction of inflammability of plasticized wood 157
- V. I. Krupensky, T. V. Dolgaya, I. I. Korolkov.* Defining the composition and stability of chrome complex stability with xylose and glucose 161
- S. M. Repjach, G. V. Tikhomirova, E. D. Levin, N. G. Novikova, O. I. Lebedeva.* Getting fodder products on the basis of complex processing technical verdure 162
- A. A. Yurina, M. N. Novikova, L. G. Popova, V. N. Piyalkin.* Surface-active properties of organic compounds in black sulphate pulp liquer 165
- S. P. Andreeva, G. A. Borisova, P. S. Geizler.* Mathematical model of optimization of network forestry roads 168

JUBILEES

- Many happy returns of prof. P. V. Voropanov! 172